

9 al 11 de octubre de 2019

Redforest 2019 Madrid
Arbolado urbano

www.forestaes.net



FORESTALES

Una ingeniería para la vida

Techos verdes: Infraestructura verde en altura

Enriqueta Martín-Consuegra Fernández

Dpto. Ingeniería Forestal - E.T.S.I.A.M.

Universidad de Córdoba

cr1mafee@uco.es

COLABORAN

cespa

STIHL

ForestPioneer
www.forestpioneer.com

AON
Empower Results®



distrito
retiro

MADRID

ORGANIZAN



Asociación de Ingenieros
Técnicos Forestales



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Ciudades: cuanto más verdes, más resilientes

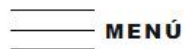
- Falta de espacios verdes en las grandes ciudades
- Pérdida de biodiversidad
- Aumento de las temperaturas,
- Mayor demanda energética
- Impermeabilidad del suelo
- Efecto invernadero
- Contaminación



RESILIENCIA: Capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación



Ciudades: cuanto más verdes, más resilientes



RESILIENCIA URBANA, EL SALVAVIDAS DE LAS CIUDADES

Resiliencia

Térremotos, inundaciones, huracanes, sequías... El Cambio Climático está detrás de muchos de estos fenómenos cada vez más frecuentes. Para combatirlos: resiliencia urbana, una forma de construir las ciudades que les permite prepararse, resistir y recuperarse de cualquiera amenaza.

Según el Banco Mundial, un euro invertido en resiliencia supone un ahorro de siete euros en respuesta de emergencia



Andrea Velasco (septiembre 2017)

<http://www.futurosostenible.elmundo.es/resiliencia/resiliencia-urbana-el-salvavidas-de-las-ciudades>





El bosque vertical (Milán)



La **naturación urbana** es la acción de incorporar la vegetación al medio urbano con el objetivo de amortiguar el desequilibrio entre la urbanización y la conservación del medio ambiente.



Arquitectura Bioclimática

Arquitectura tradicional evolucionada



By: Al Meakin

Viviendas encaladas (Zuheros , Córdoba)



Patio sombreado y uso de agua (Córdoba)



Ventanas orientadas al sur (A Coruña)



Efecto del terreno , Casas cueva (Guadix)

Adaptación a la Temperatura

- Orientación
- Soleamiento y protección solar
- Aislamiento térmico – Techos verdes
- Ventilación cruzada



La **Arquitectura Bioclimática** es la fusión de los conocimientos adquiridos por la arquitectura tradicional a lo largo de los siglos, con las técnicas avanzadas en el confort y el ahorro energético



Le Corbusier

«*cinco puntos de una nueva arquitectura*»



5. La terraza-jardín

Para **Le Corbusier** la superficie ocupada a la naturaleza por la vivienda debía de ser devuelta en forma de **jardín en la cubierta del edificio**, convirtiendo el espacio sobre la vivienda en un ámbito aprovechable para el esparcimiento, que además permitía mantener condiciones de aislamiento térmico sobre las nuevas losas de hormigón

“Cinco puntos básicos de una nueva arquitectura” revista *L’Esprit Nouveau* y “Vers une architecture” (1923)



¿Qué es un Techo Verde?

Los **techos verdes** son un sistema de techo multicapa que permite la propagación de la vegetación en una superficie expuesta, al mismo tiempo que permite la conservación de las capas inferiores y la estructura de cubierta del edificio



Techos verdes = Cubiertas ajardinadas = Cubiertas ecológicas = Cubiertas verdes



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Techos verdes: Infraestructura verde en altura (E. Martín-Consuegra)

