

**FUNDACIÓN**

**HABITEC**

Centro de  
Tecnologías,  
Energías y  
Construcción  
para el hábitat.

**Guía de Jardines Verticales y  
Cubiertas Verdes**







# Guía de Jardines Verticales y Cubiertas Verdes



Esta guía ha sido cofinanciada por el Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga.

La Fundación HABITEC es respetuosa con los contenidos aportados por las empresas colaboradoras en esta guía, y reproduce en esta guía los contenidos que han generado aquellas, sin identificarse necesariamente con sus ideas y opiniones.

El Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga y la Fundación HABITEC, no se hacen responsables de las imágenes, textos y trabajos aportados por las empresas colaboradoras de esta guía.

## *Edición*

Fundación HABITEC,

29590 P.T.A. Málaga, Marie Curie 22,

Depósito legal: MA-1500-2017,

Primera edición, Málaga, 2017



## **Autores**

Capítulo 1 Introducción, Fundación HABITEC (R. Abad Cano, D. Villatoro Palomar, M.J. Javier Castelo, [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).

Capítulo 2 Ventajas y clasificación, Fundación HABITEC (D. V.P., R. A. C., M.J.J.C., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).

Capitulo 3 Jardines verticales.

- 3.1 Introducción, Fundación HABITEC (R.A.C., D.V.P., M.J.J.C., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).
- 3.2 Sistema de panel de plásticos, fieltros y panel de lana de roca preplantado.
  - 3.2.1. Introducción, Fundación HABITEC (D.V.P., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)), SingularGreen ([www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com)).
  - 3.2.2. a 3.2.5, SingularGreen ([www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com)).
- 3.3. Jardín vertical de panel de plástico y fieltros plantados in situ, SingularGreen ([www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com)).
- 3.4. Jardín vertical de panel de panel aminoplástico y polifieltros plantados in situ, Paisajismo Urbano (Ignacio Solano, [www.paisajismourbano.com](http://www.paisajismourbano.com)).
- 3.5. Jardín vertical con gaviones metálicos sobre malla metálica (Ignacio Benthem, [www.jardinesverticalesandalucia.com](http://www.jardinesverticalesandalucia.com)),
- 3.6. Jardín vertical con gaviones metálicos con bolsa de polipropileno, instalados sobre guías metálicas, Vivers Ters ([www.v-ter.com](http://www.v-ter.com)).
- 3.7. Sistema modular para decoración y separación de espacios, AIR GARDEN ([www.air-garden.com](http://www.air-garden.com)).

Capitulo 4 Cubiertas Vegetales.

- 4.1. Introducción, Fundación HABITEC (R.A.C., M.J.J.C., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).
- 4.2. Cubierta vegetal para cubierta plana sin pendiente, SingularGreen ([www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com)).
- 4.3. Cubierta vegetal para cubierta plana con pendiente, SingularGreen ([www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com)).
- 4.4. Sistemas modulares, IGNIAGREEN ([www.igniagreen.com](http://www.igniagreen.com)).
- 5. REFERENCIAS, Fundación HABITEC (D.V.P., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).
- 6. EMPRESAS COLABORADORAS (todos).

Viñetas con aclaración de términos a lo largo del documento y maquetado de documento: Fundación HABITEC (D.V.P., [www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)).

Reservados todos los derechos. Sólo se podrá reproducir con permiso escrito de la Fundación HABITEC.

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN .....	11
2.	VENTAJAS Y CLASIFICACIÓN .....	15
2.1.	Ventajas de la envolvente verde .....	15
2.2.	Jardines verticales .....	16
2.3.	Cubiertas vegetales.....	16
3.	JARDINES VERTICALES .....	18
3.1.	Introducción.....	18
3.2.	Sistema de panel de plástico, filtros y panel de lana de roca preplantado.....	19
3.2.1.	Introducción .....	19
3.2.2.	Ventajas .....	19
3.2.3.	Elementos principales para su instalación .....	19
3.2.4.	Usos y aplicaciones.....	22
3.2.5.	Caso de éxito 1 –SINGULARGREEN – Palacio de Congresos.....	23
3.3.	Jardín vertical de panel de plástico y filtros plantados in situ.....	27
3.3.1.	Introducción.....	27
3.3.2.	Ventajas .....	27
3.3.3.	Elementos principales para su instalación .....	27
3.3.4.	Usos y aplicaciones.....	29
3.3.5.	Caso de éxito 2 –SINGULARGREEN – F+P exterior, Hotel .....	30
3.3.6.	Caso de éxito 3 –SINGULARGREEN – F+P Oficina.....	32
3.4.	Jardín vertical de panel aminoplástico y polifiltros plantados insitu.....	34
3.4.1.	Introducción .....	34
3.4.2.	Ventajas .....	34
3.4.3.	Elementos principales para su instalación .....	35
3.4.4.	Usos y aplicaciones.....	36
3.4.5.	Caso de éxito 4 –PAISAJISMO URBANO - Edificio de oficinas bioclimático.....	37
3.4.6.	Caso de éxito 5 –PAISAJISMO URBANO - Edificio histórico.....	40
3.4.7.	Caso de éxito 5 –PAISAJISMO URBANO - Edificio de viviendas .....	42
3.5.	Jardín vertical con gaviones metálicos sobre malla metálica.....	44

3.5.1.	Introducción .....	44
3.5.2.	Ventajas .....	44
3.5.3.	Elementos principales de la instalación.....	45
3.5.4.	Usos y aplicaciones.....	46
3.5.5.	Caso de éxito 6 –ACER Paisajismo y jardinería - Restaurantes.....	47
3.5.6.	Caso de éxito 7 –ACER Paisajismo y jardinería -Terraza .....	51
3.6.	Jardin vertical con gaviones metálicos con bolsa de polipropileno, instalados sobre guías metálicas.....	53
3.6.1.	Introducción .....	53
3.6.2.	Ventajas .....	53
3.6.3.	Elementos principales para su instalación .....	54
3.6.4.	Usos y aplicaciones.....	55
3.6.5.	Caso de éxito 8 –Vivers ter - Edificio .....	56
3.6.6.	Caso de éxito 9 -Vivers ter –Nave industrial.....	58
3.6.1.	Caso de éxito 10 -Vivers ter - Mercado.....	59
3.7.	Sistema modular para decoracion y separación de espacios.....	61
3.7.1.	Introducción .....	61
3.7.2.	Ventajas .....	61
3.7.3.	Elementos principales para su instalación .....	61
3.7.4.	Usos y aplicaciones.....	65
3.7.5.	Casos de éxito 11 - AIR-GARDEN – Vivienda.....	67
3.7.6.	Casos de éxito 12 - AIR-GARDEN – Vivienda.....	70
4.	CUBIERTAS VEGETALES.....	72
4.1.	Introducción.....	72
4.2.	Cubierta vegetal para cubierta plana sin pendiente .....	73
4.2.1.	Introducción .....	73
4.2.2.	Ventajas .....	73
4.2.3.	Elementos principales de la instalación.....	73
4.2.4.	Usos y aplicaciones.....	74
4.2.5.	Caso de éxito 13 –SINGULARGREEN – Vivienda.....	75
4.3.	Cubierta vegetal para cubierta plana con pendiente .....	77
4.3.1.	Introducción .....	77
4.3.2.	Ventajas .....	77
4.3.3.	Elementos principales para su instalación .....	77



4.3.4.	Usos y aplicaciones.....	78
4.3.5.	Caso de éxito 14 – SINGULARGREEN – Vivienda.....	79
4.4.	Sistemas modulares.....	80
4.4.1.	Introducción .....	80
4.4.2.	Ventajas .....	80
4.4.3.	Elementos principales para su instalación .....	81
4.4.4.	Usos y aplicaciones.....	83
4.4.5.	Caso de éxito 15 – IGNIAGREEN - Hotel.....	85
4.4.6.	Caso de éxito 16 – IGNIAGREEN - Huerto Urbano escolar.....	88
4.4.7.	Caso de éxito 17 – IGNIAGREEN - Terraza en Madrid .....	91
5.	REFERENCIAS .....	93
6.	EMPRESAS COLABORADORAS .....	94



## Tabla de figuras

Figura 1. Patio del palacio en el interior de la fortaleza árabe “Alcazaba” en Málaga.....	11
Figura 2 . Diferencia de temperatura superficial entre un techo normal y uno con cubierta verde un día de verano en Chicago [1].....	13
Figura 3 . Ejemplo de cubierta verde [2].....	13
Figura 4. Edificio de oficinas en el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga.....	18
Figura 5. Elementos principales de la solución F+P Preplant [2].....	21
Figura 6. Detalle constructivo de la solución F+P Preplant [2].....	22
Figura 7. Diseño del ecosistema del Palacio de Congresos de Vitoria- Gasteiz [2].....	23
Figura 8. Proceso constructivo jardín vertical F+P. Palacio de Congresos de Vitoria [2].....	24
Figura 9. Imágenes del Humedal vertical y huerto vertical del Palacio de congresos de Vitoria [2].....	25
Figura 10. Imagen jardín vertical F+P Preplant, Palacio de congresos de Vitoria. [2].....	26
Figura 11. Elementos principales del sistema F+P [2].....	28
Figura 12. Detalle constructivo Jardín Vertical F+P [2].....	29
Figura 13. Diseño vegetal para jardín vertical en el Hotel HM Tropical, Palma de Mallorca [2].	30
Figura 14. Proceso constructivo F+P. Palma de Mallorca [2].....	31
Figura 15. Jardín vertical F+P exterior. Palma de Mallorca [2].....	31
Figura 16. Proceso constructivo F+P. Palma de Mallorca [2].....	32
Figura 17. Diseño de jardín vertical de Santa Ponça [2].....	33
Figura 18. Imagen jardín F+P interior en Santa Ponça. [2].....	33
Figura 19. Composición del sistema de Paisajismo Urbano [4].....	36
Figura 20. Imágenes de la instalación del jardín vertical en el edificio CSI IDEA [4].....	37
Figura 21. Jardín vertical del edificio CSI IDEA recién instalado y varios meses después [4].....	38
Figura 22. Edificio La Calahorra, Elche [4].....	40
Figura 23. Instalación del jardín vertical en La Calahorra, Elche [4].....	41
Figura 24. Jardín vertical en La Calahorra, Elche [4].....	41
Figura 25. Jardín vertical en Santalaia, Bogotá [4].....	42
Figura 26. Vista del jardín vertical de Santalaia, Bogotá (Colombia) [4].....	43
Figura 27. Instalación de jardín vertical con gaviones metálicos [5].....	44
Figura 28. Instalación jardín vertical con gaviones metálicos en el Gastromercado La Galería, Fuengirola (Málaga) [5].....	46
Figura 29. Instalación de jardín vertical [5].....	46
Figura 30. Restaurante José Carlos García previa instalación del jardín vertical [5].....	47
Figura 31. Restaurante José Carlos García durante la instalación del jardín vertical [5].....	47
Figura 32. Restaurante José Carlos García después de la instalación del jardín vertical [5].....	48
Figura 33. Fotos antes y después de la instalación del jardín vertical en Dani García post instalación [5].....	49
Figura 34. Foto de la instalación terminada en el restaurante de Dani García [5].....	49
Figura 35. Foto de la instalación terminada en el restaurante de Dani García [5].....	50
Figura 36. Vista de la terraza del Hotel Puente Romano antes de la instalación [5].....	51
Figura 37. Vista de la terraza del Hotel Puente Romano después de la instalación [5].....	51
Figura 38. Sistema Babylon® [6].....	55
Figura 39. Muro vegetal Babylon® La tabacalera. Tarragona [6].....	56
Figura 40. Muro vegetal Babylon® Nave industrial Comexi. Riudellots (Girona) [6].....	58



Figura 41. Proceso de instalación de en el mercado Municipal de Olot (Girona) [6] .....	59
Figura 42. Jardín vertical en Olot [6] .....	60
Figura 43. Muro vegetal Babylon® Mercado municipal Olot (Girona) [6] .....	60
Figura 44. Jardín vertical POSTDIV iluminado [7] .....	62
Figura 45. Tipologías de poste AG POSTDIV [7] .....	62
Figura 46. Detalle base telescópica del sistema POSTDIV [7] .....	62
Figura 47. Ejemplos de tipologías de módulos para el sistema POSTDIV [7].....	63
Figura 48. Sistema de riego AG RIEGO [7].....	64
Figura 49. Productos AG LUX POSTDIV [7] .....	65
Figura 50. Ejemplos de instalaciones con POSTDIV [7].....	66
Figura 51. Instalación AG 3 POSTDIV sin vegetación [7].....	67
Figura 52. Plantilla para la colocación de los postes POSTDIV [7] .....	67
Figura 53. Detalle tubo de riego sistema POSTDIV [7] .....	68
Figura 54. Unión entre bandejas de recogida de agua sobrante POSTDIV [7].....	68
Figura 55. Detalle de ángulo de POSTDIV [7] .....	68
Figura 56. Detalle de AG LUX POSTDIV [7] .....	68
Figura 57. Detalle del jardín vertical POSTDIV en el Showroom [7].....	68
Figura 58. Vista general del jardín vertical iluminado con POSTDIV en el Showroom [7].....	68
Figura 59. Proceso de instalación de bases telescópicas sobre el terreno [7].....	70
Figura 60. Detalle de las zapatas de hormigón cubiertas por el césped [7] .....	71
Figura 61. Cara interior de la instalación POSTDIV [7] .....	71
Figura 62. Imagen nocturna de la instalación POSTDIV [7].....	71
Figura 63. Edificación en la Finca de la Concepción, Málaga .....	72
Figura 64. Detalle constructivo Cubierta vegetal Cántir [2].....	74
Figura 65. Proceso constructivo cubierta Cántir [2].....	76
Figura 66. Imagen cubierta vegetal Cántir [2].....	76
Figura 67. Detalle constructivo Cubierta vegetal Rizoma [2].....	77
Figura 68. Cubierta Rizoma en Jávea, Valencia [2].....	79
Figura 69. Sistema cubiertas verdes IGNIAGREEN [8] .....	80
Figura 70. Explosionado del sistema [8] .....	81
Figura 71. Sistema llave-tapa módulos IGNIAGREEN .....	82
Figura 72. Elementos básicos del conjunto IGNIAGREEN .....	83
Figura 73. Sistema IGNIAGREEN colocado en azotea [8].....	84
Figura 74. Sistema IGNIAGREEN en suelo técnico [8] .....	84
Figura 75. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en la cubierta del hotel [8].....	85
Figura 76. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en la cubierta del hotel [8] .....	86
Figura 77. Ejemplo de colocación de los módulos IGNIAGREEN sobre los IGNIACLACK [8].....	86
Figura 78. Imágenes de la instalación final con los módulos IGNIAGREEN (I) [8].....	86
Figura 79. Imagen de la instalación final con los módulos IGNIAGREEN (II) [8] .....	87
Figura 80. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en un Centro Educativo (I) [8] .....	88
Figura 81. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en un Centro Educativo (II) [8] .....	89
Figura 82. Instalación terminada con módulos IGNIAGREEN en el Centro Educativo [8] .....	90
Figura 83. Cubierta comunitaria con módulos IGNIAGREEN [8].....	91
Figura 84. Imagen de terraza comunitaria en Madrid con módulos IGNIAGREEN [8] .....	92

## 1. INTRODUCCIÓN

En esta guía se exponen diversas soluciones de lo que se ha denominado “**Jardines verticales y cubiertas verdes**”. La envolvente de un edificio se compone a grandes rasgos de la fachada y la cubierta del cerramiento exterior superior. Por tanto, se abordan en esta guía diversos tipos de soluciones constructivas de aplicación en las envolventes de nuestras construcciones.

Un jardín vertical, es una envolvente vertical verde de un edificio. La edificación tradicional de Andalucía, ha tenido durante siglos fachadas encaladas que rechazaban la mayor parte de radiación solar en época estival, disminuyendo la temperatura de las estancias interiores. La edificación moderna ha traído fachadas con múltiples acabados, que en muchas ocasiones son de color oscuro provocando una mayor captación de la energía solar. Una envolvente verde es una segunda piel del edificio, que tendrá por un lado la función estética de embellecerlo y por otro lado la función de sombreado en época estival con la consecuente disminución de la temperatura de la envolvente. Además, el jardín vertical facilita la regulación de la temperatura en el entorno exterior, al no devolver una cantidad tan intensa de la radiación solar.

En los casos en que estos jardines verticales tienen capacidad de florecer, aportan fragancias que dan un confort añadido a las zonas aledañas. La representación más cercana y tradicional de los jardines verticales se puede encontrar en los patios de las viviendas unifamiliares tradicionales. En algún municipio se ha convertido en un elemento de atracción del turismo como pueda ser el Concurso de “Los Patios de Córdoba” organizado desde 1921. El patio jugó un papel fundamental de regulación de la temperatura en los palacios, viviendas unifamiliares o plurifamiliares. No sólo por la disposición frecuente de claustros a su alrededor, fuentes, estanques, pozos de agua, y la sombra aportada por los gruesos muros de separación de la vivienda con el exterior, sino por la vegetación abundante en las paredes y perímetro del suelo cuyo riego frecuente permite la evaporación y por tanto la bajada de temperatura.