Antecedentes Techos Verdes



Jardines colgantes de Babilonia



Fuente: <http://jardinesverticalesycubiertasvegetales.blogspot.com.es/>

Cubierta vegetal tradicional en Noruega

9 al 11 de octubre de 2019

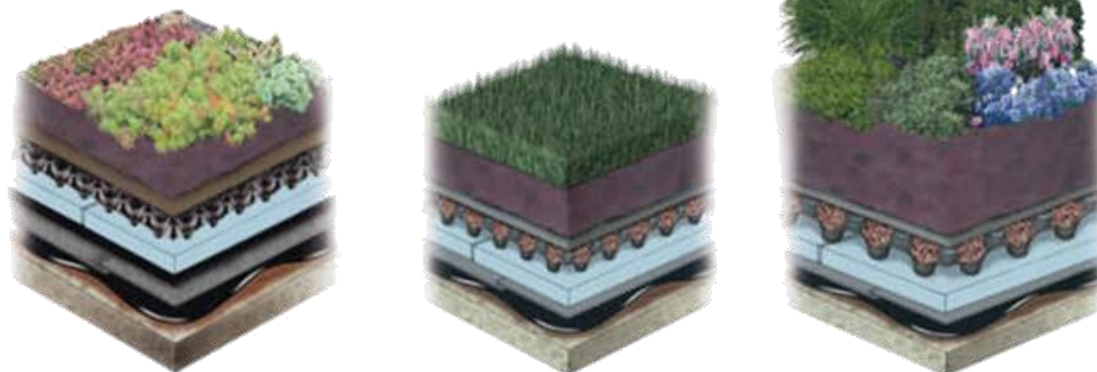
Redforestas 2019 Madrid
Arbolado urbano



FORESTALES
Una ingeniería para la vida



Tipos de Techos Verdes



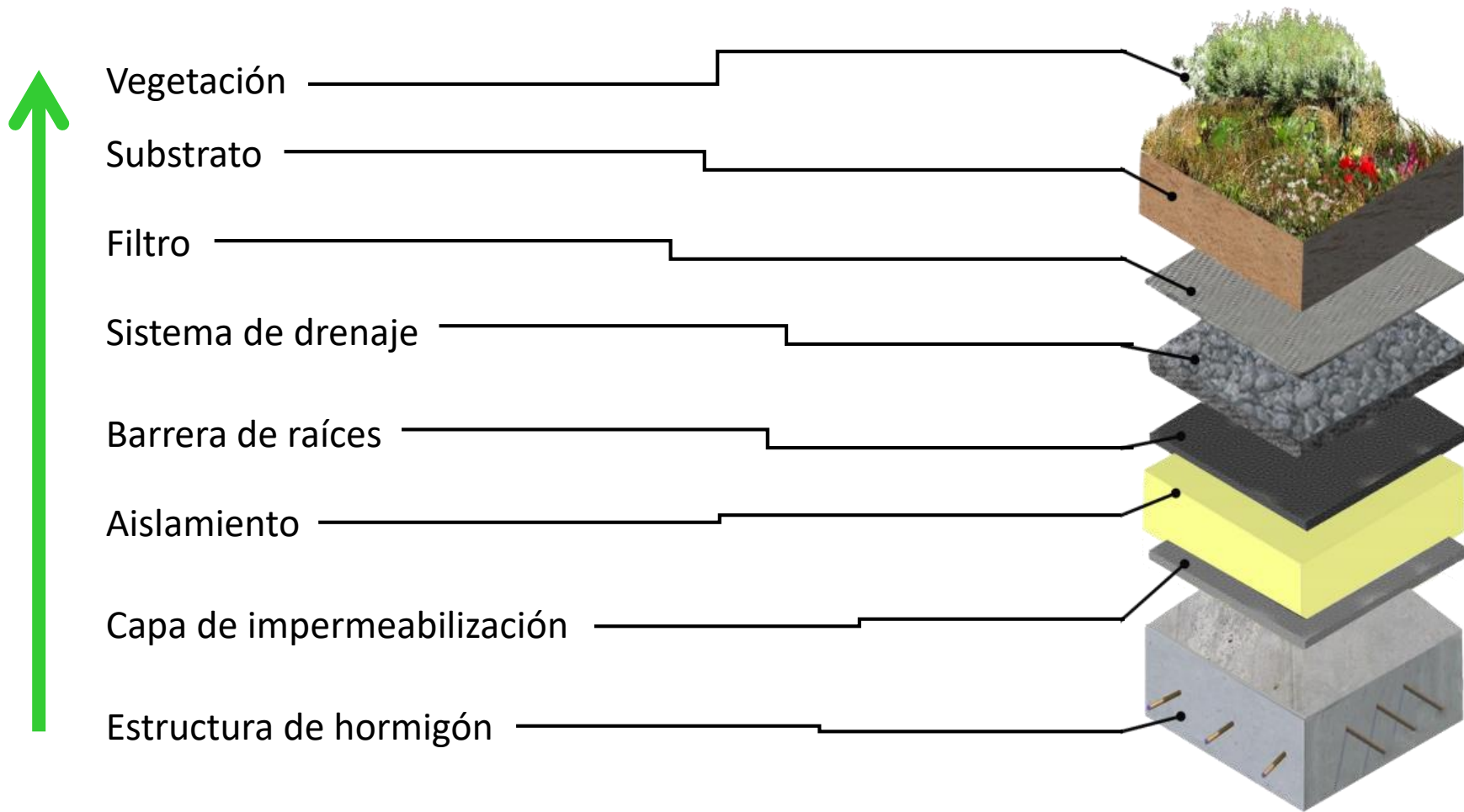
Descripción	Extensiva	Semi-intensiva	Intensiva
Uso	Vivienda unifamiliar / Edificio oficinas	Vivienda unifamiliar / Edificio oficinas	Bloque viviendas / Edificio oficinas / Huertos en azoteas
Espesor sustrato (cm)	6-20	12-25	15-40
Peso (kg/m ²)	60-150	120-200	180-500
Retención de agua	40 - 60%	40 - 60%	60 - 90%
Estructura	Baja	Media	Alta
Riego	Innecesario	Periódico	Necesario
Mantenimiento	Muy bajo	Periódico	Intensivo

Fuente: http://www.lafarge.com.es/2.3.5_ESP_concrete_green_roofs_corp.pdf





Estructura de Techos Verdes: sistema de capas

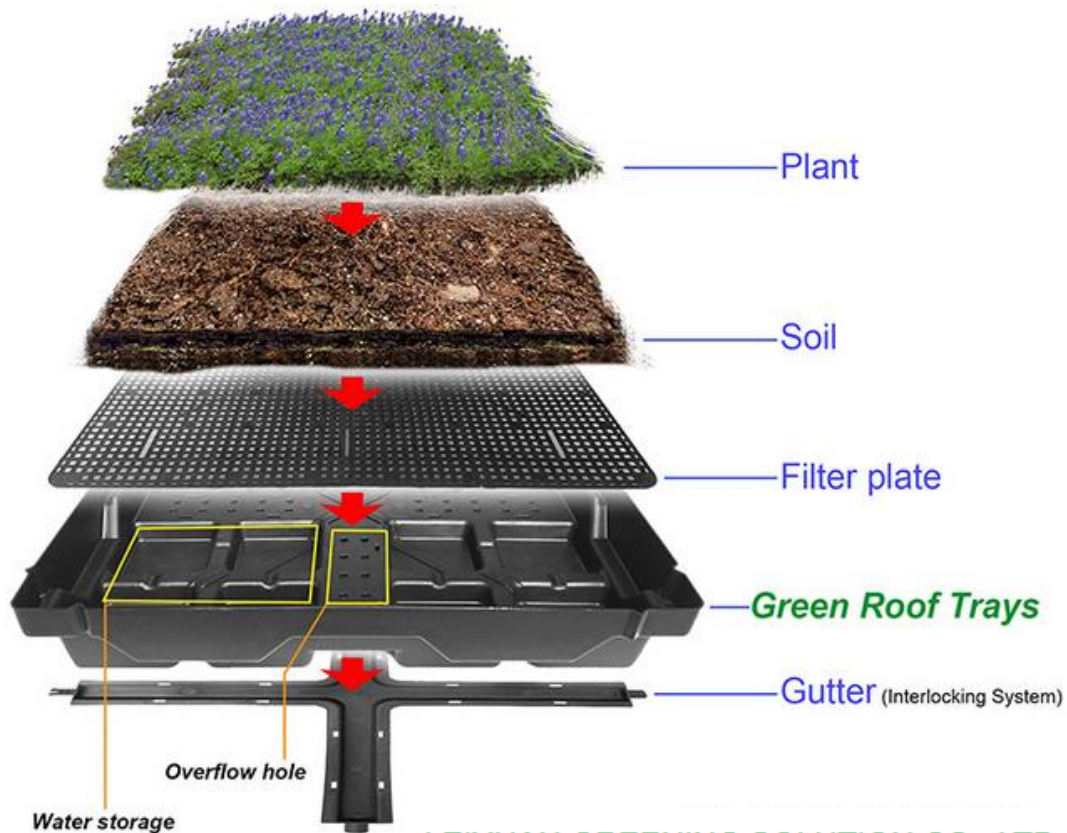




UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Techos verdes: Infraestructura verde en altura (E. Martín-Consuegra)

Estructura de Techos Verdes: sistemas modulares



LEIYUAN GREENING SOLUTION CO., LTD.



9 al 11 de octubre de 2019

Redforesta 2019 Madrid
Arbolado urbano



FORESTALES

Una ingeniería para la vida



Techos Marrones o Techos de biodiversidad



Techo sin vegetación, en el cual el sustrato se selecciona especialmente para permitir el crecimiento de especies vegetales del entorno

Techo marron en Norðragøta, Faroe Islands, julio 2006

Fuente imagen: <http://www.elios-ec.eu/sites/default/files/pdf/Case-Study-9-Green-or-Brown-roofs.pdf>