Figura 1. Patio del palacio en el interior de la fortaleza árabe “Alcazaba” en Málaga.



Son además los jardines verticales un elemento captador de CO<sub>2</sub> (a través de la fotosíntesis) y de múltiples agentes contaminantes como se explicará en los ejemplos que se desarrollan en esta guía. Con ello favorecen la limpieza del aire que rodea a las fachadas, y por tanto en aquellos patios donde se han instalado se ha disfrutado de un gran confort térmico y de aire limpio.

Por cubierta se debe entender la parte del cerramiento más elevada del edificio. Una cubierta de un edificio puede ser inclinada a varias aguas (en varias direcciones) como puedan ser los tradicionales tejados hechos a base de tejas, y también puede ser “plana”, con una ligera inclinación para el vertido de aguas, con lo que suele ser accesible para su uso.

Las cubiertas verdes tienen una función de protección contra agentes climáticos. Un ejemplo puede ser el de las islas Feroe (situadas ente Escocia e Islandia), donde las cubiertas de las edificaciones tradicionales eran inclinadas a dos aguas y estaban cubiertas por hierba. Es una manera de protección contra la humedad y las frecuentes lluvias de esa zona.

Las cubiertas planas en Andalucía, han sido tradicionalmente transitables, siempre que en su perímetro dispongan de los petos de protección. Han tenido tradicionalmente funciones como la de tender la ropa para su secado. Estas cubiertas tuvieron también en origen una función de recogida de aguas que se encauzaban hacia aljibes, pozos o estanques que estaban en el interior de los patios centrales de las edificaciones. Cuando las ciudades tuvieron sistemas de distribución de agua potable con presión de agua suficiente, se instalaron depósitos de agua en estas cubiertas planas que hacían las veces de almacenamiento en caso de corte de agua. En climas de calor intenso o semi-desérticos sigue habiendo una gran proliferación en la actualidad de estos sistemas de almacenamiento, como puede ser en la ciudad de Limasol (Chipre).

En la época estival en Andalucía, la radiación solar es tan intensa, que ha provocado en muchos municipios un despliegue de cerramientos para sombreado de las cubiertas, que han cambiado la estética de la edificación tradicional. Especial importancia tiene este aspecto en municipios edificados en laderas de montañas donde las cubiertas sobresalen unas sobre otras, a medida que el observador se va elevando en el municipio. Estos elementos de sombra cumplen el aspecto funcional pero no el estético. Siendo muchos municipios puntos de atracción del turismo, este aspecto es sin duda de interés e influencia en la economía local y tendrá en el futuro que encontrar un equilibrio entre la funcionalidad, el respeto a la estética comunitaria y el aseguramiento de la biodiversidad que se puede sin duda instalar sobre las mismas.

Además de la estética y la biodiversidad, se pueden ver gráficamente los beneficios de la utilización de una cubierta verde en la disminución de la temperatura superficial de la cubierta por la diferencia de colores en la termografía de la imagen de la derecha en la figura siguiente.



Figura 2 . Diferencia de temperatura superficial entre un techo normal y uno con cubierta verde un día de verano en Chicago [1]

El respecto a la diversidad local y el incremento de la belleza de las cubiertas, sin significar un incremento apreciable en el precio de la construcción se puede también apreciar en la imagen de la siguiente figura.

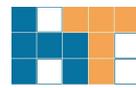


Figura 3 . Ejemplo de cubierta verde [2]

En lo que se refiere al ámbito europeo, el interés por el reverdecimiento de las ciudades, la mejora general de su medio ambiente y la sostenibilidad de las mismas en términos medioambientales, de respeto y conservación de la biodiversidad, y mejora social y económica, son objetivos apoyados desde la Comisión Europea por diversas estrategias y programas de incentivos. Algunos ejemplos, sin ser una lista exhaustiva, pueden ser los siguientes:

- **Premio a la capital verde europea:**  
[http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/index_en.htm)
- **Estrategia de desarrollo sostenible:**  
<http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=EN&f=ST%2010917%202006%20INIT>
- **Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos:**  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0571\\_/com\\_com\(2011\)0571\\_es.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_/com_com(2011)0571_es.pdf)

La estrategia de desarrollo sostenible, llega por ejemplo a los municipios de España a través de los Fondos FEDER para cada una de las **“Estrategias de Desarrollo Sostenible Urbano**



**Integrado**” que han desarrollado. En la última resolución de este tipo de convocatoria en 2016 se han adjudicado más de 700 millones de euros para su ejecución en el periodo 2017-2020 en más de ochenta municipios de toda España. Esta guía será sin duda una de las herramientas que podrán usar los técnicos municipales para definir el detalle las actuaciones en todo lo que se refiera a mejora del comportamiento energético en edificación a través del uso de envolventes verdes.

## 2. VENTAJAS Y CLASIFICACIÓN

### 2.1. Ventajas de la envolvente verde

La envolvente del edificio es la epidermis exterior que contempla tanto la cubierta como la fachada. Se listan a continuación las ventajas generales de las envolventes verdes.

- **Económicas**
  - Aporta sombra al edificio con lo que disminuye la necesidad de climatización y por tanto consigue un ahorro energético
  - Protección de la impermeabilización ya que reducen su degradación por efectos del viento, radiación ultravioleta y cambios bruscos de temperatura.
- **Confort**
  - Mejora las condiciones térmicas en el interior de las edificaciones al aportar sombra.
  - Reducción del ruido.
- **Sociales y psicológicas**
  - Se incrementa el área verde en las ciudades
  - Mejora el aspecto del paisaje urbano
- **Ambientales**
  - Mitigan el efecto isla de calor
  - Absorbente de contaminantes en el aire:
    - reducen el CO<sub>2</sub> del aire
    - liberan oxígeno,
    - filtran las partículas de polvo y suciedad
    - absorben partículas nocivas en aguas de lluvia (plomo, cobre y sulfuro de cadmio y cinc (según el estudio de Kohler & Schmidt, 1990)
  - Evitan el calentamiento de los techos y fachadas
  - Favorecen la biodiversidad en el medio ambiente urbano
  - Retienen las aguas pluviales en el sustrato, que son absorbidas por las plantas y devueltas a la atmósfera por efecto de evapotranspiración.

#### ¿Qué es el confort térmico?

El “confort térmico” existe cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío, es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

#### ¿Qué es el efecto isla de calor?

Acumulación de calor producida por los materiales absorbentes de calor (por ejemplo el hormigón) presente en las ciudades liberando este calor durante las horas nocturnas. De esta forma, se presentan temperaturas promedio altas.

## 2.2. Jardines verticales

Una posible clasificación de los jardines verticales podría hacerse atendiendo a su lugar de instalación. Así pues podríamos tener las siguientes categorías:

### 1. Fachada exterior.

En este caso pueden estar contruidos bien sobre una estructura soporte superpuesta a la fachada del edificio, o bien sobre una malla superpuesta al edificio que serviría de estructura de instalación del resto de elementos.

### 2. Estancias interiores.

La estructura soporte se fija en este caso a la pared interior o al forjado o solería. En este caso la iluminación natural puede tener una componente importante de iluminación artificial en caso de espacios sin huecos al exterior.

### 3. Separación de espacios exteriores

Este es el caso en el que se quieren crear distintos espacios exteriores, bien dentro de una misma parcela o para separar parcelas entre sí. En este caso se suelen usar postes como estructura portante que soporta el resto de los elementos.

## 2.3. Cubiertas vegetales

La cubierta es la parte del edificio más expuesta a las variaciones térmicas, ya que en ésta es donde se alcanza una mayor temperatura por exposición directa al sol durante el día en zonas de alta irradiación y la que recibe las precipitaciones de lluvia. Dependiendo de la zona climática, los parámetros en los que se encuentra varían, pudiendo existir condiciones distintas de temperatura del aire, radiación, humedad relativa y lluvia.

De esta forma, el diseño arquitectónico varía con el fin de proporcionar las condiciones necesarias de confort térmico interior.

Tabla 1. Niveles de confort térmico [3]

	Temperatura	Humedad relativa	Velocidad del aire (sistemas aire acondicionado)
Trabajos sedentarios	17 - 27 °C	30 - 70 %	0,25 m/s
Trabajos ligeros	14 - 25 °C	30 - 70%	0,35 m/s

Las cubiertas verdes se pueden categorizar en función del espesor de la capa de sustrato, lo que condiciona su uso y requerimientos en cuanto a diseño, selección de la vegetación, mantenimiento y necesidad de resistencia a cargas. Por ello, podemos diferenciar entre:

### 1. Cubiertas verdes extensivas

Se denominan cubiertas verdes extensivas aquellas que tienen suelos poco profundos (entre 8-15 cm). Este tipo de cubiertas están diseñadas para un mínimo mantenimiento y suelen soportar sedum (gran grupo de plantas suculentas que incluye un número muy grande de especies), musgo, plantas aromáticas o césped.

### 2. Cubiertas verdes intensivas

Las cubiertas verdes intensivas tiene una capa de suelo más profunda (mayor de 15 cm) en los que se pueden cultivar diversas especies de plantas. Dentro de esta tipología, nos encontramos con cubiertas que pueden ser multifuncionales ya que además de poseer una cubierta verde pueden combinarse con otros usos como podría ser una terraza por lo que nos encontramos ante cubiertas “transitables”. Por su funcionalidad, requieren una mayor capacidad de carga para soportar el peso del cultivo.

**Tabla 2. Características en función de la tipología de cubierta**

	Extensivas	Intensivas
Vegetación	Sedum, césped, hierba	Césped, plantas ornamentales, árboles,...
Espesor	8-15 cm	>30 cm
Transitabilidad	No/ Limitada	Sí
Mantenimiento	Poco	Frecuente

## 3. JARDINES VERTICALES

### 3.1. Introducción

En esta sección se van a desarrollar distintos casos de jardín vertical, con los asociados sistemas constructivos de cada uno de ellos.

Conceptualmente, los jardines verticales pueden ser muy sencillos, como puede ser una sencilla enredadera que crece desde la base de una fachada, estando plantada en una jardinera, y cubriendo la fachada misma. Este tipo de planta enredadera puede ser de hoja caduca, permitiendo el calentamiento de la fachada en invierno y protegiéndola del la radiación solar en verano. Un ejemplo de este sencillo jardín vertical se puede observar en la siguiente imagen:



Figura 4. Edificio de oficinas en el Parque Tecnológico de Andalucía en Málaga.

Los ejemplos que se desarrollan en este apartado, pertenecer a diseños industrializados que suelen tener los siguientes elementos comunes:

- Sujeción que se fija a la pared: pueden ser mallas, largueros, etc.

- Paneles soportes que se fijan a la sujeción anterior.
- Filtros, paneles de lana, gaviones, etc.
- Plantas ornamentales.

## 3.2. Sistema de panel de plástico, fieltros y panel de lana de roca preplantado

### 3.2.1. Introducción

Este tipo de jardín vertical está formado por una estructura portante metálica sobre la que se anda un trasdosado de paneles de PVC, al que se fija una combinación de fieltros, sobre los que se colocan unos paneles de *lana de roca* con vegetación pre-plantada en vivero.

! **Lana de roca:** es un producto mineral que funciona como un excelente sustrato para el cultivo hidropónico (no requieren tierra, sino agua y nutrientes) ya que permite el paso del aire entre sus pequeñas hebras además de servir de contenedor de agua.

### 3.2.2. Ventajas

Se expone a continuación las ventajas de este sistema:

- **Ligereza:** se trata de un sistema ligero, aunque no tanto como los sistemas de F+P simples.
- **Durabilidad:** los materiales de sustrato inerte confieren mayor durabilidad al jardín vertical.
- **Facilidad de sustitución de planta:** la planta se sustituye fácilmente ya sea cambiando el panel completo o introduciendo nuevas unidades en los huecos existentes.
- **Resistencia al frío:** Cuanto mayor es el espesor del panel mejor responde el sistema ante la congelación.
- **Acabado vegetal tapizado desde el principio:** al realizarse la plantación de especies en paneles, con anterioridad a la colocación del jardín, éstas se encuentran en un avanzado estado de crecimiento en el momento de su instalación.

### 3.2.3. Elementos principales para su instalación

Se expone a continuación los elementos principales de este sistema, tomando como referencia los datos aportados por la entidad SingularGreen:



1. **Estructura portante:**
  - Perfil metálico: perfil de aluminio anodizado de sección rectangular de dimensiones 40x40x3 mm.
  - Anclaje de la estructura: anclaje directo de tornillo auto-taladrante cincado con cabeza hexagonal y arandela, o ménsula de anclaje de acero inoxidable.
2. **Capa impermeable:** modelo de panel SG-P10, panel de PVC espumado de 10 mm de espesor, anclado mediante tornillería a la estructura portante.
3. **SopORTE vegetal:**
  - a. sustrato modelo SG-M500, geotextil no tejido mineral de doble membrana, espesor 3,8 mm.
  - b. sustrato modelo SG-L50, panel de lana de roca, espesor 50 mm.
4. **Acabado vegetal:** plantas según proyecto, especies vegetales seleccionadas en función del proyecto y la zona climática. Estas plantas crecen en vivero dentro de los paneles de lana de roca.
5. **Tubería de riego:** doble tubería modelo SG-R16, dos conductos de diámetro 16 mm, con goteros integrados auto-compensantes.
6. **Sistema de recogida de agua:** rejilla y canal metálico, piezas de acero inoxidable con un punto de evacuación de agua.



**Geotextil:** es una tela permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente polipropileno y poliéster.

En la imagen siguiente se muestran los principales elementos del sistema:

ESTRUCTURA PORTANTE	Perfil de aluminio		SUJECIÓN SOPORTE VEGETAL	Taco SG-F40	
ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA PORTANTE	Anclaje directo		ACABADO VEGETAL	Plantas según proyecto	
	Ménsula de anclaje		TUBERÍA DE RIEGO	Doble tubería SG-R16	
CAPA IMPERMEABLE	Panel SG-P10		MEBRANA DE REDIRECCIONAMIENTO	Lámina SG-PE	
SOPORTE VEGETAL	Geotextil SG-M500		SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUA	Rejilla y canal metálico	
RELLENO DE BOLSILLOS	Panel SG-L50-100				

Figura 5. Elementos principales de la solución F+P Preplant [2]

Todas las piezas anteriormente expuestas se instalan en una fachada tal y como se explica en el diagrama siguiente:

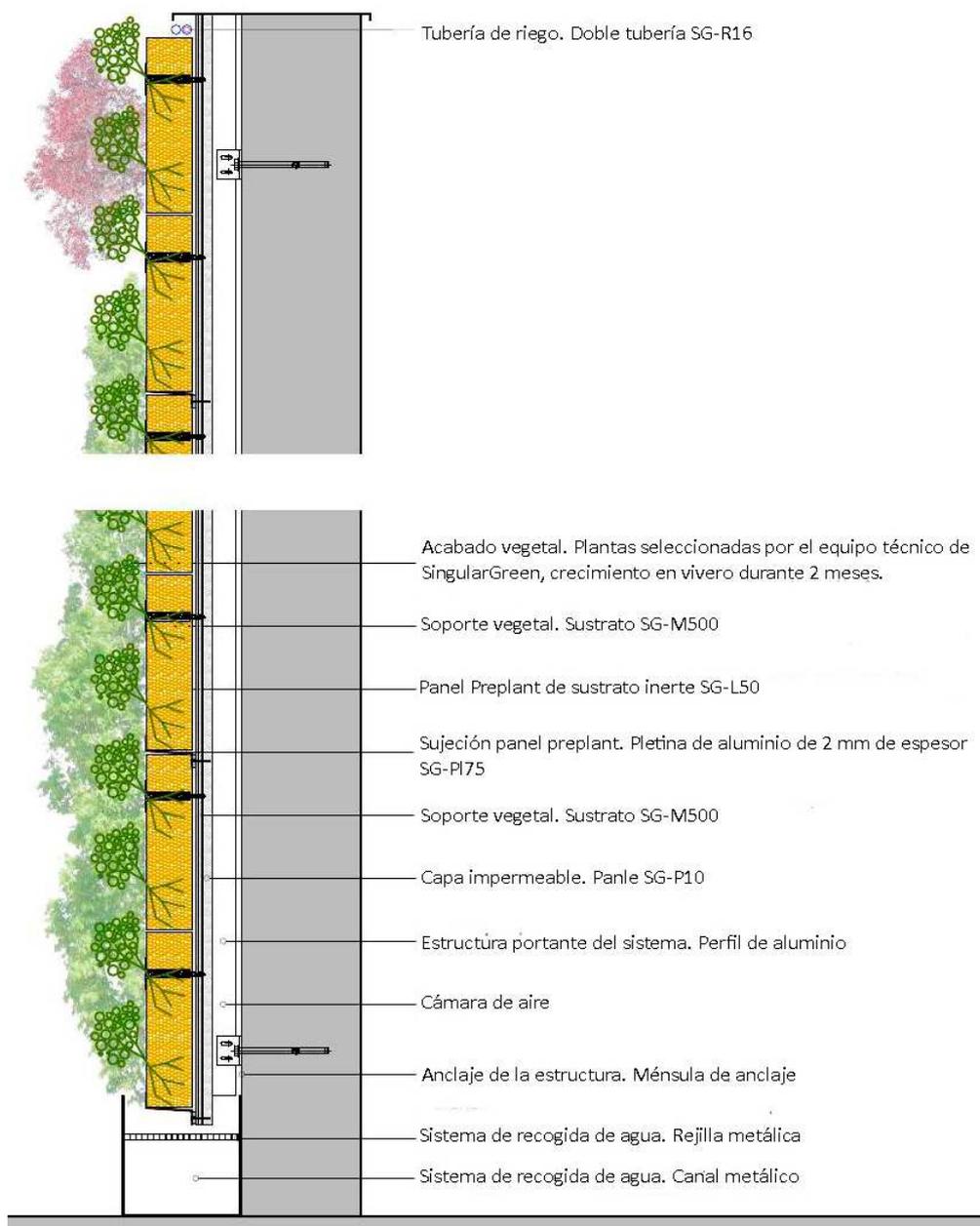


Figura 6. Detalle constructivo de la solución F+P Preplant [2]

### 3.2.4. Usos y aplicaciones

Los sistemas de filtros y panel pre-plantado es recomendable para **grandes superficies exteriores en climas que sufren heladas muy prolongadas**. Se expone a continuación un caso de éxito relevante.