Techos Biosolares: techos verdes y paneles solares



Techo verde biosolar Suiza

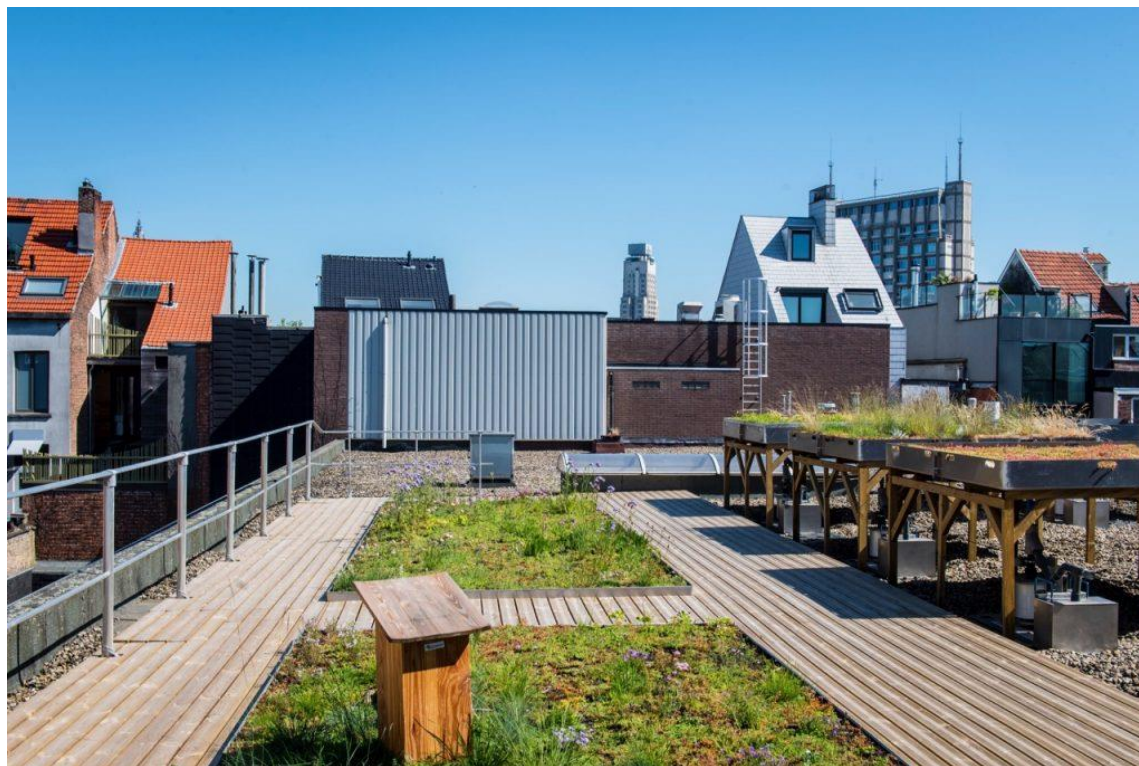
Esta combinación da como resultado una mayor eficiencia de los paneles solares.

La eficiencia de los PS disminuye cuando se sobrecalientan, pero este efecto negativo se reduce por el enfriamiento por evaporación proporcionado por el techo verde

Fuente imagen: <https://livingroofs.org/introduction-types-green-roof/biosolar-green-roofs-solar-green-roofs/>



Techos verde azules



Un techo azul es un techo que ha sido diseñado para almacenar agua de lluvia, actuando así como una función de control de fuente en un sistema de drenaje sostenible.

Techo azul inteligente con elemento de techo verde – Amélie (Francia)

Fuente imagen: <https://livingroofs.org/introduction-types-green-roof/blue-green-roof-cities-stormwater/>



Techos Verdes en España



En los años 90 se vegetaron azoteas en la E.T.S.I.A. de la Universidad Politécnica de Madrid (Gómez-Campo, 1996)

Fuente : Naturación Urbana Ed. Julián Briz (2003) Mundi-Prensa



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Techos verdes: Infraestructura verde en altura (E. Martín-Consuegra)

Techos Verdes en España



Ciudad Financiera del Banco Santander, en Boadilla del Monte (Madrid)
Realizado desde 2002-2005

9 al 11 de octubre de 2019

Redforestas 2019 Madrid
Arbolado urbano



FORESTALES

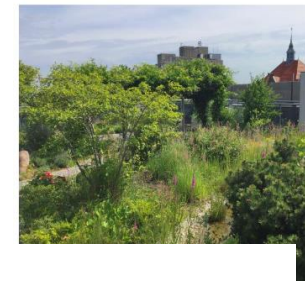
Una ingeniería para la vida



League table: Global green roof area and density, 2015

	Population	Total area of green roofs (m ²)	Green roofs per capita (m ² /inhabitant)
Basel	175,131	1,000,000	5.71
Stuttgart	590,000	2,000,000	3.38
Linz	193,814	500,000	2.57
Munich	1,450,381	3,148,043	2.17
Vienna	1,714,000	2,560,000	1.49
Malmö	303,000	400,000	1.32
Hanover	522,686	638,500	1.22
London's CAZ	230,000	205,000	1.21
Düsseldorf	588,169	698,000	1.19
Berlin	3,600,000	4,000,000	1.11
Washington D.C.	681,170	254,470	0.37
Rotterdam	634,661	235,000	0.37
Amsterdam	813,562	300,000	0.36
Melbourne City	148,000	54,000	0.36
Portland	570,000	157,989	0.27
Chicago	2,700,000	508,130	0.19
Tokyo	13,184,161	1,345,250	0.10
Toronto	2,615,060	250,000	0.09
Singapore	5,100,000	468,000	0.09
Copenhagen	510,000	40,000	0.07

Techos Verdes en el mundo



POLITICA DE INCENTIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TECHOS VERDES



Op He Rotterdam



Extensive green roofs, Melbourne
Photo: Melbourne City Council



Extensive and semi-intensive green roof on the Emporium Hyllie, Malmö, Sweden
Photo: Dusty Gedde

Fuente (tabla e imágenes): https://livingroofs.org/wp-content/uploads/2019/05/LONDON-LIVING-ROOFS-WALLS-REPORT_MAY-2019.pdf