*Singulargreen – F+P Preplant, Palacio de Congresos, Vitoria - Gasteiz*

**Proceso de construcción:**



1. Plantación de las especies en vivero sobre lana de roca, con 2 meses de antelación.



2. Colocación de la estructura portante, los paneles SG- P10 y el riego SG-R16



3. Colocación de los paneles de lana de roca sobre la estructura auxiliar.



4. Finalización de detalles. Instalación del zócalo inferior y de la iluminación.

**Figura 8. Proceso constructivo jardín vertical F+P. Palacio de Congresos de Vitoria [2]**

La utilización de plantas autóctonas en el diseño supuso uno de los principales retos del proyecto, muchas de las plantas del entorno de Vitoria están adaptadas a los periodos de sequía del clima de meseta y tienen dificultades para sobrevivir en entornos más húmedos como los sistemas convencionales de jardinería vertical. Para este proyecto se diseñó el sistema F+P optimizando la saturación del sustrato de manera que este tipo de plantas pudieran desarrollarse perfectamente.



*Singulargreen – F+P Preplant, Palacio de Congresos, Vitoria - Gasteiz*

La fachada vegetal tiene una superficie total de 1.492 m<sup>2</sup>, de los cuales 1.000 m<sup>2</sup> son jardín vertical del sistema F+P hidropónico y 492 m<sup>2</sup> son de plantas trepadoras que cubren los ventanales. Para su plantación se utilizaron más de **33.000 plantas de diversas variedades autóctonas de la zona de Álava y el País Vasco.**

El **sistema hidropónico** utilizado para mantener este jardín confiere al sustrato las óptimas condiciones de nutrientes, pH, conductividad y humedad para este tipo de vegetación. Además, todo el sistema se encuentra **monitorizado mediante control remoto** con el objetivo de ahorrar agua, energía y controlar el desarrollo de las plantas.



Iniciando el recorrido de la fachada vegetal de izquierda a derecha primero nos encontramos el **Humedal vertical**, la fachada vegetal reproduce el patrón formal de los humedales de Salburua (una zona de humedal en el entorno de la ciudad de Vitoria-Gasteiz). Las especies utilizadas son propias de los humedales de la zona: *Scirpoides holoschoenus*, *Cyperus longus*, *Carex mairii*, *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, *Cirsium monspessulanun*, *Tetragonolobus maritimus*, *Lysimachia ephemerum*...



En el centro de la fachada los perfiles de aluminio reproducen la estructura de las parcelas del campo de Álava, dentro de este espacio se ha destinado una zona para un **Huerto Vertical** donde se plantan especies de huerta según la temporada.

**Figura 9. Imágenes del Humedal vertical y huerto vertical del Palacio de congresos de Vitoria [2]**



**Singulargreen – F+P Preplant, Palacio de Congresos, Vitoria - Gasteiz**



En la zona norte de la fachada la estructura de los perfiles se vuelve más orgánica y se estructura a partir de un río, es el **Bosque Vertical**. Esta es la zona que reproduce los ecosistemas de los cerros y los montes de Vitoria. Algunas de las especies utilizadas son: Ribes alpinum, Sorbus aria, Crataegus monogyna, Prunus spinosa, Erica vagans, Genista occidentalis, Globularia nudicaulis, Teucrium pyrenaicum, Bromus erectus, Carex humilis... incluso se han plantado dos especies de árboles: Hayas Fagus sylvatica y tejos Taxus baccata.



Los grandes ventanales quedarán cubiertos por **enredaderas caducifolias** que permiten el paso de la luz del sol en invierno y protegen el edificio del calor del verano, creando un edificio **biológicamente ecoeficiente**.

Figura 10. Imagen jardín vertical F+P Preplant, Palacio de congresos de Vitoria. [2]

**Presupuesto:**

El presupuesto aproximado de este jardín fue de 450 €/m<sup>2</sup>.

### 3.3. Jardín vertical de panel de plástico y fieltros plantados in situ

#### 3.3.1. Introducción.

Este tipo de sistema consiste en una estructura portante metálica sobre la que se dispone un trasdosado de paneles plásticos. En estos paneles se fija una combinación de fieltros donde crecen las raíces y circula una solución de riego *hidropónica*. Desaparecen en este caso los paneles de lana de roca en comparación con el sistema explicado en el punto anterior.

! **Hidroponía:** Método de cultivo de plantas que en lugar de tierra utiliza soluciones acuosas nutritivas disueltas en agua con los nutrientes químicos necesarios, o con sustratos estériles (arena, grava, vidrio molido...) como soporte de la raíz de las plantas para su desarrollo.

#### 3.3.2. Ventajas

Se expone a continuación las ventajas de este sistema:

- **Ligereza.** Este sistema es el más ligero dentro del ámbito de los jardines verticales, ya que reduce el medio de plantación a su mínima expresión. Esto lo convierte en el más adecuado para su aplicación en rehabilitaciones de edificios existentes.
- **Facilidad de sustitución de riego.** Las conducciones se sustituyen de manera sencilla grapando una nueva capa de fieltro.
- **Facilidad de sustitución de planta.** La planta se sustituye fácilmente grapando una nueva capa de fieltro.
- **Apariencia verde del sustrato.** A diferencia de otros sistemas, la capa exterior de fieltro es colonizada por algas y musgos y adquiere una apariencia verde independientemente del crecimiento de las plantas.

#### 3.3.3. Elementos principales para su instalación

Se expone a continuación los elementos principales de este sistema, que son los mismos que en el caso anterior, a excepción de desaparecer el panel de lana de roca como Soporte vegetal, quedando sólo el sustrato geotextil. Se toman como referencia los datos aportados por la entidad SingularGreen:

**1. Estructura portante:**

- Perfil metálico: perfil de aluminio anodizado de sección rectangular de dimensiones 40x40x3mm.
- Anclaje de la estructura: anclaje directo de tornillo autotaladrante cincado con cabeza hexagonal y arandela, o ménsula de anclaje de acero inoxidable.

**2. Capa impermeable:** panel modelo SG-P10, panel de PVC espumado de 10 mm de espesor, anclado mediante tornillería a la estructura portante.

**3. Soporte vegetal:** sustrato modelo SG-M500, geotextil no tejido mineral de doble membrana, espesor 3,8 mm.

**4. Acabado vegetal:** plantas según proyecto, especies vegetales seleccionadas en función del proyecto y la zona climática.

**5. Tubería de riego:** doble tubería SG-R16, dos conductos de diámetro 16 mm, con goteros integrados autocompensantes.

**6. Sistema de recogida de agua:** rejilla y canal metálico, piezas de acero inoxidable con un punto de evacuación de agua.

En la imagen siguiente se muestran los principales elementos del sistema:



Figura 11. Elementos principales del sistema F+P [2]

Todas las piezas anteriormente expuestas se instalan en una fachada tal y como se explica en el diagrama siguiente:

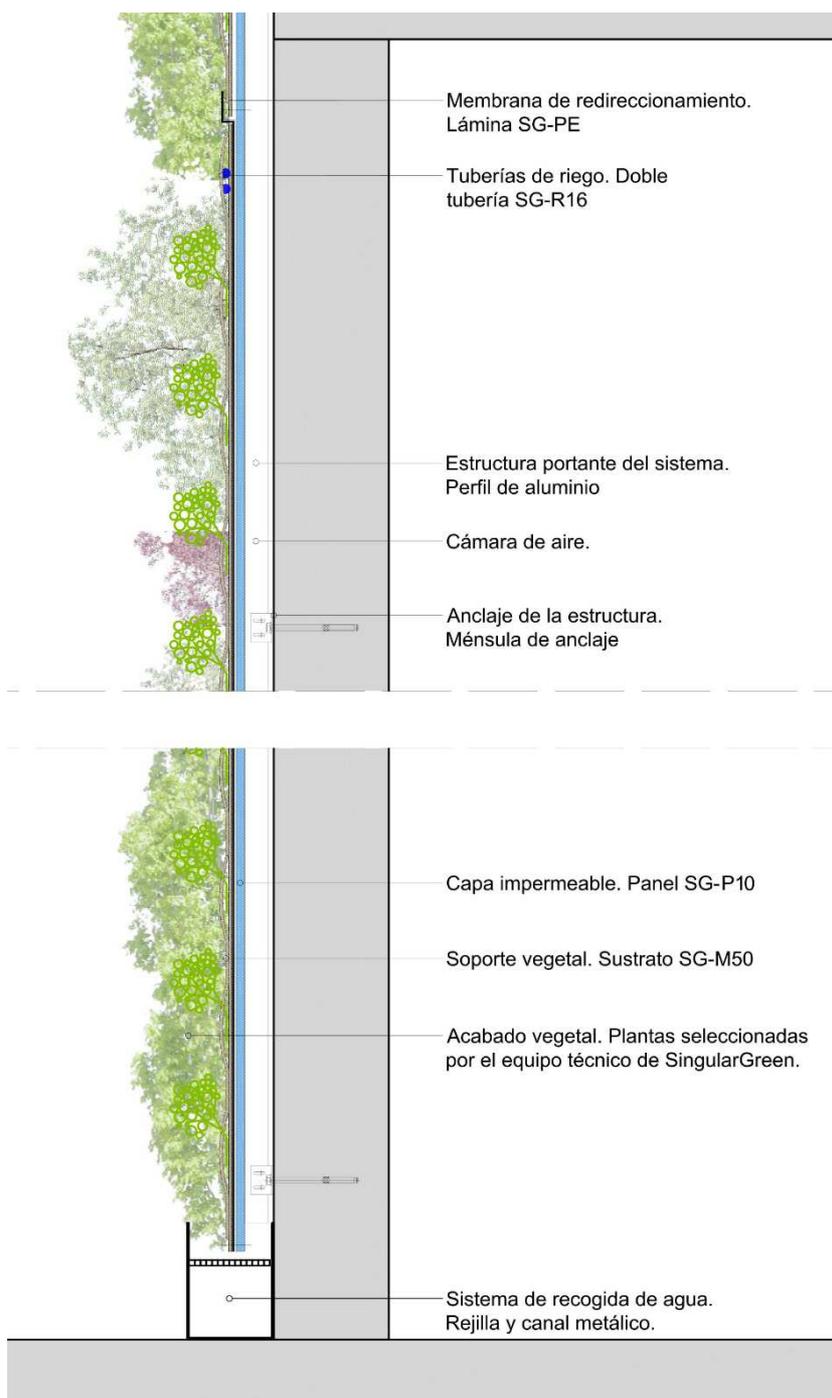


Figura 12. Detalle constructivo Jardín Vertical F+P [2]

### 3.3.4. Usos y aplicaciones

Este sistema es recomendable para **grandes superficies exteriores o interiores**. En exterior es aconsejable **en climas que no sufran heladas muy prolongadas**. Se expone a continuación unos casos de éxito relevantes.

### 3.3.5. Caso de éxito 2 - SINGULARGREEN - F+P exterior, Hotel



#### Hotel HM tropical, Palma de Mallorca

##### Descripción:

- **Tipo:** Hotel. Instalación exterior
- **Año ejecución:** 2016
- **Superficie:** 110 m<sup>2</sup>

Este jardín de sistema F+P fue construido en Palma de Mallorca, en concreto en la fachada de un hotel, el hotel HM Tropical.

Este jardín vertical tiene unas dimensiones de 110 m<sup>2</sup>, que lo sitúan (por ahora) como el mayor jardín vertical de toda la isla de Mallorca. Además, con casi **3.000 plantas** en el momento de la plantación, ya que ahora habrá más al reproducirse de forma sistemática, podemos decir que **es uno de los mayores puntos verdes de Baleares**.

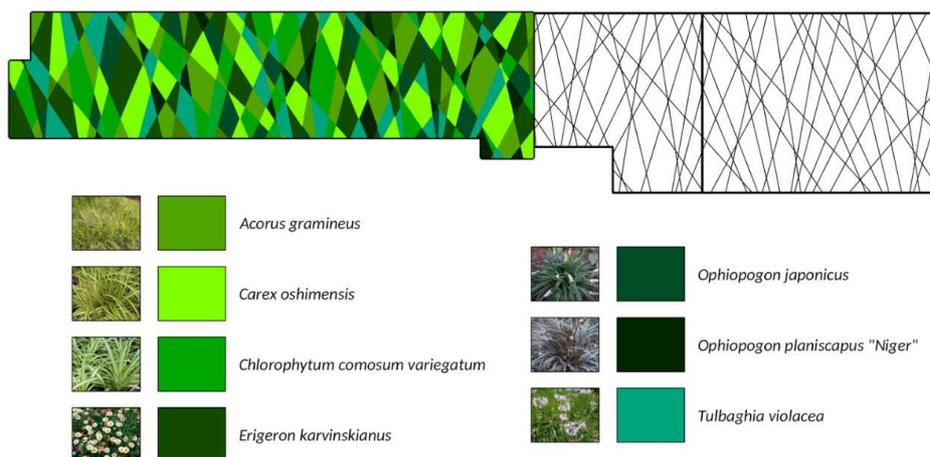


Figura 13. Diseño vegetal para jardín vertical en el Hotel HM Tropical, Palma de Mallorca [2]

Las plantas empleadas en la realización de este jardín vertical fueron seleccionadas en base a su **gran resistencia y adaptabilidad**, ya que la fachada tiene orientación norte y además presenta situaciones de rachas de viento importantes.

Para la ejecución del jardín fue necesario diseñar, fabricar e instalar una estructura portante que lo separase alrededor de 90 cm de la pared, con el fin de salvar el pasillo inferior.



**Hotel HM tropical, Palma de Mallorca**



1. Colocación de la estructura. En este proyecto los perfiles se separaron unos 90cm de la fachada, para poder salvar el pasillo inferior.



2. Colocación de los paneles SG-P10. Sobre la estructura de aluminio se anclan los paneles de PVC mediante tornillería



3. Anclaje del sustrato SG-M500 y colocación de tuberías de riego SG-R16. La capa de fieltro se extiende y se grapa a la base de PVC y en la parte superior se coloca la tubería de riego.



4. Plantación. Entre las capas que forman el sustrato SG-M500 se colocan las raíces de las plantas.

Figura 14. Proceso constructivo F+P. Palma de Mallorca [2]

**Presupuesto:**

El presupuesto aproximado de este jardín fue de 260 €/m<sup>2</sup>.



Figura 15. Jardín vertical F+P exterior. Palma de Mallorca [2]

### 3.3.6. Caso de éxito 3 - SINGULARGREEN - F+P Oficina



#### Descripción:

- **Tipo:** Oficina. Instalación interior
- **Lugar:** Santa Ponça (Mallorca)
- **Superficie:** 12 m<sup>2</sup>

Este jardín vertical de sistema F+P fue construido en el interior de unas oficinas en Santa Ponça, en la parte oeste de Mallorca. Fue ejecutado en el año 2016, y ocupa una superficie de 12 m<sup>2</sup>. Este jardín vertical es completamente **hidropónico**, con recirculación de las aguas del jardín, de forma que el consumo de aguas es mínimo, característica muy importante para la situación actual de casi sequía de Mallorca.



**1 y 2.** Colocación de la estructura, paneles SG-P10 y riego SG-R16. Los perfiles de aluminio se anclan sobre una estructura perimetral. Sobre este rastrelado, se instalan los paneles de PVC y posteriormente el riego.