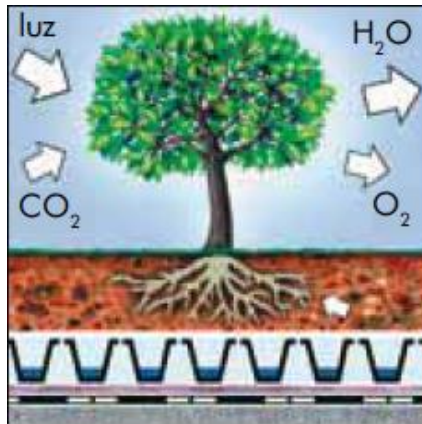




Beneficios Techos Verdes



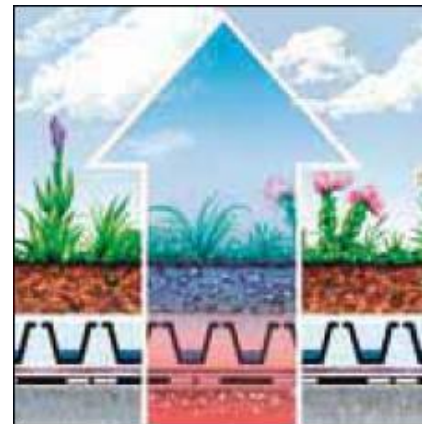
Reducción de sup. pavimentadas



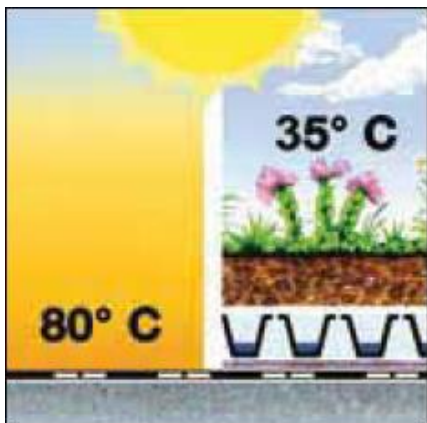
Captura gases efecto inv.



Efecto isla de calor



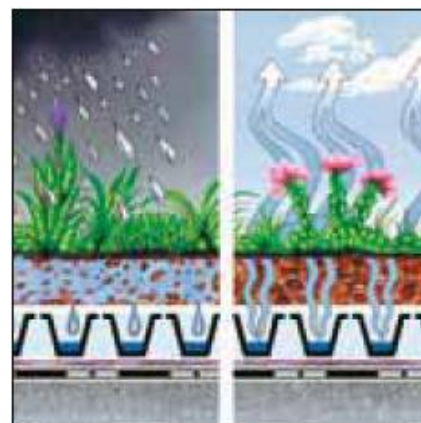
Regulación de la temperatura



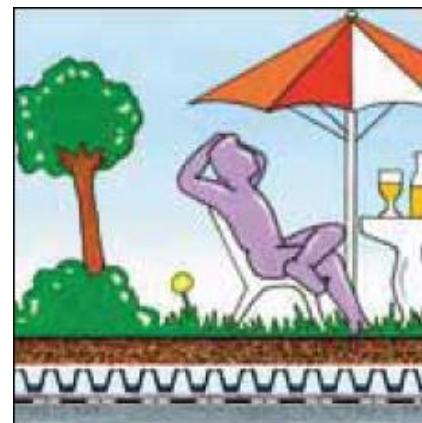
↑ Vida útil del techo



Aislamiento acústico



Reducción escorrentía



Bienestar social

Fuente: ZinCo





TVs sumideros de CO₂

Reducción del CO₂

Según el National Research Council of Canada, **1 m² de cubierta vegetal puede absorber hasta 5 kg de CO₂ al año.**

Fuente: <https://www.construible.es/articulos/cubiertas-verdes-ligeras-para-edificios>



1 m² de **cubierta vegetal** puede absorber la misma cantidad de CO₂ que emitiría un vehículo normal en un recorrido de 80 km

Fuente:

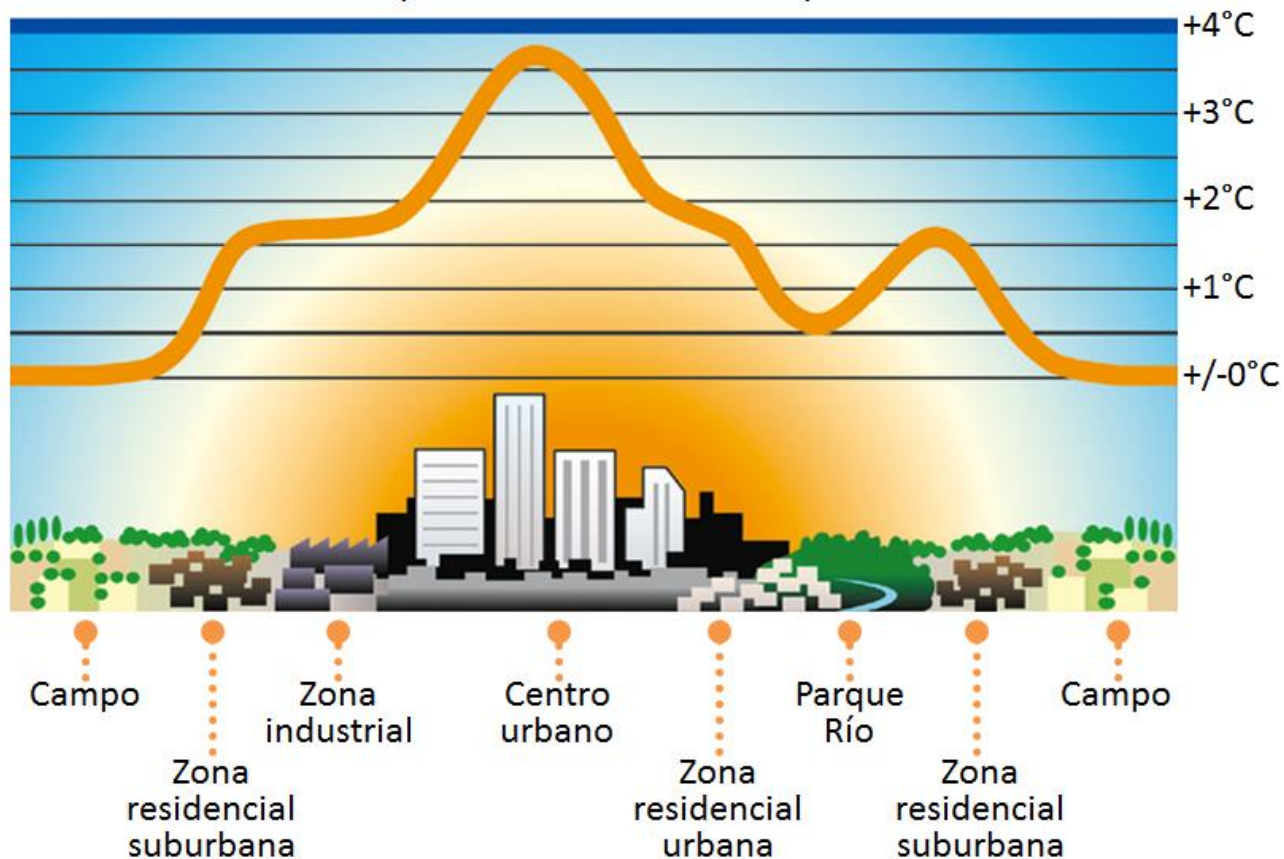
http://www.knaufinsulation.es/sites/es.knaufinsulation.net/files/Urbanscape_Catalogo_02_2015.pdf



Efecto isla de calor

Isla de calor urbana

Perfil referencial de temperaturas urbanas en comparación con área rural



Fuente: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/isla-de-calor-urbana/>





Efecto isla de calor



Predominio del **HORMIGÓN**



Frente a
LÁMINAS DE AGUA y
VEGETACIÓN





Enfriamiento adiabático



Un árbol de **50 m²** de copa en un jardín de Córdoba, sano con agua disponible, puede tener una potencia de refrigeración de **11,3 kW** en el mes de agosto.

Equivalente a **8 climatizadores** de **1,5 kW** de potencia eléctrica dando servicio a 400 m² de un local cerrado

Fuente: Servicios aportados por la vegetación al clima urbano d Córdoba 1º parte: Fundamentos y Metodología (Junta de Andalucía, 2016)

Enfriamiento Adiabático: se consigue mediante la evaporación del agua en el aire; consecuentemente la temperatura seca disminuye mientras aumenta la humedad



Enfriamiento adiabático

Patio Martín Roa, 2 (Córdoba)



ENFRIAMIENTO ADIABÁTICO

las plantas crean una bolsa de frescor durante las calurosas tardes del verano que aísla la edificación y que al final de la tarde da lugar a una brisa interna que se mantiene incluso en los días de más calma



CORDOPOLIS





Vegetación en TVs Extensivos



Monocultivo de *Sedum* en Techo verde

EVAPOTRANSPIRACIÓN

Un metro cuadrado de plantas con follaje puede evaporar más de $\frac{1}{2}$ l de agua en un día caliente, y hasta 700 l anualmente



La biodiversidad de especies vegetales mejora la multifuncionalidad de los ecosistemas de techos verdes



Vegetación en TVs Extensivos

Sedum

- Sistema radicular superficial
- Metabolismo CAM
- Eficiente uso del agua
- Tolerancia a condiciones extremas de calor y sequía

Planta mediterránea

- Importante fuente de endemismos con uso potencial como ornamental
- Adaptadas al stress hídrico del clima mediterráneo
- Tolerancia a condiciones extremas de calor y sequía



Uso de planta nativa en TVs

Table 1

Summary of reasons used for promoting the use of native plants on green roofs.

Reason	Description	Example of this idea applied to green roofs	Potential problems
Aesthetic	Native plants provide a sense of place and blend into the natural landscape.	"Bedrock bluff plants native to Minnesota . . . are shown conceptually emerging out of the European green roof technology foundation . . . Limestone rocks, simulating bedrock bluff prairie outcroppings, add to the metaphor of the bedrock bluff prairie green roof." (MacDonagh et al., 2006)	Evaluation by this criteria is driven largely by personal preference and opinion.
Scientific			
Adaptation	Native plants are adapted to the local environment and consequently require less water, fertilizer, maintenance.	"Planting indigenous plant materials adapted to similar environmental conditions use minimal amounts of water . . ." (Kephart, 2005)	A roof is not a native environment. Plants did not evolve in a rooftop environment. Thus, they may not be suited to life on a roof.
Habitat	Native plants function as habitat for native fauna and serve to increase biodiversity.	"Incorporating regionally native plants into a green roof can help to replace habitat removed by urban development, encourage biodiversity and help provide ecological niches for arthropod and avian species that depend on these native plant taxa." (Bousset et al., 2009)	This depends largely on the type of plant. For example, a native grass will not provide pollen and nectar resources to a native bee.
Invasiveness	Native plants are less likely to become invasive than non-native plants.	"The focus on native plants in this application exploits the existing characteristics of climatic adaptation, which may help to reduce total water and nutrient demand, and avoid problems associated with the introduction of potentially invasive species." (Simmons and Gardiner, 2007)	Only a very small number of non-native plants become invasive.

Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs

Colleen Butler^{a*}, Erin Butler^b, Colin M. Orians^a

Urban Forestry & Urban Greening 11 (2012) 1–10





Planta mediterránea en TVs



Especies nativas



Sedum sarmentosum (China) considerada como invasora en EEUU y no recomendada para techos verdes



Carpobrotus edulis (Sudáfrica) invade ecosistemas litorales en la Península Ibérica



Plantas invasoras en TVs



Journal

Israel Journal of Ecology & Evolution >

Volume 62, 2016 - Issue 1-2: Integrating Ecology into Green Roof Research

Enter keywords, authors, DOI etc.

This journal



Advanced search

430

Views

4

CrossRef citations

0

Altmetric

Articles

Biological invasions in the context of green roofs

Nicole L. Kinlock , Bracha Y. Schindler & Jessica Gurevitch

Pages 32-43 | Received 10 Oct 2014, Accepted 08 Mar 2015, Published online: 02 Apr 2015

 Download citation  <http://dx.doi.org/10.1080/15659801.2015.1028143>



 Full Article

 Figures & data

 References

 Citations

 Metrics

 Reprints & Permissions

Get access



Abstract

Green roofs can mitigate a number of urban environmental problems when green roof plant communities provide ecosystem services. However, this perspective may fail to address ecological aspects of the plant community. In particular, it does not account for the potential for green roofs to facilitate biological invasions. We consider current research in green roof ecology in light of the literature on biological invasions, focusing on plant invasion. We evaluate the role of species composition and novel communities, species interactions, succession, and dispersal on the trajectory of green roof plant communities. Green roofs have the potential to introduce invasive species through initial plantings, to become dominated by invasive species, and to spread invasive species, and we provide recommendations for plant selection and maintenance to reduce the risks of facilitating plant invasions to surrounding communities.





Investigación TVs Universidad de Córdoba



12 ESPECIES SELECCIONADAS



Acinops alpinus



Bellis perennis



Brachypodium retusum



Cerastium tomentosum



Dianthus arenarius



Lotus creticus



Lobularia maritima



Paronychia argentea



Phagnalon saxatile



Sanguisorba minor



Sedum sediforme



Trifolium repens

Ensayos techo verde Campus de Rabanales (marzo 2017)



Investigación TVs Universidad de Córdoba



Optimizando el potencial de techos verdes para la rehabilitación energética de edificios: interacción entre sustratos reciclados, propiedades hídricas y eficiencia energética

Universidad de Córdoba | Bonterra Ibérica y Paisajes del Sur

Guía Técnica



Guía de apoyo científico-técnico
para la implantación de techos verdes
en la Comunidad Andaluza

Grupos PAI implicados

- [AGR-127](#)
- [RNM-153](#)
- [RNM-322](#)
- [TEP-227](#)

Autores:

Antonio Hayas López¹, Antonio López Uceda¹, Daniel Espada Melgar¹, Manuel Ruiz de Adana Santiago¹, Enriqueta Martín-Consuegra Fernández¹, Adolfo Peña Acevedo¹, Jesús Ayuso Muñoz¹, Ángel Lora González¹, Juan Vicente Giráldez Cervera¹, Ana Laguna Luna¹, Gema Guzmán Díaz¹, Valentín Contreras^{2,3}, José Ramón Manzano^{2,3}, Francisco Javier Jiménez González¹, Víctor Cáceres¹, Luis Ramajo⁴, José Ramón Jiménez¹, Adela Pérez¹, Tom Vanwalleghem¹

¹Universidad de Córdoba, Departamentos de Agronomía, Ingeniería Forestal, QF y Termodinámica Aplicada, Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales e Ingeniería Rural

²Paisajes del Sur SL

³Bonterra Ibérica, SL

⁴Agencia de la Obra Pública de Andalucía



TVs en la prensa

deia

CUBIERTAS VEGETALES

El techo de Bilbao quiere ser verde

El pleno municipal aprueba elaborar una guía de cubiertas vegetales una vez entre en vigor el PGOU
A las ventajas paisajísticas se sumaría un ahorro en el gasto y mayor oxígeno
OLGA SÁEZ - Domingo, 3 de Marzo de 2019 - Articulado a las 08:00h



Imagen de una de las azoteas de Bilbao más verdes. (Pablo Yllera)

Diario Concepción

Tendencia de techos verdes busca echar raíces en Concepción

El calentamiento global y la contaminación se combaten con la quinta fachada que no sólo aumenta la calidad de vida, sino también las escasas zonas de cultivo existentes en centros urbanos.