**3 y 4.** Anclaje del fieltro y plantación. Sobre los paneles de PVC se extiende el geotextil, anclado mediante grapas a los paneles de PVC. Una vez finalizado se realiza la plantación dentro de los bolsillos del fieltro.

**Figura 16. Proceso constructivo F+P. Palma de Mallorca [2]**



### Vegetación:

Las plantas propuesta e instaladas en el jardín, casi 500 unidades, fueron especialmente seleccionadas para el entorno, ya que nos ayudan a liberar a la oficina de contaminantes del aire, causantes del “Síndrome del Edificio Enfermo” y además se adaptan y desarrollan de manera estupenda en espacios interiores, creando unas interacciones biológicas entre ellas muy interesantes.

Las plantas utilizadas son las siguientes:

- *Adiantum capillus-veneris*
- *Alocasia amazonica* \*
- *Begonia rex*
- *Nephrolepis exaltata*
- *Philodendron scandens*
- *Pteris cretica*
- *Spathiphyllum wallisii*
- *Syngonium podophyllum*

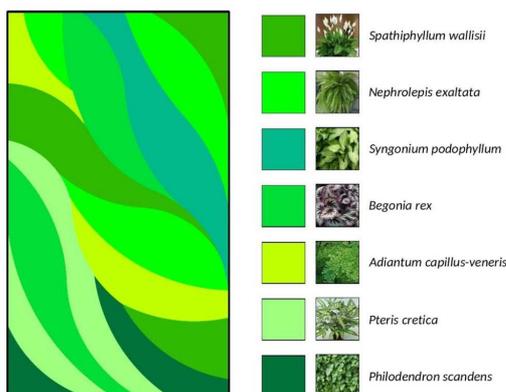


Figura 17. Diseño de jardín vertical de Santa Ponça [2]

### Presupuesto:

El presupuesto aproximado de este jardín fue de 500 €/m<sup>2</sup>.

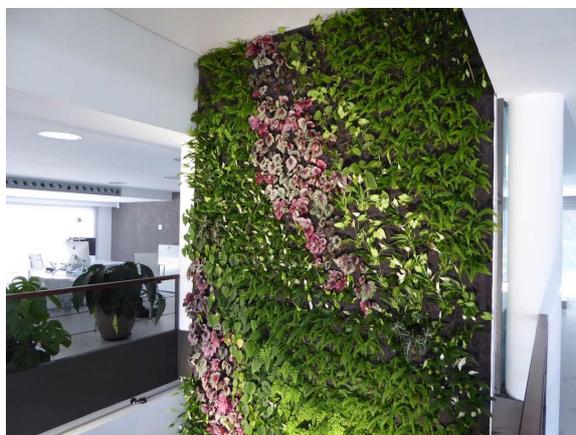


Figura 18. Imagen jardín F+P interior en Santa Ponça. [2]

## 3.4. Jardín vertical de panel aminoplástico y polifieltsos plantados insitu

### 3.4.1. Introducción

Esta tecnología permite disfrutar de **jardines verticales, azoteas verdes y fachadas vegetales con un mantenimiento mínimo**, sin apenas reposición de plantas y con una serie de beneficios funcionales, para la salud y para el medioambiente que justifican una obra de estas características desde el punto de vista personal y empresarial.

La descripción de este sistema se basa en la solución denominada Paisajismo Urbano® con patente (P201030799). Las principales características son las siguientes:

1. Sistema **de riego totalmente automatizado** que regula cualquier desequilibrio que pueda surgir en el Ecosistema Vertical. Avisos vía SMS.
2. En caso de ser necesario, recirculación del agua utilizada que aprovecha al máximo el riego del Ecosistema Vertical, **optimizando el consumo de agua y ahorrando costes**.
3. Soporte compacto basado en una **base metálica, una capa de PVC y otra de fieltros especiales** con un peso aproximado de 30 kilos y una distribución de 30 plantas por metro cuadrado en el que es posible el crecimiento de plantas de más de dos metros.
4. De ser preciso, aportación de un **repelente biológico** que no atrae ni permite la proliferación de insectos ni bacterias.
5. **Garantía** por escrito de la perdurabilidad de nuestros jardines verticales.
6. **Mantenimiento gratuito durante los primeros meses**. El mantenimiento posterior queda a la libre elección del cliente.
7. **Finalización de la obra en menos de un mes** (para jardines verticales de 100 metros cuadrados).

### 3.4.2. Ventajas

Una de las principales ventajas que presenta este sistema frente a otros es el **bajo mantenimiento** que requiere. Puesto que estos diseños están **domotizados**, las únicas operaciones necesarias para mantenerlos en perfecto estado son la reposición de insumos y tres podas anuales.

Además, los jardines verticales realizados con este sistema implican los siguientes beneficios:

#### 1. Beneficios Medioambientales:

- Generan oxígeno, atrapan el polvo, filtran los gases nocivos y los metales pesados suspendidos en el aire.
- Disminuyen hasta cinco grados la temperatura interior de un edificio en estaciones calurosas, manteniendo el calor acumulado en las estaciones frías. El ahorro energético puede suponer hasta 500 euros por metro cuadrado instalado al año.



- Aminoran el efecto isla de calor en las grandes ciudades.
- Reducen la contaminación acústica hasta en 10 decibelios.
- Mejoran el rendimiento de los empleados.
- Reducen el riesgo de inundaciones, ya que retienen parte del agua de lluvia.

## 2. Beneficios para el propietario:

- Aprovechamiento de espacios infrautilizados.
- Revalorización del inmueble.
- Atractivo mediático.
- Contribución positiva a la Responsabilidad Social Corporativa (RSC).
- Mejora estética del inmueble.
- Efecto disuasorio ante grafitis y actos vandálicos

### 3.4.3. Elementos principales para su instalación

El sistema se compone de las siguientes capas:

1. **Capa 0:** Rastrelado de perfiles metálicos. Dimensiones según solicitudes de carga a viento y estado del soporte.
2. **Capa 1:** Panel aminoplástico P-URB 750, espesor 10 mm.
3. **Capa 2:** Polifiltro fitogenerante P-URB 700, espesor 3 mm.
4. **Capa 3:** Cobertura vegetal de especies seleccionadas según las características de la fachada.

**Grosor total: 20 mm**

En el diagrama siguiente se pueden apreciar las distintas capas.

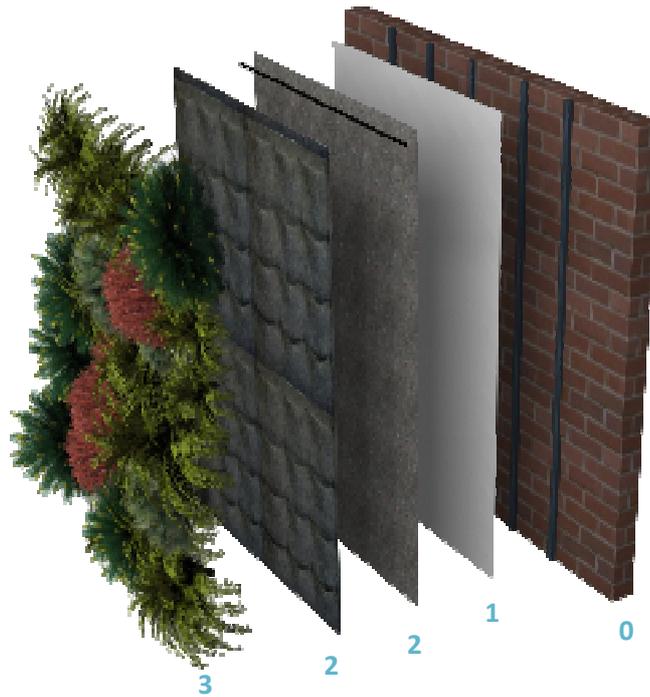


Figura 19. Composición del sistema de Paisajismo Urbano [4]

#### 3.4.4. Usos y aplicaciones

Este sistema puede utilizarse en cualquier instalación de jardines verticales, como:

- Fachadas
- Columnas
- Medianeras
- Carteles publicitarios
- Interior
- Exterior
- ...

Para poder garantizar por escrito el éxito de cada proyecto los expertos en botánica realizan una selección detallada de especies estudiando a las características particulares de cada caso, basándose tanto en los deseos del cliente como en criterios de luminosidad, orientación y ubicación entre otros.

### 3.4.5. Caso de éxito 4 - PAISAJISMO URBANO - Edificio de oficinas bioclimático



#### Descripción

- **Tipo:** Oficinas, edificio bioclimático
- **Localización:** Alhaurín de la Torre (Málaga)
- **Superficie:** 222 m<sup>2</sup>

A principios de diciembre de 2014 Paisajismo Urbano terminó la construcción de un ecosistema vertical de 222 metros cuadrados en **Alhaurín de la Torre (Málaga)** compuesto por dos fachadas vegetales. Con más de **6.000 plantas de 20 especies** diferentes, estos jardines verticales cubren el Edificio Inteligente situado en la barriada de El Peñón, un inmueble de bio-arquitectura diseñado para resultar medioambientalmente sostenible y para el consumo energético eficiente.



Figura 20. Imágenes de la instalación del jardín vertical en el edificio CSI IDEA [4]

Los dos revestimientos vegetales de este edificio tienen orientaciones opuestas, por lo que uno de ellos tiene más horas de sol mientras que el otro se encuentra a la sombra la mayor parte del día, motivo por el que fue necesario elegir cuidadosamente las plantas para cada una de las orientaciones teniendo en cuenta sus condiciones específicas. El tiempo de realización de este proyecto fue de un mes y medio.

El Edificio Inteligente CSI Idea es un proyecto de EZAR Arquitectura y Diseño, **un edificio sostenible cuyo diseño implica un 50% de ahorro en el consumo de agua, y para cuya construcción se utilizaron materiales de acabados con origen responsable y un bajo impacto ambiental.**



Figura 21. Jardín vertical del edificio CSI IDEA recién instalado y varios meses después [4]



### Beneficios:

- Este Ecosistema Vertical **generará el oxígeno que necesitan 222 personas al año.**
- Anualmente será **capaz de atrapar 29 kilos de polvo, de filtrar 148 toneladas de gases nocivos y de atrapar y procesar 55 kilos de metales pesados.**
- Además ayuda a aislar térmicamente el interior del edificio, **disminuyendo hasta cinco grados la temperatura interior de un edificio** en estaciones calurosas, manteniendo el calor acumulado en las estaciones frías. El ahorro energético puede suponer hasta 500 euros por metro cuadrado al año.
- También funciona como **aislante acústico**, reduciendo hasta en 10 decibelios la contaminación acústica.

### Mantenimiento:

Al estar realizado con el sistema patentado de Paisajismo Urbano, el único mantenimiento que requiere es la reposición de insumos y tres podas anuales.

### Presupuesto:

Entre 200 € y 300 € el m<sup>2</sup>.

### 3.4.6. Caso de éxito 5 - PAISAJISMO URBANO - Edificio histórico



#### Descripción

- **Tipo:** Edificio histórico
- **Localización:** Elche, Alicante.
- **Superficie:** 100 m<sup>2</sup>

En diciembre de 2014 Paisajismo Urbano finalizó la construcción de un jardín en el centro de la ciudad de Elche, en Alicante (España). Esta obra vegetal, que abarca una superficie de 100 metros cuadrados, consta de más de **3.000 plantas pertenecientes a 15 especies de 5 familias distintas**, en su mayoría endémicas.

Esta fachada vegetal se encuentra en la pared medianera de la casa colindante a La Calahorra, uno de los principales edificios históricos de la ciudad, y un área urbana sin un uso definido. Sin embargo, gracias al arquitecto Antonio Maciá, esta zona está ahora abierta al disfrute de ilicitanos y turistas, con la construcción de una cafetería incrustada en el jardín vertical.



Figura 22. Edificio La Calahorra, Elche [4]



Figura 23. Instalación del jardín vertical en La Calahorra, Elche [4]

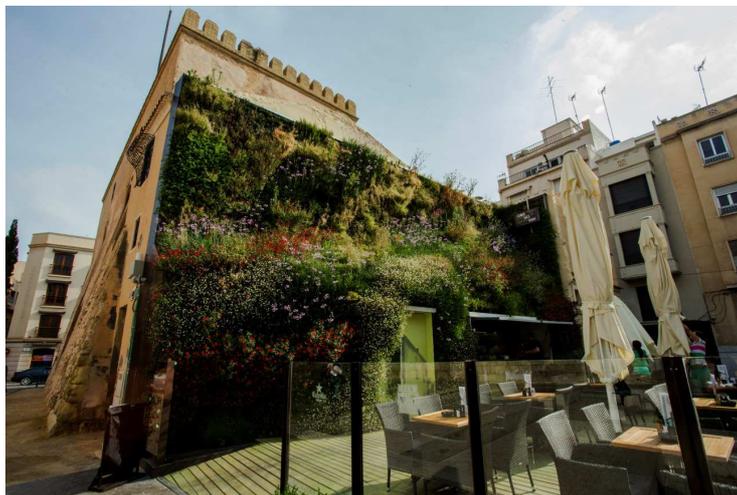


Figura 24. Jardín vertical en La Calahorra, Elche [4]

#### Beneficios:

Este Ecosistema Vertical generará el oxígeno que necesitan 100 personas al año. Anualmente será capaz de atrapar 13 kilos de polvo, de filtrar 66 toneladas de gases nocivos y de atrapar y procesar 15 kilos de metales pesados.

Además se ha convertido en un referente turístico de la ciudad, y ha reconvertido una zona sin utilidad en un espacio de ocio.

#### Mantenimiento:

Al estar realizado con el sistema patentado de Paisajismo Urbano, el único mantenimiento que requiere es la reposición de insumos y tres podas anuales.

#### Rango de precios de la instalación:

Entre 200 € y 300 €/m<sup>2</sup>

### 3.4.7. Caso de éxito 5 - PAISAJISMO URBANO - Edificio de viviendas



#### Descripción

- **Tipo:** Edificio de viviendas
- **Localización:** Santalalía, Bogotá (Colombia)
- **Superficie:** 3.100 m<sup>2</sup>

A comienzos de 2016 Paisajismo Urbano finalizó la construcción del jardín vertical más grande del mundo hasta la fecha.

Se trata de un coloso de más de 3.100 metros cuadrados, localizado en la ciudad de Bogotá, en Colombia. Su cobertura vegetal está compuesta por cerca de **115.000 plantas de 10 especies y 5 familias diferentes.**

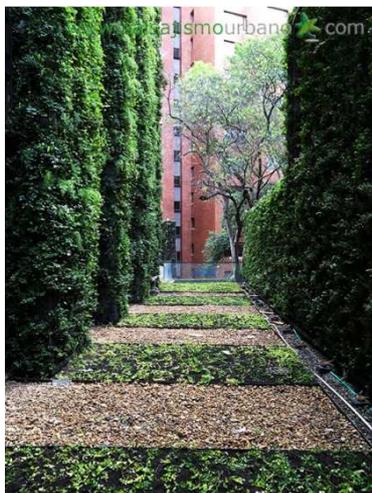


Figura 25. Jardín vertical en Santalalía, Bogotá [4]

Fueron necesarios 8 meses para su diseño y otros 8 para su ejecución.



### Beneficios:

Este proyecto constituye todo un “pulmón verde” en pleno centro de la ciudad. El jardín vertical generará el oxígeno que necesitan más de **3.100 personas** y absorberá las emisiones de **745 vehículos al año**. Además, ayudará a reducir el efecto “isla de calor” en la capital colombiana.

Anualmente será capaz de **atrapar 403 kilos de polvo**, de filtrar más de **2.000 toneladas de gases nocivos** y de atrapar y procesar **775 kilos de metales pesados**.

Además ayuda a **aislar térmicamente** el interior del edificio, disminuyendo hasta cinco grados la temperatura interior de un edificio en estaciones calurosas, manteniendo el calor acumulado en las estaciones frías. El ahorro energético puede suponer hasta 500 euros por metro cuadrado al año.

También funciona como **aislante acústico**, reduciendo hasta en 10 decibelios la contaminación acústica.



Figura 26. Vista del jardín vertical de Santalaia, Bogotá (Colombia) [4]

### Mantenimiento:

Al estar realizado con el sistema patentado de Paisajismo Urbano, el único mantenimiento que requiere es la reposición de insumos y tres podas anuales.

### Rango de precios de la instalación:

Entre 200 € - 300 € /m<sup>2</sup>.

## 3.5. Jardín vertical con gaviones metálicos sobre malla metálica

### 3.5.1. Introducción

Entre las soluciones de jardines verticales, se encuentra la instalación de gaviones hechos con malla metálica y rellenos de un sustrato especial llamado **sphagnum**. Estos gaviones se andan en un soporte fijo que se adapta a la superficie a cubrir. A continuación se procede a plantar las especies elegidas en función de un diseño previamente definido. El conjunto incluye un sistema de riego automático programable que proporciona al conjunto la humedad necesaria.

! El **sphagnum** es un género de especies de musgos que pueden retener grandes cantidades de agua dentro de sus células.

La instalación de un jardín vertical con este sistema no requiere obra ni preinstalación. Se puede cubrir cualquier superficie con planta viva, ya que la forma y el tamaño de los gaviones se ajustan a las características de la construcción.



Figura 27. Instalación de jardín vertical con gaviones metálicos [5]

### 3.5.2. Ventajas

Gracias a esta técnica es posible plantar y cubrir cualquier superficie vertical. Esta técnica en jardines verticales presenta las siguientes características:

1. **Fácil instalación**, sin necesidad de obra.
2. **Rapidez de instalación**, máximo una semana (para 30 m<sup>2</sup>).
3. **Sistema Integrado de riego automático**.
4. **Diseño modular que se adapta a cualquier superficie**.

5. **Capacidad para ejecutar diseños con multitud de especies botánicas**, pudiendo utilizarse más de 1.000 especies.
6. **Bajo mantenimiento.**
7. **Captador natural de CO<sub>2</sub>.** Según el proyecto SILENTVEG (dirigido por el Dr. Miguel Urrestarazu Gavilán, de la Universidad de Almería), se observa una absorción entre 10 y 40 g m<sup>2</sup>/día, que se fija en la estructura de las plantas.
8. **Mejora la capacidad térmica del edificio**, al actuar el jardín vertical como protección solar de la envolvente.
9. **Aislante natural del ruido.** Según el mismo proyecto SILENTVEG, la onda acústica reflejada por el jardín vertical puede tener coeficiente de reflexión de valor hasta 0,6 en función de la frecuencia de la onda acústica incidente.

! Coeficiente de reflexión acústico: cuantifica la amplitud de una onda acústica reflejada comparada con la onda incidente. El coeficiente de reflexión está estrechamente relacionado con el coeficiente de transmisión, que cuantifica la amplitud de la onda que atraviesa el medio aislante. La onda transmitida será la parte de la onda incidente que no es reflejada y que no es absorbida por el propio medio aislante (en este caso el jardín vertical).

### 3.5.3. Elementos principales de la instalación

La instalación haciendo uso de gaviones metálicos es muy sencilla. En primer lugar se instala una malla de tipo RIVISA, con o sin soportes en función de la resistencia del paramento que se va a cubrir con el jardín vertical. Esta malla constituye la estructura a la cual se andan los gaviones en cuyo interior va el sustrato. Una vez completada la instalación de los gaviones, se hidrata el sphagnum y se planta éste con las especies definidas en el diseño.

En las siguientes fotografías tomadas durante la instalación del jardín vertical del Gastronomercado La Galería en Fuengirola, se puede ver el proceso:



Figura 28. Instalación jardín vertical con gaviones metálicos en el Gastronomo La Galería, Fuengirola (Málaga) [5]

En esta fotografía se observa la *mallatipo Rivisa* anclada a la pared y en la parte de la izquierda, la colocación de gaviones rellenos de sphagnum. La mallatipo Rivisa es mallarígida electro-soldada como las utilizadas para separar parcelas.



Figura 29. Instalación de jardín vertical [5]

En esta otra fotografía se observa la pared totalmente cubierta por los gaviones de sphagnum y la fase de plantación.

### 3.5.4. Usos y aplicaciones

Se pueden adaptar a cualquier tipo de edificación, tanto en edificios públicos como en particulares, en exterior e interior.

En los casos de instalación interior cuando no hay luz natural suficiente, se instala además un sistema de iluminación que aporta la energía necesaria para que las plantas realicen la función de fotosíntesis.

### 3.5.5. Caso de éxito 6 - ACER Paisajismo y jardinería - Restaurantes



#### **Restaurante José Carlos García, Muelle Uno (Málaga)**

##### **Descripción**

- **Tipo:** Instalación interior
- **Localización:** Málaga

La instalación de un jardín vertical en el interior perseguía mejorar estéticamente la gran mole de hormigón que dominaba el lateral del salón de eventos del restaurante.



Figura 30. Restaurante José Carlos García previa instalación del jardín vertical [5]



Figura 31. Restaurante José Carlos García durante la instalación del jardín vertical [5]



### Tipo de vegetación utilizada

En este jardín vertical interior se utilizaron especies más adaptadas a interior como Dianthus, Dracaenas, Ficus pumilla, Helechos, Adiantum...

La densidad de plantación fue la estándar, de 30 plantas por m<sup>2</sup>.



Figura 32. Restaurante José Carlos García después de la instalación del jardín vertical [5]

### Precio y mantenimiento

Este jardín vertical está dentro del estándar, por lo que su precio aproximado es de 300 €/m<sup>2</sup>.

Sólo requiere una revisión mensual para un mantenimiento ligero que consiste en recortar las ramas excesivamente largas, reponer plantas marchitas y realización de algún tratamiento fitosanitario (si se requiere).



## 2. Restaurante Dani García, Marbella (Málaga)

### Descripción

- **Tipo:** Instalación interior
- **Localización:** Marbella (Málaga)

Este Chef con dos Estrellas Michelin también ha recurrido a un jardín vertical para decorar su Restaurante situado en el complejo Puente Romano de Marbella.

En el interior, un enorme jardín vertical envuelve el espacio, creando una atmósfera que invita al disfrute del entorno y de los platos de este gran Chef. Además tanto la vegetación del muro verde como el propio sustrato empleado en el jardín vertical bloquean el sonido, ayudando a bajar el nivel de ruido en los espacios cerrados.

Este jardín vertical interior presentó la enorme dificultad de que en una zona, la incidencia de la luz era casi nula, por lo que las plantas no sobrevivían. Por ello, se optó por introducir iluminación artificial que tras diversas pruebas en cuanto a intensidad, colocación, etc... ofrecieron un excelente resultado para el crecimiento de la vegetación en espacios oscuros.



Figura 33. Fotos antes y después de la instalación del jardín vertical en Dani García post instalación [5]



Figura 34. Foto de la instalación terminada en el restaurante de Dani García [5]



### Tipo de vegetación utilizada

En este jardín vertical interior se utilizaron especies más adaptadas a interior como Dianthus, Dracaenas, Ficus pumilla, Helechos, Adiantum además de Cuerno de Alce, Codiline y similares.

### Presupuesto y mantenimiento

Este jardín vertical está dentro del estándar, por lo que su precio aproximado es de 300 €/m<sup>2</sup>.

Sólo requiere una revisión cada dos meses para un mantenimiento ligero que consiste en recortar las ramas excesivamente largas, reponer plantas marchitas y realización de algún tratamiento fitosanitario (si se requiere). Este mantenimiento puede rondar los 80 € para un jardín vertical de 10-15 m<sup>2</sup>.



Figura 35. Foto de la instalación terminada en el restaurante de Dani García [5]

### 3.5.6. Caso de éxito 7 - ACER Paisajismo y jardinería -Terraza



#### Descripción

- **Tipo:** Terraza hotel Puente Romano
- **Localización:** Marbella (Málaga)

Este jardín vertical se ideó con el fin decorar ya la vez contrarrestar el efecto térmico de la edificación en esta terraza orientada al sur en el Hotel Puente Romano. Se cubrieron los espacios entre unas columnas con las estructuras de soporte del jardín vertical, mientras que las columnas se cubrieron con unos macetones plantados con Buganvillas.



Figura 36. Vista de la terraza del Hotel Puente Romano antes de la instalación [5]



Figura 37. Vista de la terraza del Hotel Puente Romano después de la instalación [5]



### Tipo de vegetación utilizada

La idea de la paisajista Arancha Quintana en este caso fue cubrir la totalidad del jardín vertical con Convolvulus, planta de porte tapizante y de flor blanca. Esta uniformidad combinada con el fucsia de la buganvilla confirió al lugar una elegancia y una sobriedad asombrosas.

### Presupuesto y mantenimiento

El coste aproximado de este tipo de instalación ronda los 300 €/m<sup>2</sup> incluyendo el sistema de riego.

Este precio medio es aplicable a todos los jardines verticales que se realicen con planta comercializada en maceta pequeña (10-11 cm) y con la densidad de 25-30 plantas/m<sup>2</sup>. Para planta de porte superior, planta más costosa como por ejemplo Orquídeas, o densidades mayores de plantación, este precio puede verse incrementado.

Asimismo si hay que utilizar medios especiales para su ejecución (plataforma elevadora, grúa, andamios...) el precio también puede variar en función del coste de alquiler de estos medios.

## 3.6. Jardín vertical con gaviones metálicos con bolsa de polipropileno, instalados sobre guías metálicas

### 3.6.1. Introducción

Los sistemas de gaviones metálicos pueden estar fijados con mallas metálicas como se ha descrito en el apartado anterior, o mediante guías verticales u horizontales como se describe en el caso de este apartado. Por otro lado, los gaviones metálicos pueden estar rellenos directamente de “sphagnum” como se describió en el caso anterior, o pueden estar rellenos de una bolsa de polipropileno que contiene el sustrato o hidroponía.

! Hidroponía: es un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones acuosas con nutrientes en disolución en vez de sustratos.

El uso de hidroponía permite la reutilización de aguas grises, en el caso que la instalación sanitaria esté preparada para ello. La propia pared verde actuará como filtro.

### 3.6.2. Ventajas

Las ventajas generales son las mismas que se planteaban en el sistema anterior (gaviones sobre malla).

Además de estas ventajas generales se pueden añadir las específicas de los sistemas particulares, como pueda ser el diseñado por Vivers Ter - Asepma:

- **Aguas grises.** Capacidad para la reutilización y filtrado de aguas grises.
- **Certificación.** El sistema Babylon<sup>®</sup> ha sido certificado por CradletoCradle<sup>®</sup> = créditos LEED<sup>®</sup>



**Cradle to Cradle®** (De la cuna a la cuna): es un método que pone en práctica el principio de rediseñar la forma en que hacemos las cosas mediante el diseño ecológicamente inteligente. Este manifiesto aparece como un llamamiento a la transformación de la industria incluyendo como uno de sus objetivos básicos el que no se produzcan residuos y que todo sea reutilizable o reciclable dentro de los ciclos orgánicos o inorgánicos.

**LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design)**: es un sistema de certificación de edificios desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council).

### 3.6.3. Elementos principales para su instalación

Este sistema permite el **tratamiento y la reutilización del agua gris**. Vivers Ter con los ingenieros de Asepma ha desarrollado y patentado esta nueva tecnología para tratar el agua gris con **biofiltración usando el elemento arquitectónico de las paredes verdes**.

#### Especificaciones técnicas

**Babylon®** con un mantenimiento mínimo asegura una larga vida a la pared vegetal. Está formado por **gaviones de malla metálica galvanizados** de dimensiones 100x50x10 cm o 50x50x10 cm con una **bolsa de polipropileno que contiene sustrato o hidroponía**. La sujeción de los gaviones a la pared o estructura se realiza mediante guías verticales u horizontales fijadas con tornillería metálica Fischer FBN. Las especies vegetales son pre-cultivadas y pre-plantadas en vivero para garantizar el correcto funcionamiento y efecto estético inmediato desde el mismo momento de su instalación en obra. El riego es automático mediante líneas de gotero autocompensante para utilizar el mínimo de agua.

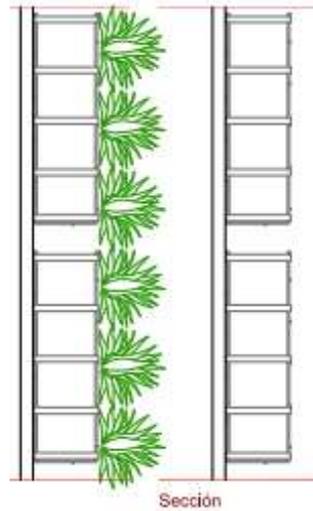


Figura 38. Sistema Babylon® [6]

#### 3.6.4. Usos y aplicaciones

Al tratarse de un sistema modular de pared vegetal puede ser usado para el recubrimiento de paredes exteriores o interiores.

### 3.6.5. Caso de éxito 8 - Vivers ter - Edificio



#### Pared vegetal babylon en el espai tabacalera de Tarragona

##### Descripción

- **Tipo:** Edificación
- **Localización:** Tarragona
- **Año de ejecución:** 2011
- **Superficie:** 2500 m<sup>2</sup>

En Diciembre de 2011 se finalizó el primer parque y pared vegetal regados con agua del alcantarillado.



Figura 39. Muro vegetal Babylon® La tabacalera. Tarragona [6]

Esta obra es un referente mundial no solamente por la dimensión de la fachada verde de 2500 m<sup>2</sup>, sino por ejercer de **terciario de depuración** y como ejemplo de biodiversidad urbana en la incorporación de plantas melíferas, nutrientes para aves y la incorporación de nidos por toda la pared vegetal. El parque en horizontal dispone de una **depuradora de aguas negras, que pasa a grises por el muro verde y a potable por una depuradora Óptima que funciona con energía solar.**



## LAS CLAVES DEL PROYECTO

1. La recuperación y depuración de aguas residuales provenientes de la red general de la ciudad, para impulsar el ahorro y la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos en su uso por sistema de riego.
2. Recuperación y laminación de aguas pluviales de las cubiertas de los pabellones para evitar la sobrecarga puntual del sistema de saneamiento y reducir la contaminación difusa que se podría generar y aumentando la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos.
3. El acondicionamiento del entorno para proteger y conservar el patrimonio histórico y paisajístico municipal del Espai Tabacalera.
4. La promoción e impulsión del ahorro y la eficiencia energética, aplicadas en el alumbrado público del entorno y en la fachada verde ventilada.
5. La creación, equipamiento y desarrollo de infraestructuras tecnológicas y de innovación, dentro del campo audiovisual y de la jardinería.

Babylon fachada ventilada: se expone un módulo de anclaje para sustituir en fachadas ventiladas los materiales inertes por vegetación.

**Depuración in situ:** consiste en unos módulos que son contenedores de barco reciclados, donde están incorporados todos los mecanismos para depurar aguas negras del alcantarillado, convertirlas en grises y utilizarlas para regar los parques públicos por riego de goteo. Esta tecnología permite a los parques ser autónomos en agua y conseguimos el paradigma waste to food (residuos a nutrientes) convertimos las aguas residuales urbanas en vegetación. El agua que se infiltra en el suelo está descontaminada de nitratos, saneamos los acuíferos y evitamos la muerte del fitoplancton marítimo.

### Tipo de vegetación y número de especies

Es una combinación de plantas tapizantes, enredaderas y colgantes. Más de 20 especies en total.

### Presupuesto y mantenimiento

El presupuesto fue de aproximadamente de 500.000 € y requiere de un mantenimiento anual, el coste aproximado es de 10€/m<sup>2</sup> anual.

### 3.6.6. Caso de éxito 9 - Vivers ter - Nave industrial



#### Pared vegetal en Riudellots

##### Descripción

- **Tipo:** Nave industrial
- **Localización:** Riudellots de la Selva, Gerona
- **Superficie cubierta:** 225 m<sup>2</sup>
- **Año:** 2013

Este caso de éxito se corresponde con una fachada vegetal mixta en la Avenida Mas Pins, en el polígono industrial de Riudellots. Esta pared vegetal cumple la **función de amortiguador de los factores climáticos externos**, en el verano la pared vegetal retiene parte de la temperatura que incide en las cristaleras de las oficinas y en invierno, al plantarse enredaderas de hoja caduca, deja que la luz solar incida más en las cristaleras provocando un aumento de temperatura en el interior.

El mantenimiento de esta fachada vegetal mixta es eficiente gracias a una estructura de pasarelas metálicas situadas entre la pared vegetal y las cristaleras de las oficinas.



Figura 40. Muro vegetal Babylon® Nave industrial Comexi. Riudellots (Girona) [6]

##### Tipo de vegetación y número de especies

Es una combinación de planta tapizante, enredaderas y colgantes. 20 especies en total; tipo Hedera, Vinca, Kninophopia, Erygeron...

##### Presupuesto y mantenimiento

El presupuesto fue de 150.000 € y requiere de un mantenimiento bianual.

### 3.6.1. Caso de éxito 10 - Vivers ter - Mercado



#### Mercado en Olot

#### Descripción

- **Tipo:** Mercado
- **Localización:** Olot, Girona
- **Superficie cubierta:** 131 m<sup>2</sup>
- **Año:** 2014

Se trata de una fachada vegetal ubicada en la calle Mulleras, en el centro de Olot, con el objetivo de revestir las paredes de color y belleza, dándole más vida en comparación a una fría y monótona pared de hormigón.



Figura 41. Proceso de instalación de en el mercado Municipal de Olot (Girona) [6]



Figura 42. Jardín vertical en Olot [6]



Figura 43. Muro vegetal Babylon® Mercado municipal Olot (Girona) [6]

#### Tipo de vegetación y número de especies

La elección de las especies va acorde a la ubicación donde estas se encuentran más a gusto, por ejemplo; la *Cymbalaria muralis* está ubicada al norte donde la luz solar no tiene demasiado impacto, en cambio, el *Rosmarinus prostratus* le gusta más el impacto directo de la luz solar y por eso está ubicada en la cara sur del muro vegetal.

En total se han utilizado 4 variedades de especies vegetales trabajadas en franjas horizontales.

#### Presupuesto y mantenimiento

El presupuesto fue de 60.000 € y requiere un mantenimiento bimensual.

## 3.7. Sistema modular para decoración y separación de espacios

### 3.7.1. Introducción

Se puede construir un jardín vertical, sin un muro o pared donde apoyarlo. Consistiría en un jardín capaz de crear cerramientos permitiendo la separación de ambientes, división de parcelas, terrazas... con la opción de plantar por ambas caras. Además, dispone de un sistema de riego por goteo, consiguiendo así, un riego homogéneo y de bajo consumo en todo el jardín.

Cuando la luz del día desaparece, también se puede disfrutar del sistema modular de jardinería vertical con iluminación artificial basada generalmente en lámparas LED, con una iluminación de bajo consumo energético.

### 3.7.2. Ventajas

Entre las ventajas que podemos encontrar dentro de este sistema, cabe destacar:

- Es un sistema modular de plantación vertical que con un **ahorro de espacio** crea jardines o huertos.
- Tiene un **bajo coste energético**.
- Funciona como **aislamiento térmico**.
- Hace de **pantalla acústica**.
- **Mejora la calidad del aire**.

### 3.7.3. Elementos principales para su instalación

A continuación se enumeran los componentes principales de los que se componen este tipo de sistemas. Se usa como referencia para esta descripción el sistema AG POSTDIV.

#### 1. Postes divisorios

Se utilizan postes divisorios para crear las separaciones entre las distintas zonas. Estos postes, pueden ser instalados tanto en suelo firme, donde se atornilla a su base telescópica como en tierra, añadiendo el cajetín de zapata con sus ganchos de anclaje.

Estos postes llevan alojados en su interior unos distribuidores de riego, tanto en acometida como de continuidad del mismo.

Según el diseño de la separación a crear existen diferentes postes divisorios permitiendo diseñar cierres rectos, en ángulo o en cruz.



Figura 44. Jardín vertical POSTDIV iluminado [7]



Figura 45. Tipologías de poste AG POSTDIV [7]

## 2. Base telescópica

Los postes se pueden atornillar en la base telescópica de la figura siguiente:

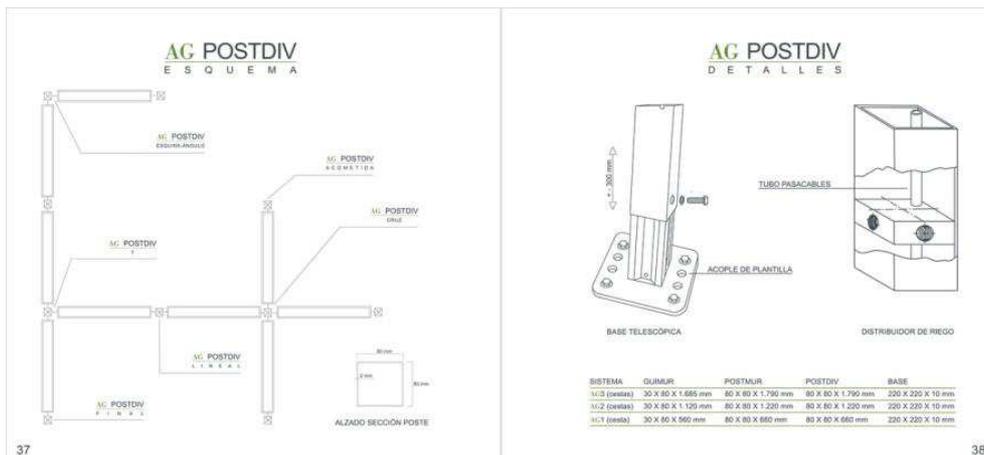


Figura 46. Detalle base telescópica del sistema POSTDIV [7]

### 3. Estructura portante

Una vez instalados los postes o guías del sistema, se pueden elegir distintos elementos para colgar de él como cestas y estructuras destinadas a la plantación o decoración, así como soportes para plantas enredaderas.



Figura 47. Ejemplos de tipologías de módulos para el sistema POSTDIV [7]

### 4. Riego

La tubería de 16 mm y el sistema de goteo cada 15 cm, logran un goteo autocompensado de bajo caudal (1 l/h) consiguiendo así un riego homogéneo en todo el sistema.

También es posible la reutilización del agua sobrante del riego o lluvia que mediante un sistema de bandejas se dirige el agua a un depósito por medio de bombeo programado.



Figura 48. Sistema de riego AG RIEGO [7]

## 5. Iluminación

La iluminación se suele realizar con lámparas LED, iluminación de bajo coste energético, que deben estar diseñadas para no dañar el manto vegetal.

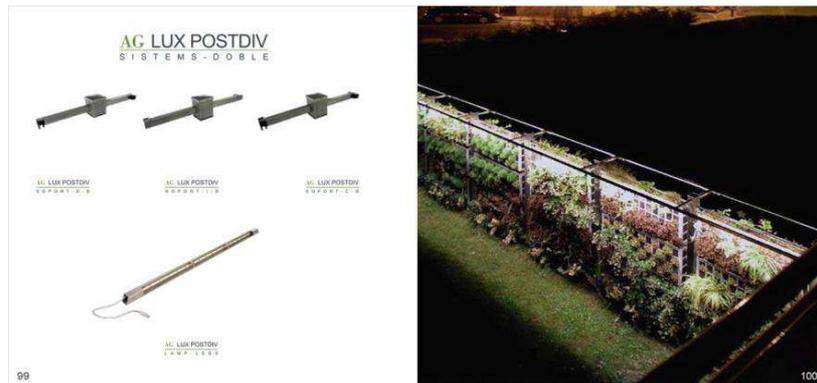


Figura 49. Productos AG LUX POSTDIV [7]

### 3.7.4. Usos y aplicaciones

Indicado para **crear separaciones y divisiones entre parcelas privadas y espacios comunes configurando un muro verde**, el cual se puede plantar por ambas caras. Al ser modular se adapta fácilmente a cualquier forma y característica del terreno ya que gracias a sus bases telescópicas salvamos las irregularidades del mismo nivelando toda la instalación.





Figura 50. Ejemplos de instalaciones con POSTDIV [7]

### 3.7.5. Casos de éxito 11 - AIR-GARDEN - Vivienda

#### AIR GARDEN

##### Descripción

- **Tipo:** Showroom (vivienda unifamiliar)
- **Localización:** Vitoria
- **Superficie:** 10 metros longitudinales

La delimitación con la parcela continua, de propiedad privada, se ha resuelto con el sistema AG POSTDIV, diseñado para crear jardines verticales en línea, ángulo, en T y en cruz. Los postes se anclaron directamente al firme mediante la base telescópica AG.

La instalación dispone de un sistema de riego exclusivo de AIR GARDEN que optimiza el consumo de agua.

Opcionalmente, se puede reutilizar el agua sobrante del riego y de la lluvia, a través de unas bandejas que la dirigen a un depósito oculto bajo el terreno. Mediante una bomba eléctrica programada, recidaremos de nuevo el agua.



Figura 51. Instalación AG 3 POSTDIV sin vegetación [7]



Figura 52. Plantilla para la colocación de los postes POSTDIV [7]

## AIR CARIMEN



Figura 53. Detalle tubo de riego sistema POSTDIV [7]



Figura 54. Unión entre bandejas de recogida de agua sobrante POSTDIV [7]



Figura 55. Detalle de ángulo de POSTDIV [7]



Figura 56. Detalle de AG LUX POSTDIV [7]



Figura 57. Detalle del jardín vertical POSTDIV en el Showroom [7]



Figura 58. Vista general del jardín vertical iluminado con POSTDIV en el Showroom [7]

## AIR CUBIMEN

### Tipo de vegetación:

Planta vivaz cares, cestucas, campánulas, etc.

### Presupuesto y mantenimiento

750 € metro lineal (3 cestas por metro de estructura de 1,80 m de altura)

3 veces al año aproximadamente 150 € por mantenimiento.

### 3.7.6. Casos de éxito 12 - AIR-GARDEN - Vivienda

#### AIR GARDEN

##### Descripción

- **Tipo:** Vivienda unifamiliar
- **Localización:** Barcelona
- **Superficie:** 7 metros lineales

Con AG POSTDIV se ha creado la separación entre dos parcelas privadas. El muro vegetal es lineal pero también se pueden diseñar cierres en ángulo, en T y en cruz. En este caso los postes divisorios se han fijado al terreno mediante pequeñas zapatas de hormigón realizadas con el KIT de zapata AG.

AIR GARDEN ofrece la posibilidad de plantar o sembrar en sus dos caras por lo que, cada lado del jardín vegetal puede tener diferentes diseños ornamentales.

Posteriormente, se añadió a la instalación el sistema AG LUX, una opción más, para poder disfrutar también por la noche, de un jardín modular vertical.

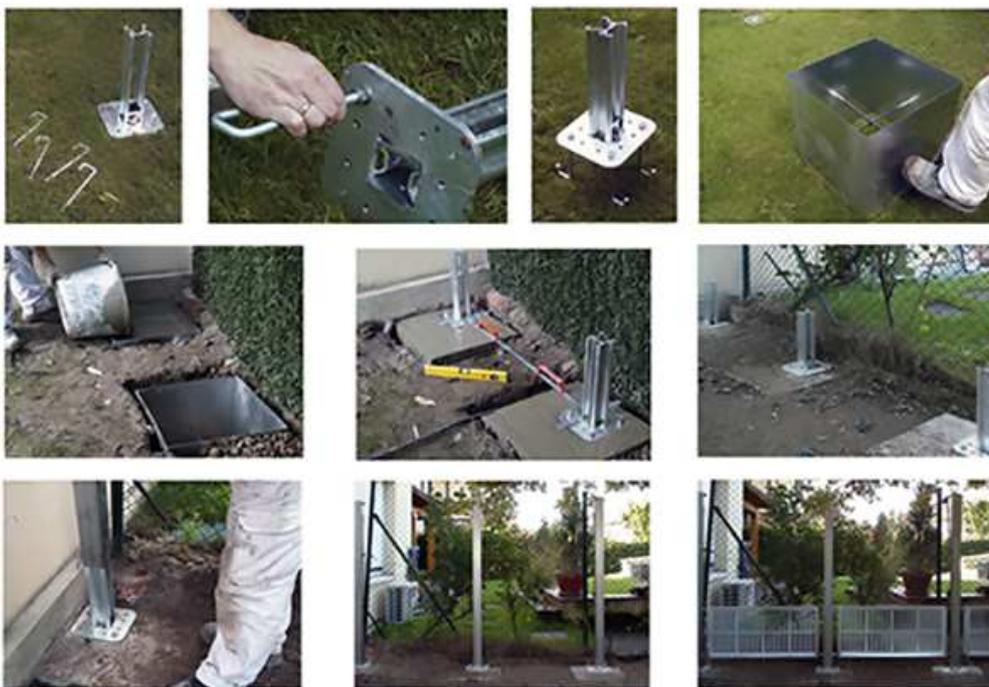


Figura 59. Proceso de instalación de bases telescópicas sobre el terreno [7]

## AIR CARIMEN



Figura 60. Detalle de las zapatas de hormigón cubiertas por el césped [7]



Figura 61. Cara interior de la instalación POSTDIV [7]



Figura 62. Imagen nocturna de la instalación POSTDIV [7]

### Tipo de vegetación:

Planta vivaz cares, cestucas, campánulas, etc)

### Presupuesto y mantenimiento

750 € el metro lineal (3 cestas por metro estructura de 1,80 m de altura)

3 veces al año aproximadamente 150 € por mantenimiento.

## 4. CUBIERTAS VEGETALES

### 4.1. Introducción

Hasta aquí se ha desarrollado la parte de jardines verticales. En este apartado se va a desarrollar distintos casos de cubiertas vegetales, con lo que quedará descrito un conjunto completo de ejemplos de soluciones de envolvente verde.

Los casos que se van a desarrollar en adelante, son los de mayor uso en climas de alta irradiación solar, y por tanto de aplicación en Andalucía y Mediterráneo.

Como en el caso de los jardines verticales, las cubiertas verdes pueden ser muy sencillas, recreando el funcionamiento de un macetero a la que se añaden las capas impermeabilizantes y una base que filtre el agua excedente del riego. En la siguiente imagen podemos ver un ejemplo de una sencilla implementación de este tipo:



Figura 63. Edificación en la Finca de la Concepción, Málaga.

Los ejemplos que se desarrollan en este apartado, pertenecen a diseños industrializados que permiten cubrir grandes áreas de cubierta en cortos tiempos de ejecución a un precio razonable.

## 4.2. Cubierta vegetal para cubierta plana sin pendiente

### 4.2.1. Introducción

El sistema Cántir es un sistema ligero y de fácil instalación cuyo objetivo es refrigerar la cubierta en los meses cálidos y garantizar el perfecto estado de la masa vegetal en invierno. Se puede utilizar en cubierta plana transitable y ajardinada de manera intensiva. Como características técnicas a destacar de este sistema, es que posee una capacidad de retención de agua de 6 l/m<sup>2</sup>, un espesor mínimo 10 cm y un peso mínimo 120 kg/m<sup>2</sup>.

### 4.2.2. Ventajas

Se listan a continuación las ventajas del sistema de manera resumida.

- **Bajo mantenimiento:** Retirada anual de especies no deseadas y revisión periódica del sistema de riego.
- Sistema compatible con cualquier tipo de especies y sistema de plantación, teniendo en cuenta el condicionante de la capacidad resistente del soporte.
- Sistema de **bajo coste.**
- Solución **fácil de ejecutar.**
- El sistema mejora la función aislante de la cubierta en invierno y el efecto de refrigeración en verano gracias al conjunto formado por el riego, la capa retenedora y absorbente, que permite crear un mayor grado de evapotranspiración del jardín.

### 4.2.3. Elementos principales de la instalación

Los elementos principales del sistema se presentan en la figura siguiente.

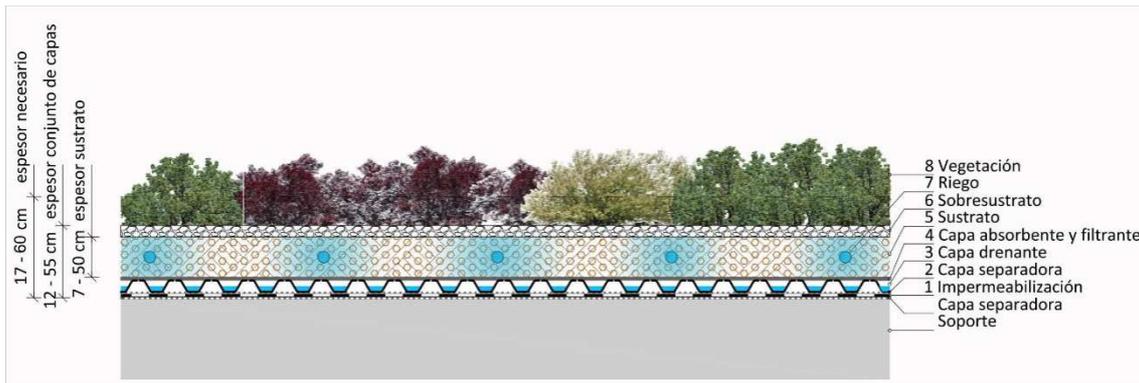


Figura 64. Detalle constructivo Cubierta vegetal Cántir [2]

Se aporta la descripción a continuación de los elementos principales del sistema. Esta descripción se basa en el sistema Cántir.

**1. Lámina impermeable:**

- Modelo LAM\_EPDM-1.2-SG, tipo monocapa, no adherida, formada por una lámina impermeable flexible a base de Etileno Propileno Dieno (EPDM) sin armadura de 1,2 mm de espesor, o
- Modelo LAM\_PVC-P(fv)-1.2-SG, tipo monocapa, no adherida, formada por una lámina impermeable flexible de PVC-P(fv), de espesor 1,2 mm, con armadura de velo de fibra de vidrio.

2. **Capa separadora:** modelo GTX-100-SG, geotextil no tejido compuesto por fibras cortadas de polipropileno de alta tenacidad 100%, de gramaje 100 gr/m<sup>2</sup>.
3. **Capa drenante y retenedora:** modelo LN-20-SG, lámina perforada nodular de polietileno de alta densidad de altura 2 cm.
4. **Capa absorbente y filtrante:** modelo MR-500-SG, geotextil no tejido formado por fibras de poliéster reciclado y polipropileno reciclado, de gramaje 500 gr/m<sup>2</sup>.
5. **Sustrato:** mezcla de componentes orgánicos y componentes minerales granulares cuyo tipo y espesor se proyectan en función del acabado vegetal.
6. **Sobresustrato:** Capa de grava volcánica de granulometría comprendida entre 10 y 25 mm.
7. **Riego:** Sistema de tubería exudante.

**4.2.4. Usos y aplicaciones**

Es recomendable para cubiertas **tanto de obra nueva como de obra existente**, en este último caso usando espesores de sustrato de 7 cm a 10 cm como máximo y especies acordes a esta situación.

#### 4.2.5. Caso de éxito 13 - SINGULARGREEN - Vivienda



##### Descripción:

- **Tipo:** Vivienda
- **Localización:** Benidorm (Alicante)
- **Año:** 2014
- **Superficie:** 560 m<sup>2</sup>

Esta superficie de cubierta con sistema Cántir fue construida en Benidorm, en concreto en las tres cubiertas intransitables de unas viviendas de lujo. El proyecto ejecutado en el año 2014, ocupa una superficie de 560 m<sup>2</sup>.

##### Proceso constructivo:



1. Colocación de la impermeabilización. En este proyecto se optó por una impermeabilización en lámina de PVC.



2. Colocación de las capas protectora, drenante y filtrante



3. Reparto de parte del sustrato para lastrar el trabajo realizado



4. Instalación del riego y última capa de sustrato.



5. Finalización de detalles, perímetros con grava, desagües, chimeneas...

6. Semillado. Reparto de semillas por toda la superficie de la cubierta.

**Figura 65. Proceso constructivo cubierta Cántir [2]**

### Tipo de vegetación

Diferentes especies mediterráneas forestales subarbutivas y de flor.



**Figura 66. Imagen cubierta vegetal Cántir [2]**

### Presupuesto y mantenimiento:

El presupuesto aproximado de estas cubiertas fue de 85 €/m<sup>2</sup>.

El mantenimiento de la instalación consiste en:

1. Retirada anual de especies no deseadas
2. Revisión periódica del riego

## 4.3. Cubierta vegetal para cubierta plana con pendiente

### 4.3.1. Introducción

Este tipo de solución es adecuada para cubierta plana transitable, con pendiente ligera, ajardinada, intensiva, con capacidad de retención de agua de 30 l/m<sup>2</sup>. Este sistema en concreto utiliza como sustrato sintético paneles de lana de roca. Su espesor suele rondar los 6 cm y un peso de 75 kg/m<sup>2</sup>.

### 4.3.2. Ventajas

Se listan a continuación las ventajas del sistema de manera resumida.

- **Bajo mantenimiento.** Retirada anual de especies no deseadas y revisión periódica del sistema de riego
- Solución **fácil y rápida de ejecutar.**
- El sistema **mejora el aislamiento de la cubierta gracias al sustrato inerte.**
- Sistema muy **ligero.**

### 4.3.3. Elementos principales para su instalación

Los elementos principales del sistema se presentan en la figura siguiente.

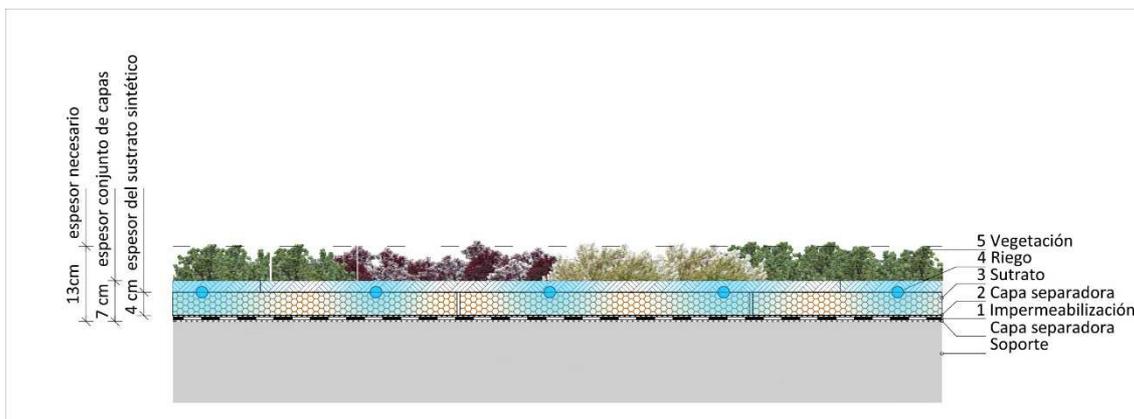


Figura 67. Detalle constructivo Cubierta vegetal Rizoma [2]

Se aporta la descripción a continuación de los elementos principales del sistema. Esta descripción se basa en el sistema Rizoma.

1. **Lámina impermeable:** modelo LAM\_EPDM-1.2-SG, tipo monacapa, no adherida, formada por una lámina impermeable flexible a base de Etileno Propileno Dieno (EPDM) sin armadura de 1,2 mm de espesor o LAM\_PVC-P(fv)-1.2-SG, tipo monacapa, no adherida,

formada por una lámina impermeable flexible de PVC-P(fv), de espesor 1,2 mm, con armadura de velo de fibra de vidrio.

2. **Capa separadora:** modelo GTX-100-SG, geotextil no tejido compuesto por fibras cortadas de polipropileno de alta tenacidad 100%, de gramaje 100 gr/m<sup>2</sup>.
3. **Sustrato:** Plancha de lana de roca de densidad 100 kg/m<sup>2</sup> de dimensiones 1000 x 600 x 40 mm o Plancha de espuma de poliuretano de las mismas dimensiones.
4. **Riego:** Sistema de tubería exudante.
5. **Vegetación:** tepe de sedum.

#### 4.3.4. Usos y aplicaciones

El sistema de cubierta Rizoma es recomendable para **cubiertas planas existentes con pendientes comprendidas entre 1 y 5 %**, ya que se trata de un sistema ultraligero que además aporta un aislamiento adicional.

### 4.3.5. Caso de éxito 14 - SINGULARGREEN - Vivienda



#### Descripción

- **Tipo:** Vivienda
- **Localización:** Jávea (Alicante)
- **Año:** 2014
- **Superficie:** 30 m<sup>2</sup>

Esta superficie de cubierta con sistema Rizoma fue construida en Jávea, en concreto en la terraza de una vivienda unifamiliar. El proyecto fue ejecutado en el año 2015, y ocupa una superficie de 30 m<sup>2</sup>.

#### Proceso constructivo:



1. Colocación de la impermeabilización en lámina de PVC y capa protectora.



2. Colocación del sustrato. En este caso se optó por planchas de espuma de poliuretano.



3. Instalación del sistema de riego.



4. Colocación de los tepes de sedum y la grava perimetral

Figura 68. Cubierta Rizoma en Jávea, Valencia [2]

## 4.4. Sistemas modulares

### 4.4.1. Introducción

La instalación de cubiertas verdes mediante sistemas modulares permite ajardinar cualquier tipo de superficie pavimentada de forma fácil y rápida y sin necesidad de obras.

Este sistema se compone de dos componentes independientes, uno para mantener el sustrato y otro para servir de aljibe, fabricados con plástico 100 % reciclado y reciclable.



Figura 69. Sistema cubiertas verdes IGNIAGREEN [8]

### 4.4.2. Ventajas

Se listan a continuación las ventajas del sistema de manera resumida.

1. **Ahorro energético** debido al aislamiento térmico de cubiertas y azoteas: reducción de la insolación en verano y mantenimiento del calor en invierno.
2. **Prevención de inundaciones** debido a la absorción del agua de la lluvia, reducción de la escorrentía y retraso en el retorno a la red de alcantarillado.
3. **Aislamiento acústico** causado por la amortiguación de las ondas sonoras por la vegetación.
4. **Reducción del efecto isla de calor**, ya que disminuye la absorción térmica de los edificios.
5. **Mejora de la calidad del aire**, las plantas actúan como filtros de la polución y regeneran el aire.
6. **Creación de hábitats** para la vida salvaje y conservación de la biodiversidad.
7. **Prevención del deterioro de cubiertas**, ya que disminuye su exposición a los fenómenos atmosféricos.
8. **Incremento en la eficiencia** de los paneles solares debido a la generación de un microclima que disminuye localmente la temperatura de la cubierta.

Su instalación ofrece las siguientes características (tomando como referencia el sistema de IGNIAGREEN):

1. Montaje sin herramientas.
2. Módulos extraíbles e intercambiables de forma independiente.
3. Riego incorporado, con posibilidad de automatización.
4. Riego diferencial: permite plantar en la misma línea de riego especies con diferentes requerimientos hídricos.
5. Verde desde el primer momento. Sistema Plug & Play.
6. Sistema con aljibe, para almacenar agua de la lluvia.
7. Para cubiertas extensivas (IGNIAGREEN-15), semi-intensivas (IGNIAGREEN-20) e intensivas (IGNIAGREEN-35).
8. Borduras en diferentes materiales adaptadas al sistema.
9. Elementos antivandálicos para instalación en vía pública.

#### 4.4.3. Elementos principales para su instalación

Los componentes son **dos módulos independientes** están fabricados en plástico reciclado y reciclable. El módulo aljibe, alberga el sistema de riego y actúa como reservorio de agua, pudiendo incluso almacenar la de lluvia. El módulo de plantación, es el encargado de contener el sustrato y la planta.

El sistema permite incorporar un sistema de riego entre los módulos, facilitando el cuidado de las plantas y optimizando el consumo de agua.



Figura 70. Explosionado del sistema [8]

### 1. Aljibe:

Módulo aljibe fabricado en polipropileno 100% reciclado y reciclable, con capacidad para contener 2,5 litros de agua. IGNIAQUA permite colocar diferentes sistemas de riego: tubería con gotero insertado, tubería con gotero pinchado, cinta de goteo. La tubería interior debe ser de diámetro 16 mm, mientras la que va situada en la canal perimetral puede ser de diámetro 16 mm o 20 mm.

### 2. Plantación:

Es el módulo de plantación, es el encargado de contener el sustrato y la planta.

Los módulos de Aljibe y Plantación se instalan conjuntamente, y en el mercado se pueden encontrar distintos tamaños en función del tipo de vegetación a plantar, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo:

Tabla 3. Conjuntos modulares para cubiertas vegetales [8]

Elemento	Dimensiones	Capacidad	Peso	Vegetación
Igniaqua	40x40x6 cm	2,5 l	0,6 kg	
Conjunto IGNIAGREEN 15	40x40x15 cm	15 l	1,4 kg	Sedum
Conjunto IGNIAGREEN 20	40x40x20 cm	22 l	1,5 kg	plantas ornamentales, aromáticas, hortícolas, gramíneas, vivaces y sub-arbustivas
Conjunto IGNIAGREEN 35	40x40x35 cm	39 l	1,9 kg	arbustivas y árboles de porte pequeño

### 3. SISTEMA LLAVE-TAPA

El sistema llave-tapa permite unir de forma lateral los módulos de plantación y a su vez fijarlos verticalmente a módulos aljibe. Para su instalación en la vía pública, el sistema puede fijarse mediante tornillos o remaches.

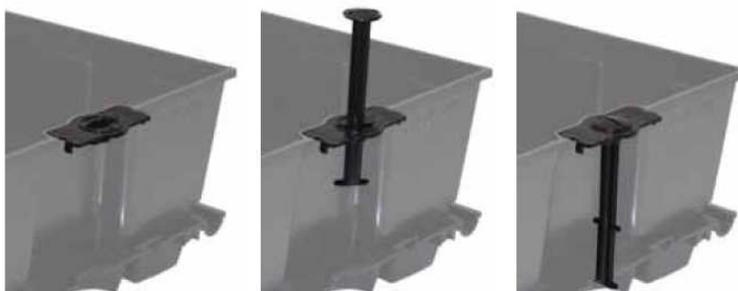


Figura 71. Sistema llave-tapa módulos IGNIAGREEN

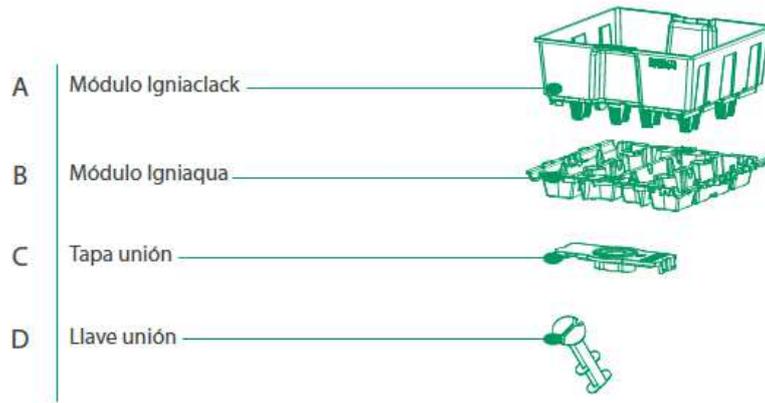


Figura 72. Elementos básicos del conjunto IGNIAGREEN

#### 4.4.4. Usos y aplicaciones

Este tipo de sistemas modulares se pueden instalar y utilizar en los siguientes usos y aplicaciones:

- Espacios públicos o privados
- Patios, terrazas, balcones, ...
- Patios comunitarios de interiores de manzanas.
- Cubiertas de edificios públicos y privados.
- Plazas y parques con pavimento duro.
- En interiores como jardinería permanente o efímera.
- Como elemento efímero en espacios o zonas como ferias, congresos, actos sociales/culturales, premios, actos deportivos.
- Escuelas, como huerto educativo.
- Residencias de la 3ª edad.
- Hospitales para zonas verdes destinadas a pacientes de larga estancia.

En el caso de una azotea impermeabilizada se colocará directamente sobre las baldosas u hormigón:

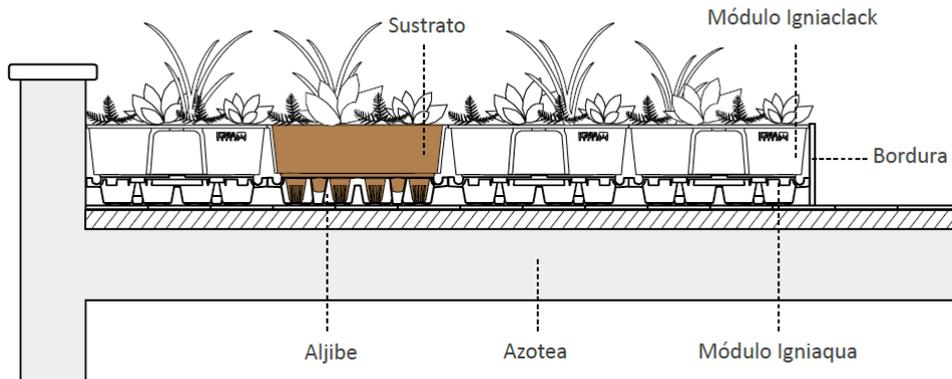


Figura 73. Sistema IGNIAGREEN colocado en azotea [8]

Por otra parte, cabe también destacar su posibilidad de ser encajado bajo suelo técnico.

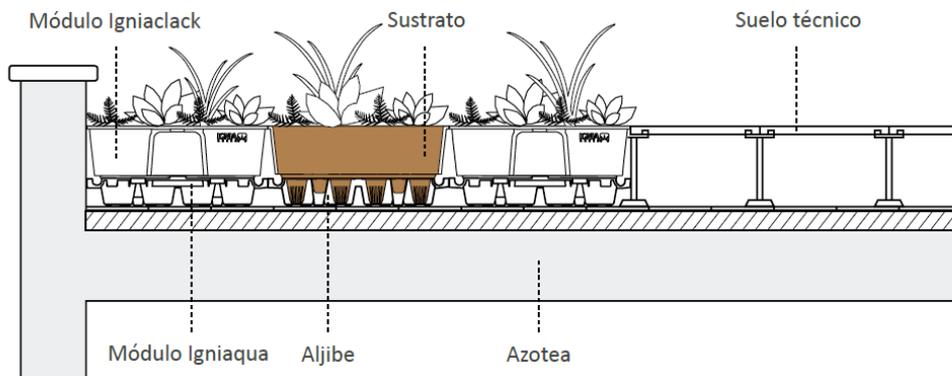


Figura 74. Sistema IGNIAGREEN en suelo técnico [8]

#### 4.4.5. Caso de éxito 15 - IGNIAGREEN - Hotel



##### **Ejemplo 1. HOTEL RIVIERA – BENALMÁDENA – Cubierta verde**

###### **Descripción**

- **Tipo:** Hotel
- **Localización:** Benalmádena (Málaga)
- **Superficie de la cubierta:** 938 m<sup>2</sup>

La cadena hotelera MEDPLAYA ha confiado en IGNIAGREEN para realizar una de sus principales inversiones del 2016 en el Hotel Riviera\*\*\*\* de Benalmádena (Málaga).

El proyecto ha consistido en la rehabilitación de una cubierta de 938 m<sup>2</sup>, espacio hasta la fecha infrautilizado por sus clientes, donde a partir de ahora se ha convertido en una zona de relax con una gran zona verde. Este ajardinamiento se ha realizado con el sistema modular de IGNIAGREEN, permitiendo realizar la rehabilitación en un tiempo de obra mínimo y sin molestias para los clientes. La instalación ha sido realizada por la constructora Oreco, con más de 35 años de experiencia y un gran conocimiento en instalaciones de cubiertas verdes.



Figura 75. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en la cubierta del hotel [8]



Figura 76. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en la cubierta del hotel [8]

Gracias a las particularidades del sistema IGNIAGREEN, montaje sin herramientas, módulos extraíbles e intercambiables de forma independiente, riego incorporado, máxima facilidad y simplicidad de instalación, y su atractivo ornamental desde el primer momento de instalación, ha permitido ejecutar la rehabilitación de la cubierta en tan solo 3 días.

IGNIAGREEN no solo ha sido elegido para realizar esta rehabilitación por su facilidad y simplicidad de montaje, sino también porque es respetuoso con el medio ambiente (está fabricado con plástico reciclado) y optimiza al máximo el consumo de agua, gracias a su sistema de riego por goteo integrado y a los módulos aljibe capaces de almacenar el excedente del agua de lluvia.



Figura 77. Ejemplo de colocación de los módulos IGNIAGREEN sobre los IGNIACLACK [8]



Figura 78. Imágenes de la instalación final con los módulos IGNIAGREEN (I) [8]



Figura 79. Imagen de la instalación final con los módulos IGNIAGREEN (II) [8]

### Tipo de vegetación y número de especies

Para este ajardinamiento se utilizaron **1.626 módulos Igniagreen 20**, que hicieron uso de especies de clima mediterráneo. Representa una mejora del medio ambiente y un incremento de la calidad de vida con efectos muy beneficiosos para la salud y el bienestar de los clientes del hotel. Concretamente se utilizaron las siguientes plantas:

- |                       |                         |                              |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|
| ▪ Romero rastrero     | ▪ Lomandra TANIKA       | ▪ Tulbaghia violacea         |
| ▪ Lavanda             | ▪ Dianella TAS RED      | ▪ Cuphea hyssopifolia        |
| ▪ Tomillo             | ▪ Fresa                 | ▪ Koeleria glauca            |
| ▪ Oregano             | ▪ Carex                 | ▪ Lobelia laxiflora          |
| ▪ Salvia              | ▪ Festuca glauca        | ▪ Santolina chamaecyparissus |
| ▪ Gazania             | ▪ Convolvulus cneorum   | ▪ Ruta graveolens            |
| ▪ SUNSTOPPERS         |                         |                              |
| ▪ Erodium x variable  | ▪ Lantana montevidensis | ▪ Ajuga reptans              |
| ▪ Dianella LITTLE REV | ▪ Pistacia lentiscus    | ▪ Phyllirea angustifolia     |

### Presupuesto y mantenimiento

El material Igniagreen se presupuestó en 21.202 €

Es necesario limpiar el filtro periódicamente y comprobar el buen funcionamiento de los goteros en el caso de detectar la muerte de alguna de las plantas por falta de agua.

#### 4.4.6. Caso de éxito 16 - IGNIAGREEN - Huerto Urbano escolar



##### HUERTO URBANO: “ESCOLA DELS ENCANTS”, BARCELONA

##### Descripción

- **Tipo:** Centro educativo
- **Localización:** Barcelona
- **Superficie de la cubierta:** 60 m<sup>2</sup>

La empresa DRIM MEDI AMBIENT S.L., dentro de su proyecto de ajardinamiento del nuevo edificio de la “Escola dels Encants” de Barcelona, ha creado una serie de huertos urbanos con el sistema IGNIAGREEN.

Estos huertos se estructuran en **tres conjuntos de unos 3 m<sup>2</sup>** montados sobre una superficie pavimentada de la cuarta planta del edificio. Los tres conjuntos incorporan sistema de riego y se han rematado con borduras de madera tropical de jatoba.

Su instalación se realizó de forma rápida y sin necesidad de obras. A principio de curso se llenarán con sustrato y se inició la plantación. El centro, conjuntamente entre profesorado y alumnos realizan todo un programa de agricultura urbana en huertos, niños, niñas y profesorado de esta escuela disfrutan de la experiencia de plantar y cultivar sus propios vegetales con el huerto de Igniaqua.



Figura 80. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en un Centro Educativo (I) [8]



Figura 81. Instalación de los módulos IGNIAGREEN en un Centro Educativo (II) [8]



Figura 82. Instalación terminada con módulos IGNIAGREEN en el Centro Educativo [8]

### Presupuesto

El material Igniagreen se presupuestó en 973,13 €.

#### 4.4.7. Caso de éxito 17 - IGNIAGREEN - Terraza en Madrid



##### TERRAZA EN MADRID

##### Descripción

- **Tipo:** Terraza comunitaria
- **Localización:** Madrid

Este proyecto constituye el ajardinamiento en terraza comunitaria de edificio de oficinas en Madrid con **módulos Igniagreen-20**, cuyo proyecto fue elaborado por PIA PAISAJISMO y ejecutado por Tierra – Ingeniería y Paisajismo.

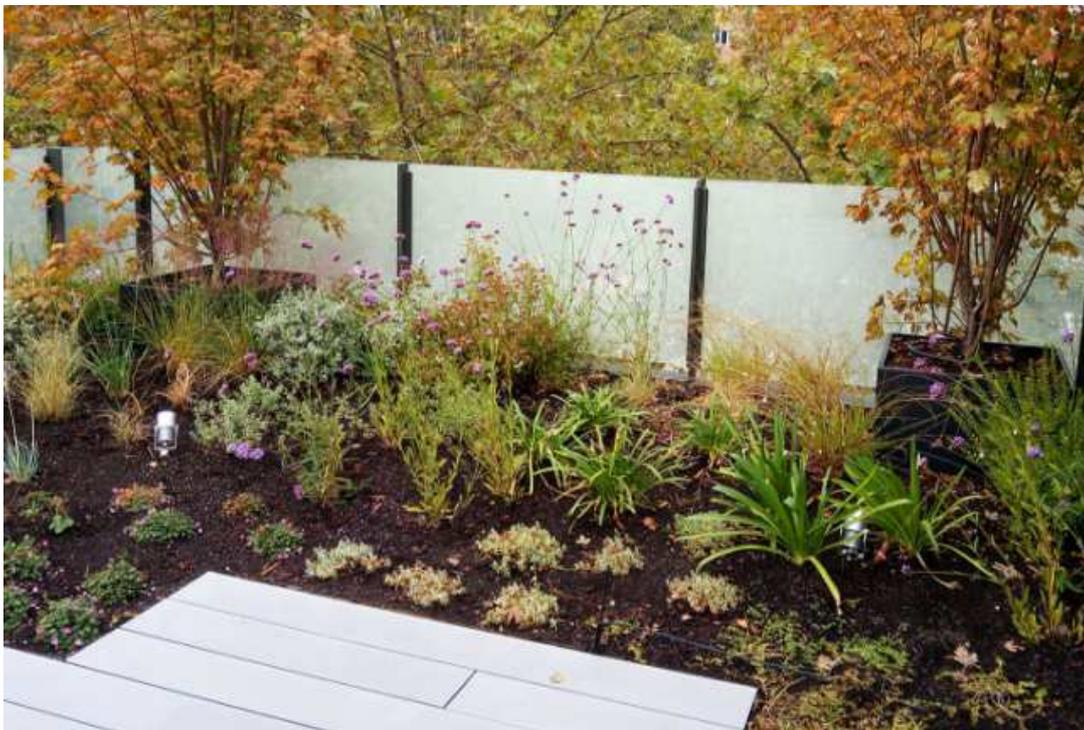


Figura 83. Cubierta comunitaria con módulos IGNIAGREEN [8]



### Tipo de vegetación y número de especies y módulos

Para este ajardinamiento se utilizaron 296 módulos Igniagreen 20.

### Presupuesto y mantenimiento

El material Igniagreen se presupuestó en 1.854 €

Es necesario limpiar el filtro periódicamente y comprobar el buen funcionamiento de los goteros en el caso de detectar la muerte de alguna de las plantas por falta de agua.

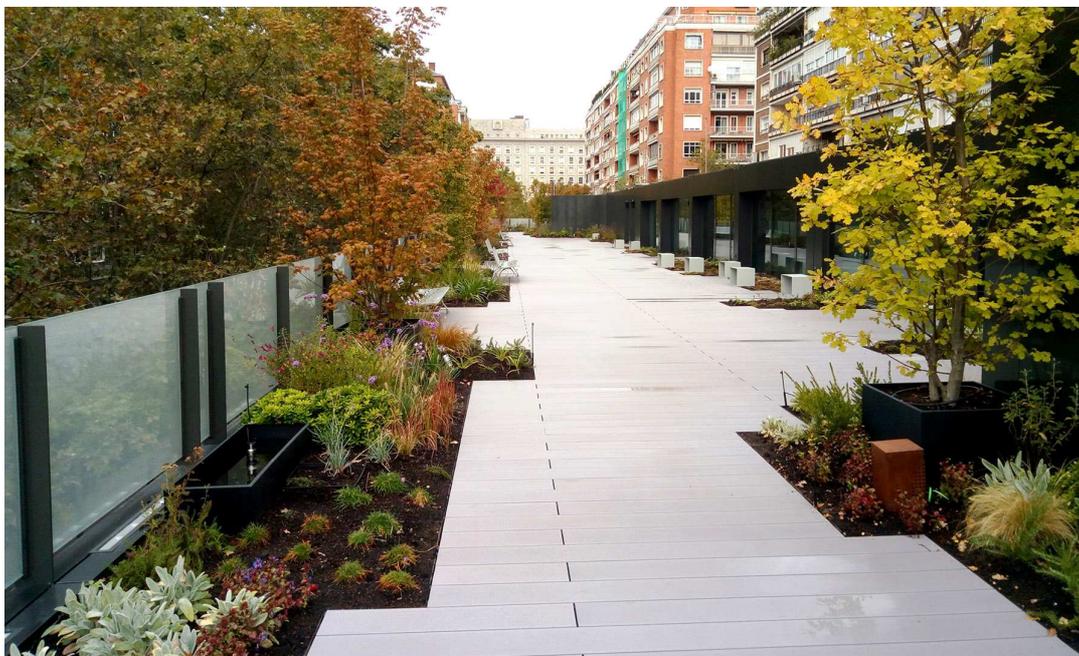


Figura 84. Imagen de terraza comunitaria en Madrid con módulos IGNIAGREEN [8]

## 5. REFERENCIAS

- [1] «National Centre of Excellence ASU,» [En línea]. Available: [www.asu.edu](http://www.asu.edu).
- [2] Singulargreen. [En línea]. Available: [www.singulargreen.com](http://www.singulargreen.com). [Último acceso: 2017].
- [3] INSH, «Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo,» [En línea].
- [4] «Paisajismo Urbano,» [En línea].
- [5] «ACER Paisajismo y Jardinería,» [En línea]. Available: <http://jardinesverticalesandalucia.com/>. [Último acceso: 2017].
- [6] «Vivers ter,» [En línea]. Available: [www.v-ter.com](http://www.v-ter.com).
- [7] «Air-Garden,» [En línea]. Available: [www.air-garden.com](http://www.air-garden.com).
- [8] IGNIAGREEN. [En línea]. Available: [www.igniagreen.com](http://www.igniagreen.com).

## 6. EMPRESAS COLABORADORAS

Se listan a continuación las empresas que han colaborado en la redacción de esta guía.

 <p>En <b>ACER Jardinería</b> somos especialistas en <b>jardines verticales</b>. Gracias a nuestra tecnología, podemos transformar cualquier superficie en un <b>jardín vertical</b>. Sin obras. Creamos diseños de <b>jardines verticales</b> exclusivos combinando hasta 1.000 especies de plantas. Con la máxima garantía de calidad.</p> <p>Con más de 16 años de experiencia en la Costa del Sol, Acer Jardinería se ha convertido en un referente a nivel nacional en el diseño y construcción de jardines. Nuestro equipo de especialistas liderado por Ignacio Benthem, Ingeniero Agrónomo, hacen de cada jardín un espacio único. En nuestro afán por seguir las tendencias más novedosas de la jardinería, hemos introducido en España una <b>técnica</b> revolucionaria que permite transformar cualquier muro en un <b>jardín vertical</b>. Es una técnica que no requiere obra, es limpia, fácil, y permite combinar las plantas en diseños exclusivos.</p> <p><a href="http://www.jardinesverticalesandalucia.com">www.jardinesverticalesandalucia.com</a></p>	 <p><b>AIR GARDEN</b> nace de la necesidad de crear un cerramiento vegetal sin la ayuda de ningún tipo de soporte. Es decir, la posibilidad de materializar un <b>jardín vertical</b> sin muro o pared donde apoyarlo. Es un sistema pensado para poder ejecutar cierres de parcelas, divisiones entre vecinos (con opción de plantar por ambas caras) separación de ambientes, división de terrazas... además de crear muros vegetales.</p> <p>En AIR GARDEN tenemos como máxima: Ayudar a la naturaleza a recuperar su espacio. El equipo multidisciplinar que desarrollamos el producto, trabajamos para que el concepto de sostenibilidad en jardinería sea realmente efectivo, ofreciendo soluciones que interrelacionen el mundo vegetal con la cotidianeidad de las personas.</p> <p>Tras varios años de desarrollo, actualmente estamos dando a conocer el producto a nivel nacional e internacional, obteniendo un gran reconocimiento. Participamos activamente en propuestas arquitectónicas donde naturaleza y arquitectura conviven armoniosamente.</p> <p><a href="http://www.air-garden.com">www.air-garden.com</a></p>
 <p>En <b>IGNIAGREEN</b> diseñamos y fabricamos soluciones respetuosas con el medio ambiente para crear espacios verdes horizontales y verticales en entornos urbanos, de fácil y rápido montaje y con mínimo mantenimiento.</p> <p>IGNIAGREEN es una marca de SACOPA, S.A.U., empresa del holding FLUIDRA, grupo multinacional</p>	 <p><b>Paisajismo Urbano</b> es la empresa líder en el mundo en diseño y construcción de <b>jardines verticales</b> y azoteas verdes. Además, gracias a su sistema patentado que permite la creación de <b>ecosistemas verticales</b>, es la única empresa capaz de ofrecer garantías por escrito de los proyectos que realiza, garantizando la supervivencia y crecimiento de las plantas</p>

<p>dedicado al desarrollo de aplicaciones para el uso sostenible del agua. Fluidra opera en 45 países a través de 150 delegaciones comerciales y centros de producción ubicados en todos los continentes. El grupo cuenta con un equipo humano de unas 4.000 personas.</p> <p style="text-align: center;"><a href="http://www.ignigreen.com">www.ignigreen.com</a></p>	<p>empleadas.</p> <p>El sistema empleado en la construcción de cada <b>jardín vertical</b> ayuda a mantener este tipo de jardines sin necesidad de grandes inversiones en agua ni mantenimiento y soportan las distintas condiciones y factores climatológicos como aire, lluvia, etc. Además, contribuyen a mejorar notablemente el aspecto de la arquitectura urbana.</p> <p style="text-align: center;"><a href="http://www.paisajismourbano.com">www.paisajismourbano.com</a></p>
<p> <b>singular green</b></p> <p><b>SingularGreen</b> es un grupo de empresas profundamente especializado en el paisajismo fuera de lo común, fundamentalmente mediante la integración de naturaleza y arquitectura gracias al uso de jardines verticales, cubiertas vegetales o el uso de otra herramienta vegetal.</p> <p>SingularGreen proviene de la unión <b>de Alicante Forestal y Urbanarbolismo</b>, ambas empresas con dilatada experiencia en campos tan diferentes como proyectos arquitectónicos, proyectos forestales, proyectos de paisajismo, proyectos de jardinería, diseños, ejecución y mantenimiento de jardines, acuaponía, etc.</p> <p>SingularGreen nace como unión de empresas en el año 2011 para cubrir la creciente demanda del mercado de zonas verdes en espacios reducidos o difíciles de ajardinar, problemas que soluciona mediante el uso de jardines verticales y cubiertas vegetales. Actualmente está en proceso de expansión e internacionalización, con obras y proyectos tanto en Europa, África y América.</p> <p style="text-align: center;"><a href="http://www.singulargreen.com">www.singulargreen.com</a></p>	<p> <b>vivers ter</b> desde 1993</p> <p><b>Vivers Ter</b> es especialista en arquitectura verde.</p> <p>Trabajamos proyectos de paisajismo, de biocostrucción, de fachadas y cubiertas vegetales. Además tenemos nuestro vivero con 5ha especializado en la producción planta vivaz y gramínias.</p> <p>Nuestro equipo humano se distribuye en el departamento de producción y cultivo, ejecución, obra y Trabajos de mantenimiento; departamento técnico y comercial, administración y gerencia.</p> <p style="text-align: center;"><a href="http://www.v-ter.com">www.v-ter.com</a></p>





**Fundación HABITEC**

C/ María Curie, 22, 29590 (Málaga)

Tlf.: + (34) 952 028 125

[info@cthabitec.org](mailto:info@cthabitec.org)

[www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)