• Por: Ximena Valenzuela - 17 de Marzo 2019



• Fotografía: Referencial

EL MUNDO

MEDIO AMBIENTE Legislación pionera

Jardines en los cielos franceses

Una ley obliga a que los nuevos edificios cubran sus azoteas con plantas, árboles o paneles solares.



Un techo verde en un barrio de un edificio de Francia.
RENE HÉZEL VILASCO - Composición - París
ALBERICHI SARDANO - 04/19/2018

THE AGE

NEWS VICTORIA PLANNING

OPINION

Time for a green roof revolution in Melbourne

By Nicholas Basso and Cathy Oke
June 9, 2014 - 11:30pm

Melbourne needs a green-roof revolution. The unused rooftops of Melbourne's buildings are a massively underutilized resource that has the potential to create new green space in the central city that is bigger than Royal Park.



Art's impression of the green roof at 1 Treasury Place

EL PAÍS

Tejados urbanos verdes



MAR TOMARÍA

25 JUN 2015 - 08:00 CEST



Foto de Dylan Passmore. Tomada en Toronto, Ontario (Canadá). En: Flickr Commons

EL PAÍS

TEJADOS VERDES

“Diseñar edificios sin vegetación supone olvidar las necesidades de los ciudadanos”

El ingeniero agrónomo Paulo Palha explica la importancia de que las urbes construyan con tejados verdes

ISABEL DE FELIPE

Madrid - 29 NOV 2018 - 08:42 CET



Tejado del Hotel Wellington de Madrid. Isabel de Felipe

El techo de Bilbao quiere ser verde

El pleno municipal aprueba elaborar una guía de cubiertas vegetales una vez entre en vigor el PGOU

A las ventajas paisajísticas se sumaría un ahorro en el gasto y mayor oxígeno

OLGA SÁEZ - Domingo, 3 de Marzo de 2019 - Actualizado a las 06:00h



Imagen de una de las azoteas de Bilbao más verdes. (Pablo Viñas)



Tendencia de techos verdes busca echar raíces en Concepción

El calentamiento global y la contaminación se combaten con la quinta fachada que no sólo aumenta la calidad de vida, sino también las escasas zonas de cultivo existentes en centros urbanos.

■ Por: Ximena Valenzuela 17 de Marzo 2019



■ Fotografía: Referencial



Jardines en los cielos franceses

- Una ley obliga a que los nuevos edificios cubran sus azoteas con plantas, árboles o paneles solares.



Un 'techo verde' en un tejado de un edificio de Francia. | FRANK DUNOUAU

IRENE HDEZ. VELASCO > Corresponsal > París

Actualizado: 04/04/2015 04:19 horas



OPINION

Time for a green roof revolution in Melbourne

By [Nicholas Reece](#) and [Cathy Oke](#)

June 9, 2019 – 11.30pm

Melbourne needs a green-roof revolution. The unused rooftops of Melbourne's buildings are a massively underutilised resource that has the potential to create new green space in the central city that is bigger than Royal Park.

[f](#) [t](#) [e](#) | [A](#) [A](#) [A](#)



Artist's impression of the green roof at 1 Treasury Place



Tejados urbanos verdes



MAR TOHARIA

25 JUN 2015 - 08:00 CEST



Foto de Dylan Passmore. Tomada en Toronto, Ontario (Canadá). En: Flickr Commons



TEJADOS VERDES

“Diseñar edificios sin vegetación supone olvidar las necesidades de los ciudadanos”

El ingeniero agrónomo Paulo Palha explica la importancia de que las urbes construyan con tejados verdes

ISABEL DE FELIPE

Madrid - 19 NOV 2018 - 08:42 CET



Tejado del Hotel Wellington de Madrid. Isabel de Felipe



9 al 11 de octubre de 2019

Redforest 2019 Madrid
Arbolado urbano

www.forestaes.net



FORESTALES

Una ingeniería para la vida

Techos verdes: Infraestructura verde en altura

Enriqueta Martín-Consuegra Fernández

Dpto. Ingeniería Forestal - E.T.S.I.A.M.

Universidad de Córdoba

cr1mafee@uco.es

COLABORAN

cespa

STIHL

ForestPioneer
www.forestpioneer.com

AON
Empower Results®



distrito
retiro

MADRID

ORGANIZAN



Asociación de Ingenieros
Técnicos Forestales



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural