



CUBIERTAS VERDES ADECUADAS PARA
EL ÁREA MEDITERRÁNEA

COBERTES VERDES ADEQUADES PER A
L'ÀREA MEDITERRÀNIA

Joan Romero Clausell

Instituto Valenciano de la Edificación

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Proyecto Love Shack, Melgven, Francia
Arquitectura: Brice Mathey

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Sala polivalente, Jacó (Costa Rica)
Arquitectura: okambuva.coop
Fotografía: Orígenes lodge

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Sala polivalente, Jacó (Costa Rica)
Arquitectura: okambuva.coop
Fotografía: Orígenes lodge

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



VIV ENTERRADA AJARDINADA URES (GUADALAJARA)

Arquitectura: IÑAKI ALONSO

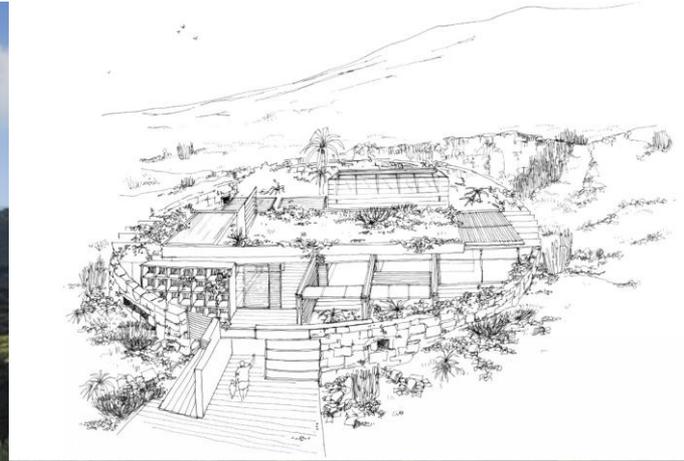
Fotografía: SOCYR EPDM

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



The Great Wall of WA, North Western Australia
Arquitectura: Luigi Rosselli Architects
Fotografía de Edward Birch

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Vivienda bioclimática, Tenerife
Arquitectura: Ruiz Larrea and Association

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Si bien han cobrado notoriedad recientemente, la idea de colocar vegetación en el techo **no es nueva**.



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Representación de los Jardines colgantes de Babilonia, con la Torre de Babel en el fondo. Pintura hecha en el Siglo XIX.



Izquierda, relieve del templo de Hatshepsut. Derecha, dibujo de la cubierta vegetal de un edificio residencial.



2012, Buenos Aires. Ley N° 4428 de Techos y Terrazas Verdes por la cual, mediante deducciones de impuestos, se busca incentivar la instalación de Techos y terrazas verdes

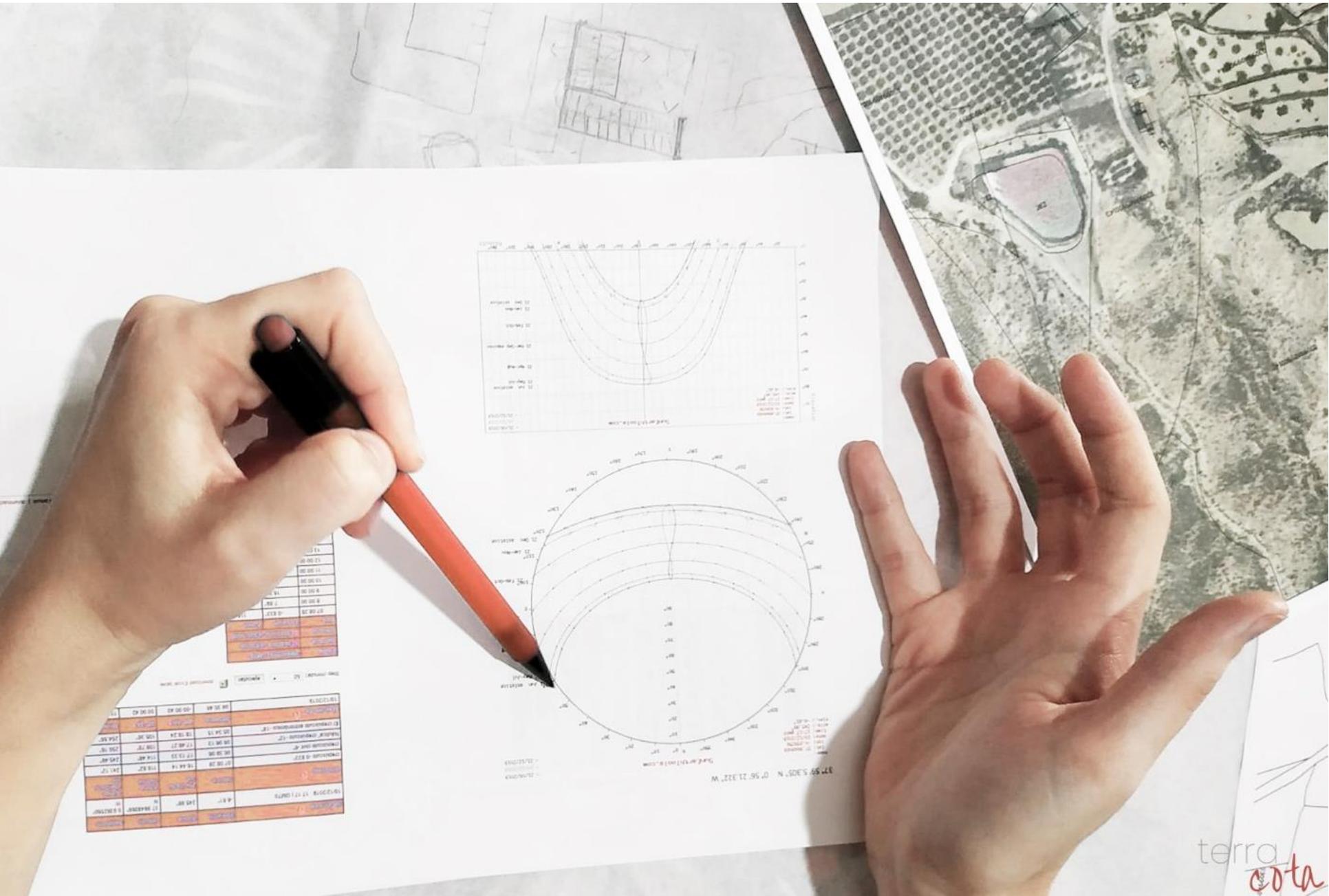
2012 Copenhague. Aprueban una ley que **obliga** a los propietarios de nuevas azoteas a tener algún tipo de vegetación en ellas.

2015, Francia. Se aprobó una ley pionera que **obliga** a todos los nuevos edificios comerciales construidos a ser cubiertos parcialmente por paneles solares o techos verdes.

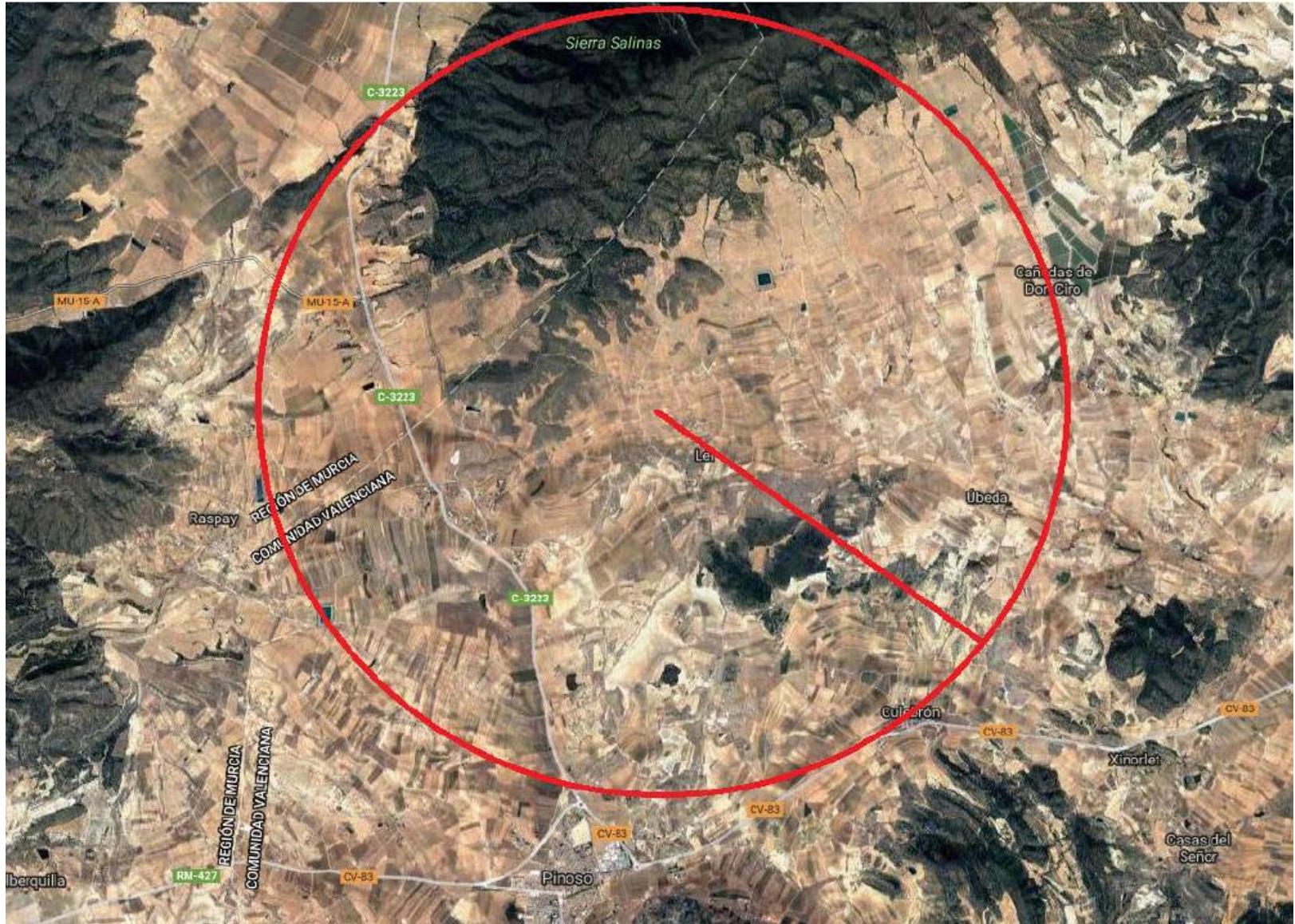
2018, Suiza. Se ha implementado Ley Federal de Techos Verdes. Contribuye a que los nuevos edificios que se han construido en los últimos años incorporen, bajo ciertos parámetros y de acuerdo a los recursos y área, elementos verdes en sus instalaciones

2019, Hamburgo. Hasta 2020, los propietarios de edificios pueden recibir subsidios para cubrir hasta el 30-60 % de los costos de construcción para la ecologización de sus techos.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

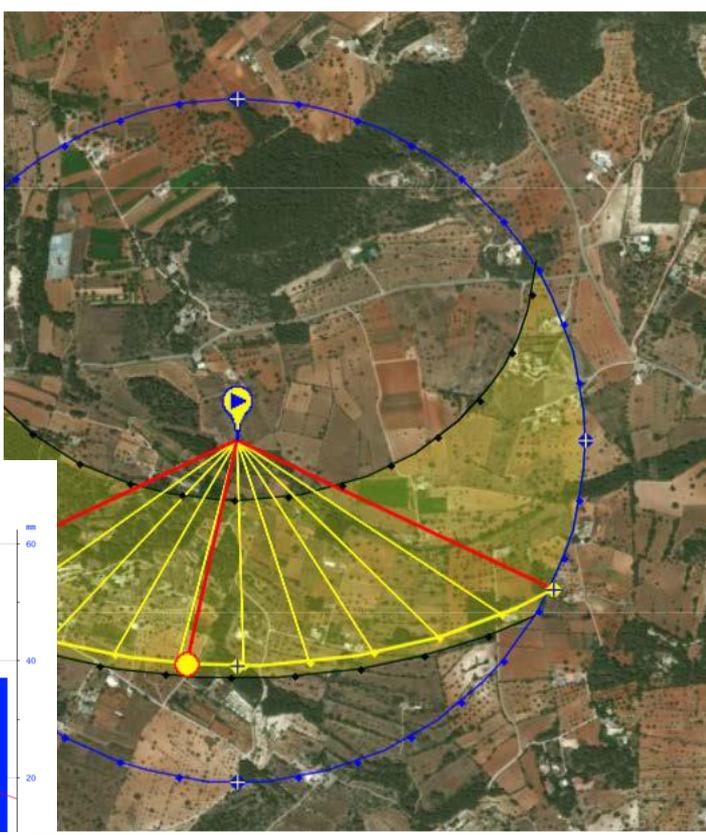
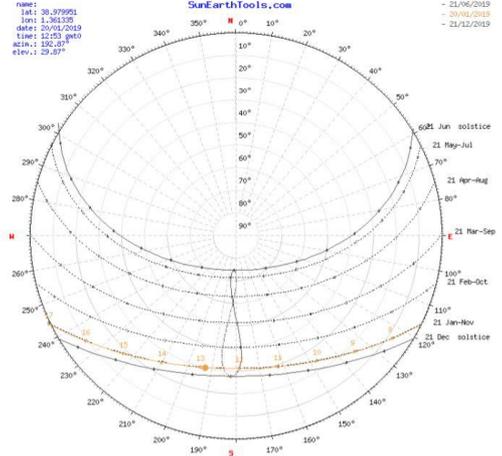


Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

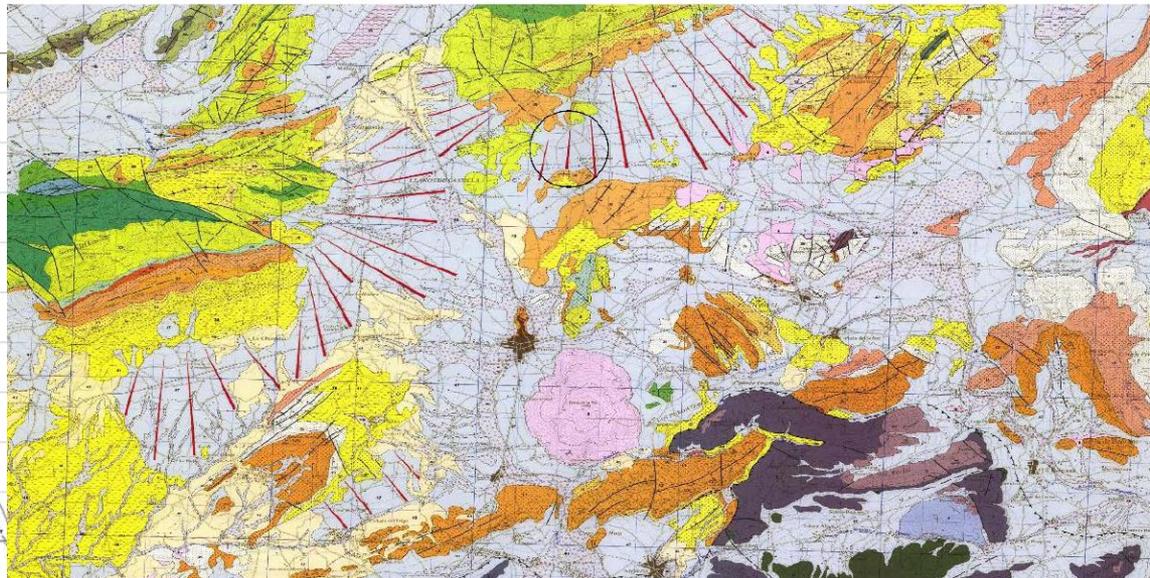
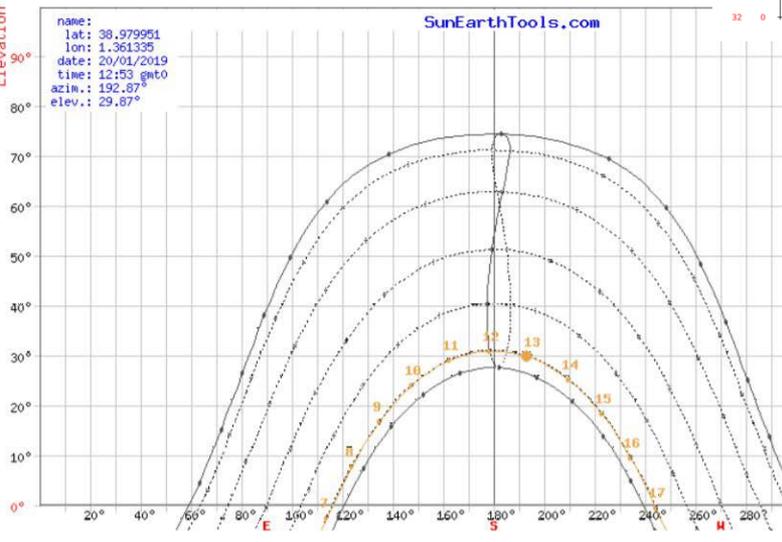
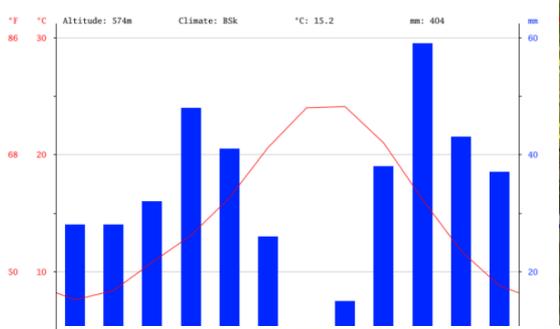


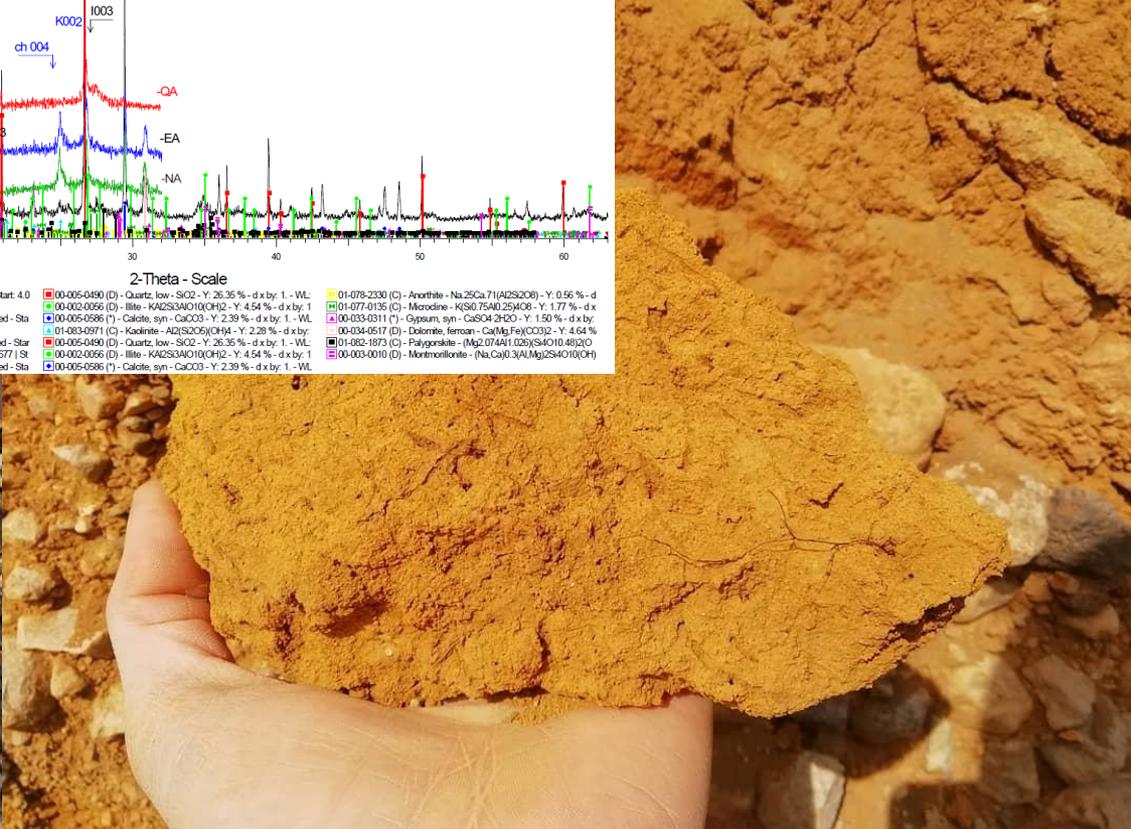
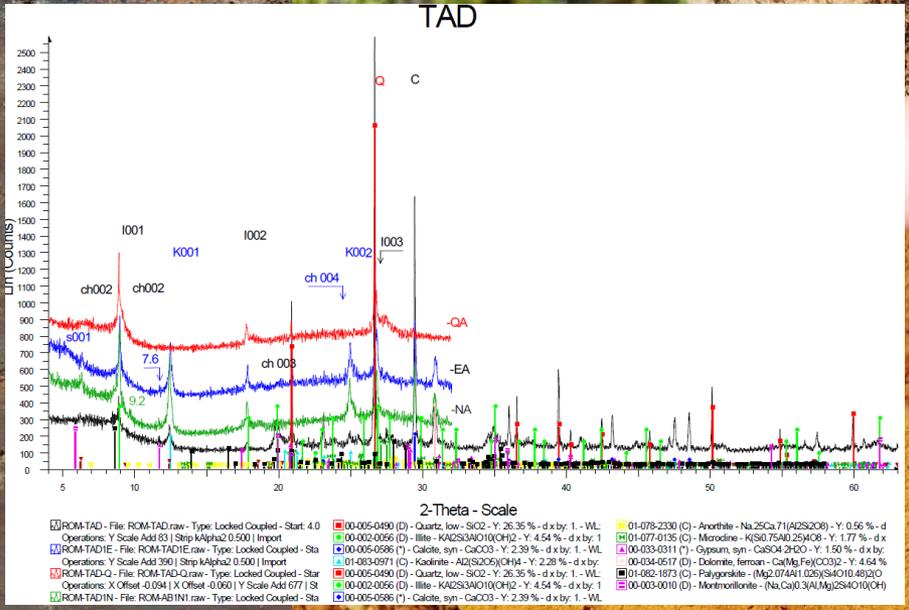
Temperaturas medias mensuales y precipitaciones en Ibiza

Mes	Máximas °C	Mínimas °C	Agua del mar °C	Precipitaciones (mm)	Horas de sol al día	Días de lluvia
Enero	15,5	8,1	13,3	38	5	5
Febrero	16	8,4	13,3	33	5,8	5
Marzo	17,2	9,3	13,3	36	6,5	4
Abril	19	10,9	14,4	33	7,6	4
Mayo	22,2	14,2	16,7	26	9,5	3
Junio	26,1	17,8	19,4	14	10,3	2
Julio	29,3	20,7	22,2	6	11,4	1
Agosto	30	21,8	24,4	19	10,5	2
Septiembre	27,6	19,5	23,3	48	7,6	4
Octubre	23,4	15,9	20,5	69	5	6
Noviembre	16,7	12	17,8	51	5,2	5
Diciembre	16	9,6	15,5	54	4,4	5

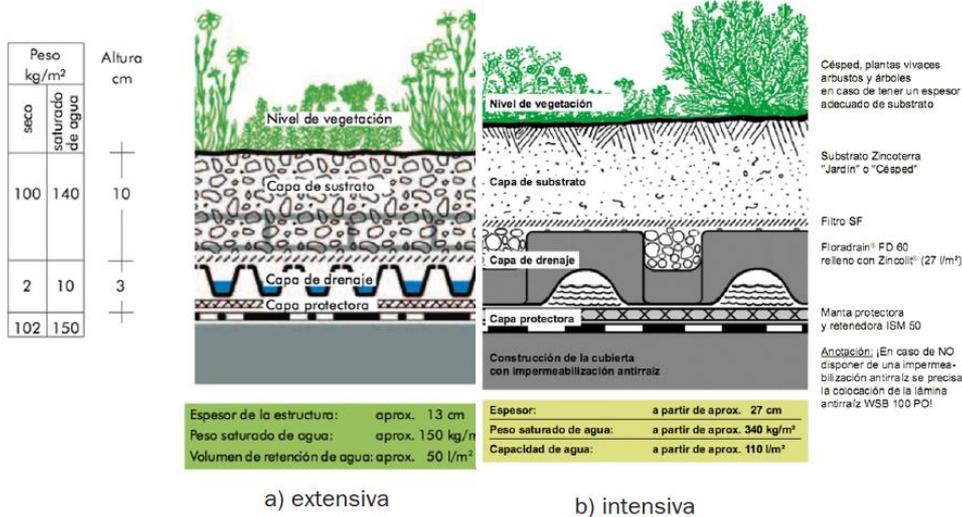


CLIMOGRAMA PINOSO





Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



a partir de	Peso kg/m ³		Altura cm
	seco	saturado de agua	
200	300	20	
32	42	7	
232	342		

Césped, plantas vivaces, arbustos y árboles en caso de tener un espesor adecuado de sustrato

Sustrato Zincoterra "Jardín" o "Césped"

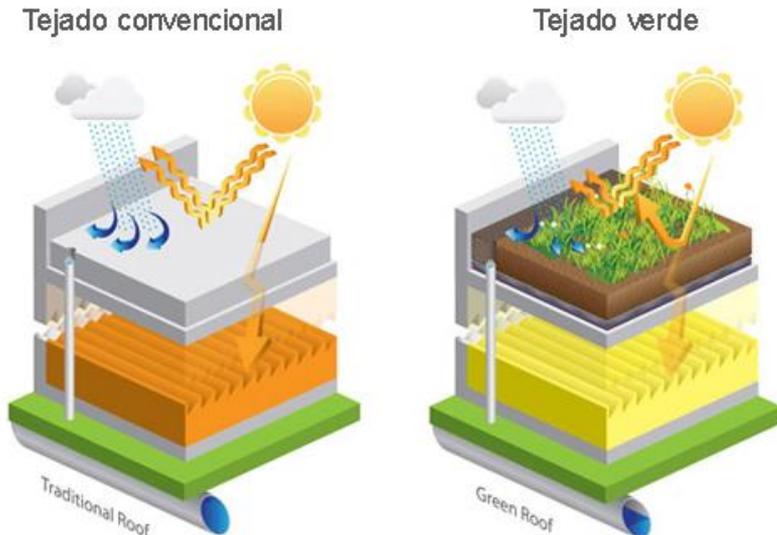
Filtro SF

Floradrain® FD 60 relleno con Zincolit® (27 l/m³)

Manta protectora y retenedora ISM 50

Anotación: ¡En caso de NO disponer de una impermeabilización antirraíz se precisa la colocación de la lámina antirraíz WSB 100 PO!

Fuente: <https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/>



- Excelente aislamiento térmico
- Muy buenos aislantes acústicos
- Comportamiento frente al viento
- No requieren mantenimiento especial
- Larga vida útil
- Versatilidad
- Excelente relación costo-beneficio
- Pueden ser "auto construidos"
- Bajísimo impacto visual
- Materiales reciclables fácilmente
- Producción de oxígeno y consumo CO₂
- Regulación de la humedad del aire
- Reducción de riesgo de incendio

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



EXTENSIVOS

- Objetivo principal: el aislamiento térmico y acústico.
- Vegetación simple y de bajo crecimiento (césped, musgo, flores de pradera, especies tolerantes a los climas secos).
- Necesitan poca o ninguna irrigación, fertilización o mantenimiento.
- Sustrato de poco espesor (menos de 10 cm).
- Se pueden diseñar y construir con pendientes de hasta 100 %.
- Transitables sólo ocasionalmente
- Económicos.

INTENSIVOS

- Objetivo: ornamental o también productivo.
- Vegetación de arbustos, plantas florales y hasta árboles pequeños.
- Necesitan mantenimiento como un jardín común: riego, corte de césped, poda de vegetación, fertilización.
- Vegetación: cualquier herbácea, todo tipo de césped y plantas nativas.
- Sustrato por lo general, nunca menor a 15 cm.
- Planos o con pequeña pendiente de hasta 3 %.
- Son similares a un jardín o huerta.
- Transitables.

Green roof typologies and main features. Adapted from (FLL, 2008).

Parameter	Extensive	Semi-intensive	Intensive
Weight at maximum water capacity	50-150 Kg/m ²	120-350 Kg/m ²	> 350 Kg/m ²
Substrate layer thickness	6– 20 cm	10– 25 cm	> 25 cm
Plant typologies	Succulent, herbaceous and grasses	Herbaceous, grasses and shrubs	Grasses, shrubs and trees
Slope	< 100 %	< 20 %	< 5 %
Irrigation	Never or periodically	Periodically	Regularly
Maintenance costs	Low	Moderate	High
Implementation costs	Low	Middle	High
Purpose	To provide ecosystem services minimizing environmental impacts and extra costs	Intermediate purposes	To prioritize landscaping, aesthetics and recreational uses

Evaluation of the development of five *Sedum* species on extensive green roofs in a continental Mediterranean climate Gabriel Perez et al. 2020

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Condiciones del clima

Resistencia a las sequías

Resistencia a altas/bajas T^a

Exposición a la luz solar

Características de la planta

Altura de las plantas

Tamaño de las raíces

Capacidad de retención de agua

Condiciones de riego

Condiciones del sustrato

...



Calibrachoa parviflora

Crecimiento rápido y atrae mariposas



Cypella herbertii

Crecimiento rápido y atrae animales silvestres



Heliotropium amplexicaule

Crecimiento rápido y resistente a la irradiación solar potente



Ophiopogon

Atrae depredadores de xilófagos



Sedum acre

Resistente a épocas de sequía

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Vivienda prefabricada de paja Chiva (Valencia)
Arquitectura: Fi estudio
Constructora: Okambuva.coop



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea





Centro de formación, Almassora (Castellón)
Arquitectura: Okambuva.coop

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Comportamiento hidrológico de las cubiertas verdes en el Mediterráneo Climas: una revisión y evaluación de patrones

Joana Silva, Teresa A. Paço, Vítor Sousa and Cristina M. Silva. 2016

Statistics	R (%)	RD (Min)	PA (%)	PD (Min)	RC (-)	
\bar{X}	62.38%	503.2	75.29%	344.3	0.39	
Min	13.98%	52.10	44.30%	29.4	0.00	
Max	100.00%	1537.5	93.20%	1132.0	0.86	
σ	23.74%	515.9	14.92%	399.9	0.23	
Md	66.99%	184.1	74.40%	143.7	0.37	
Q ₁	46.85%	141.9	66.30%	45.2	0.22	
Q ₃	81.52%	1059.4	90.80%	748.7	0.51	
MAD	21.66%	453.1	12.08%	335.9	0.19	
Shapiro-Wilk test results	w	0.9487	0.7694	0.9182	0.7509	0.9710
	p-value	0.0040	0.0060	0.3035	0.0084	0.3013
	hypothesis testing	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₀
No. of articles	12	4	5	3	7	
No. of experiments	76	10	11	8	46	

Clima mediterráneo: Csa and Csb, 7, Dry Mediterranean Continental climate (según Köppen-Geiger climate Classification)

Retención de lluvia (R, %) media 62,38%
n=76

Atenuación máxima (PA, %), media 75,29%
n=76

Coefficiente de escorrentía(RC) , media 0,39
n=76

Retención promedio de lluvia (%), demora de escorrentía (min), atenuación máxima (%), demora máxima (min), y estadísticas resumidas del coeficiente de escorrentía (-) para el clima mediterráneo (simulaciones de lluvia no incluidos en los resultados) y los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk.

Conclusiones:

Como variables puntuales, se detectó una incidencia elevada con **el sistema** (módulo/cubierta verde completa); la clase de **profundidad del sustrato** (clase 1, 2 y 3); el **origen de la vegetación** (autóctona/no autóctona/ambas), y el **tipo de cubierta verde** (extensiva, semi-intensiva e intensiva). En cuanto a las variables continuas, el análisis univariado mostró que las variables más significativas para la retención de lluvia fueron la profundidad del sustrato (mm), el promedio precipitación mensual (mm), y la temperatura media mensual (C).

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Infraestructura Urbana Verde: Techos Verdes y Sistemas Verdes Verticales que Brindan Múltiples Ecosistemas en el Entorno.

Gabriel Pérez Luque a, Julià Coma Arponb. 2020

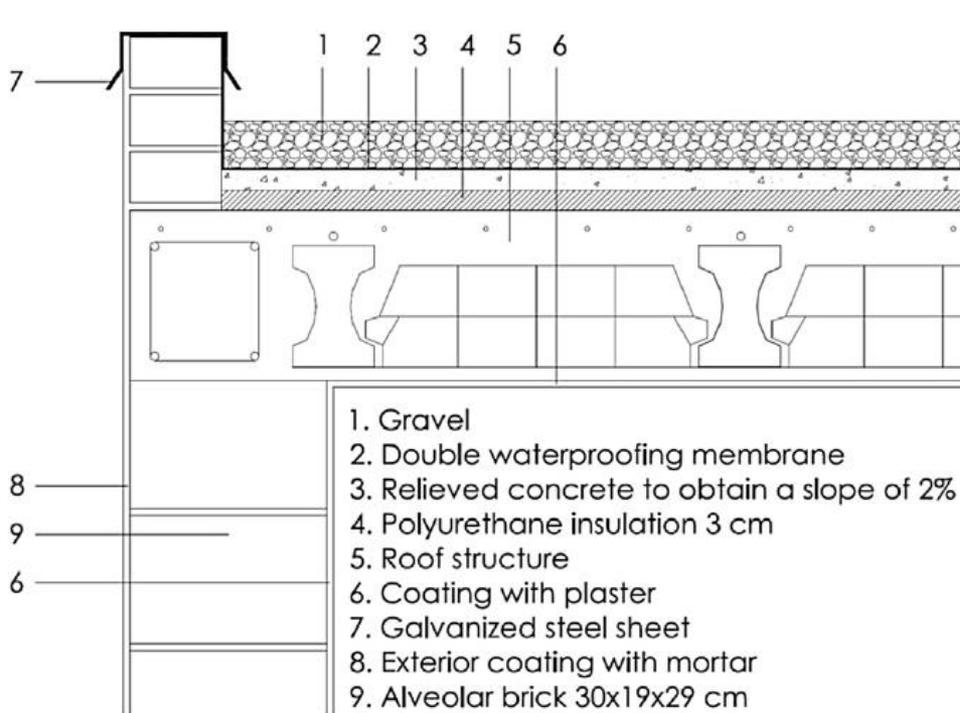


Fig. 2. Construction section of the reference cubicle.

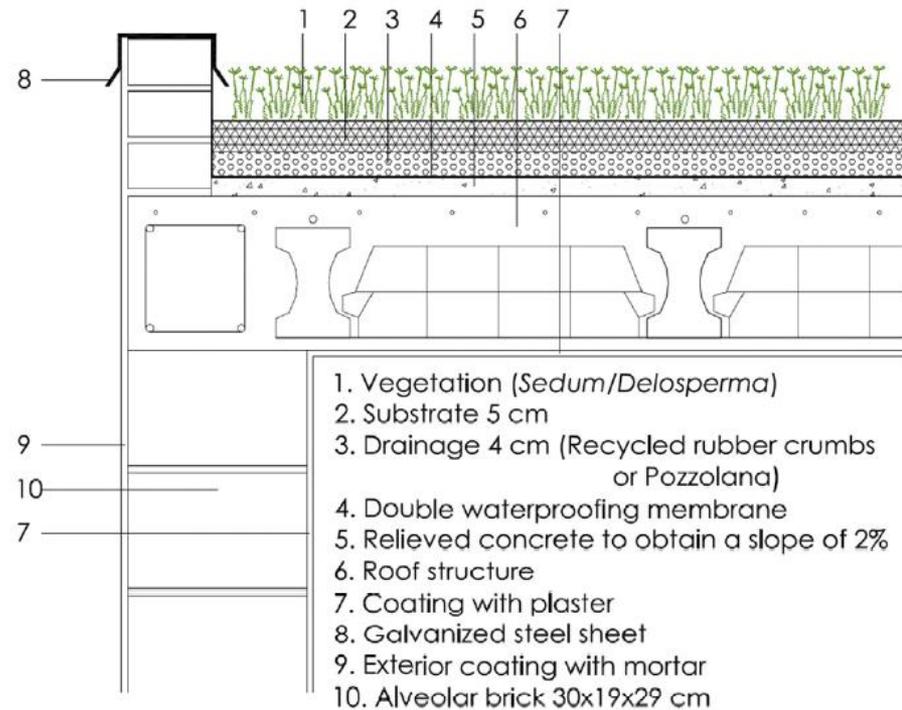
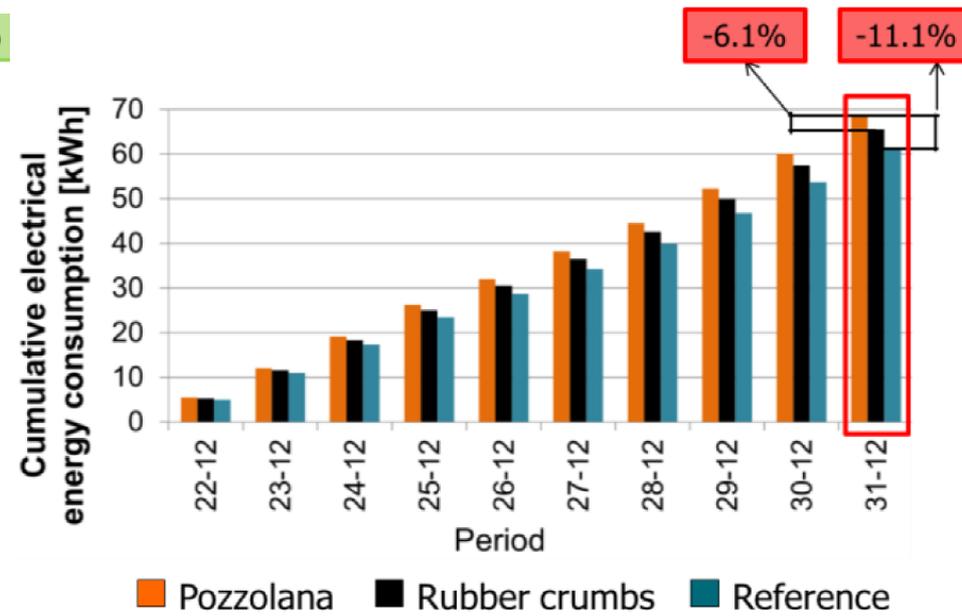
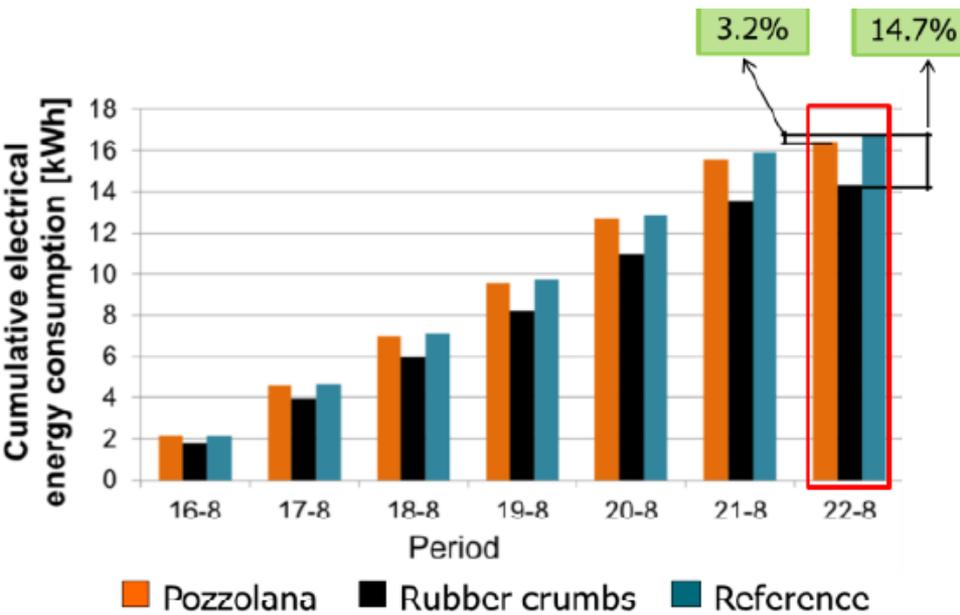


Fig. 3. Construction sections of the green roofs cubicles.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes extensivas experimentales en la planta piloto "Puigverd de Lleida" del grupo de investigación GREiA - Universidad de Lleida. Resultados del consumo energético para verano e invierno (Coma et al., 2014; Coma et al., 2016).

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

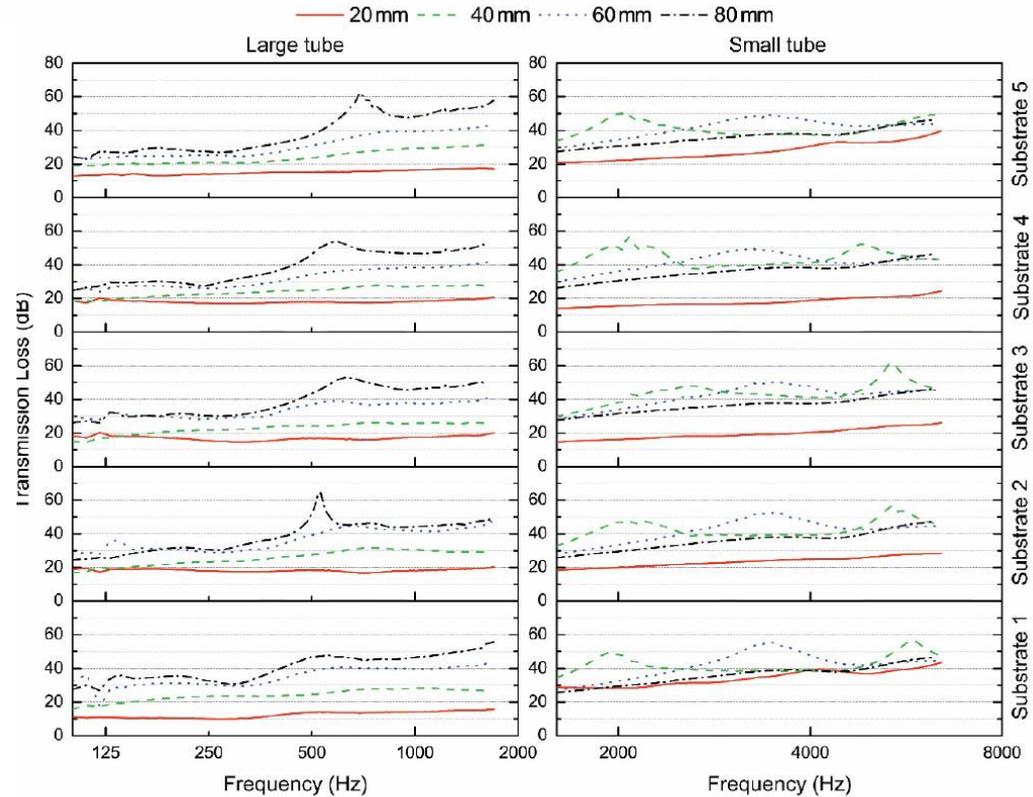
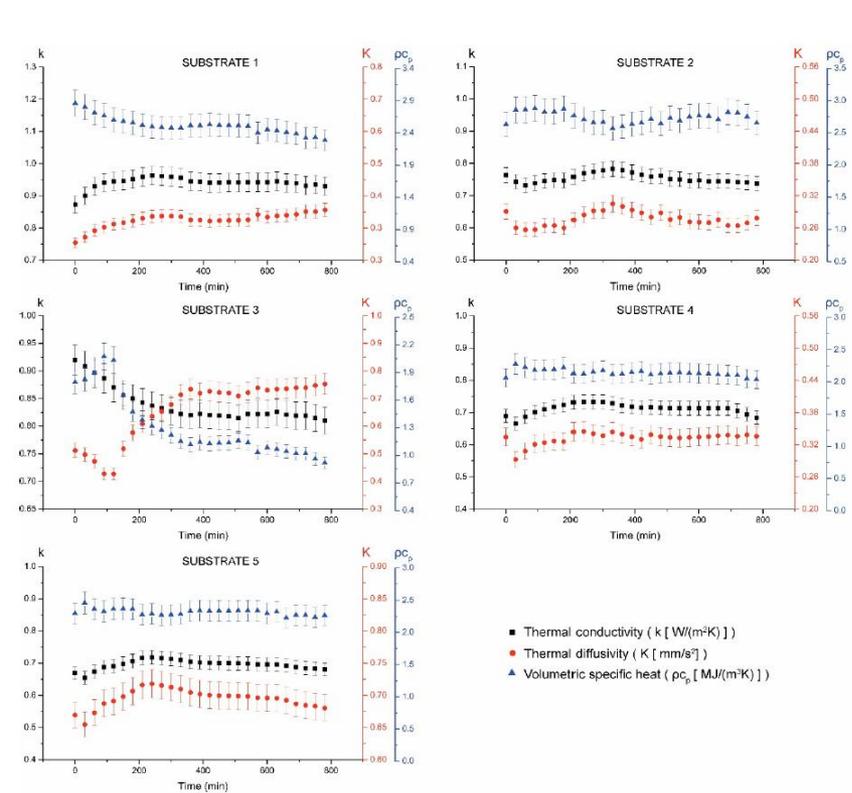
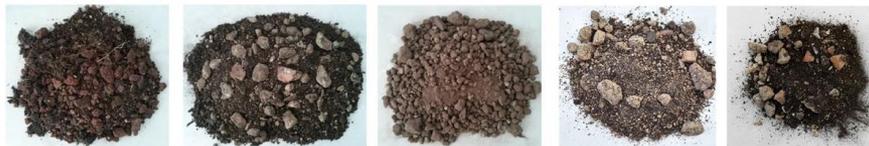


Figure 7. Dynamic hygrothermal analysis with varying RH values, i.e. from 90% to 30%, at 21°C, considering the instrumental error associated to each measurement of the profiles.

Figure 11. Acoustic transmission loss at 21°C and 30% RH, for the 5 selected green roof substrates.



Substrate 1 Substrate 2 Substrate 3 Substrate 4 Substrate 5

Tipología de cubierta verde "aljibe" en el Parque Científico y Tecnológico Agroalimentario de Lleida (Cataluña, España). Resultados de las temperaturas a través del perfil de la cubierta (Pérez et al., 2015; Bevilacqua et al., 2015).

	Substrate 1	Substrate 2	Substrate 3	Substrate 4	Substrate 5
Density [kg/m ³] <small>*When dry</small>	0.788	0.923	1.360	0.546	0.375
U value [W/m ²]	1.83	1.91	2.60	2.63	2.09
Cp _{sample} [J/kg·K]	873.2	759.6	772.7	748.4	724.4
TSC	0.37	0.35	0.32	0.25	0.24
Time lag [h]	1.19	1.36	1.21	1.15	1.18

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Substrate 1



Substrate 2



Substrate 3



Substrate 4



Substrate 5

	Substrate 1	Substrate 2	Substrate 3	Substrate 4	Substrate 5
Density [kg/m ³] <i>*When dry</i>	0.788	0.923	1.360	0.546	0.375
U value [W/m ²]	1.83	1.91	2.60	2.63	2.09
Cp _{sample} [J/kg·K]	873.2	759.6	772.7	748.4	724.4
TSC	0.37	0.35	0.32	0.25	0.24
Time lag [h]	1.19	1.36	1.21	1.15	1.18

Conclusiones:

La composición del sustrato va a ser determinante para la evolución no solo de la vegetación, sino para el **comportamiento térmico y acústico de la cubierta**. El efecto de la vegetación es variable y difícil de predecir, por lo que su efecto es más visual. Las capas inferiores no se ven afectadas en gran medida por el efecto de vapotranspiración de las plantas. Si así por los picos de la Lluvia puntual, por lo que es interesante la **retención de agua se alargue lo máximo posible**.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Efecto de la cubierta vegetal y la composición florística en el comportamiento térmico de las cubiertas verdes extensivas

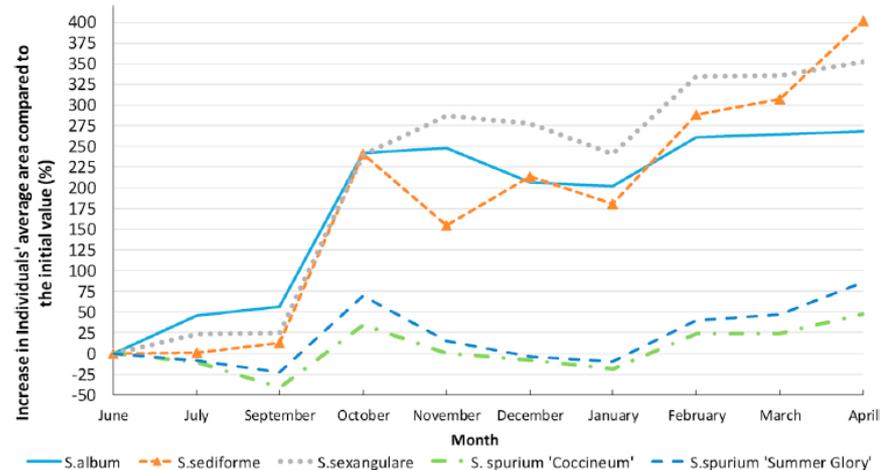
Piero Bevilacqua a, Julia Coma b, Gabriel Perez b, Cristina Chocarro c, Alejandro Juarez c, Cristian Sole, Marilena De Simone a, Luisa F. Cabeza. 2015



A) *Sedum album* B) *S. sediforme* C) *S. sexangulare*
D) *S. spurium* cf. 'Coccineum' and E) *S. spurium* cf. 'Summer Glory'.

Main influencing factors for plant growth and development on green roofs.

Influencing factors	Parameters	Observations
Climate	Macro-climate	Solar radiation, temperature, precipitation, relative humidity, dominant winds City level Köppen climate classification, which is based on temperature and precipitation, is a suitable reference when working with vegetation (Kottek et al., 2006).
	Micro-climate	Shadows, air currents, smoke emissions and residual heat from the building Building level
System	Substrate layer	Thickness and composition Physical support for plants. Water retention capacity, amount of nutrients and their availability for plants
	Drainage and storage layer Irrigation system Density of plantation and palette of species	Thickness, shape and composition Availability and quantity applied Competition and nursery effect between plants Water retention capacity and its availability for plants. Drainage capacity.
Maintenance	Nutrients supply Pruning Pest and weed control Weed removal	



Evolution of the increase in individuals' average area compared to the initial individuals' average area, by species.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

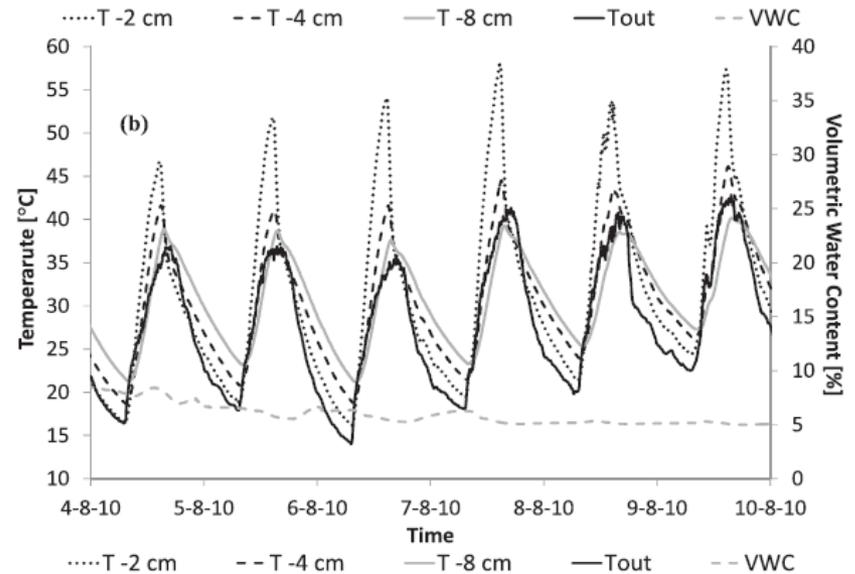
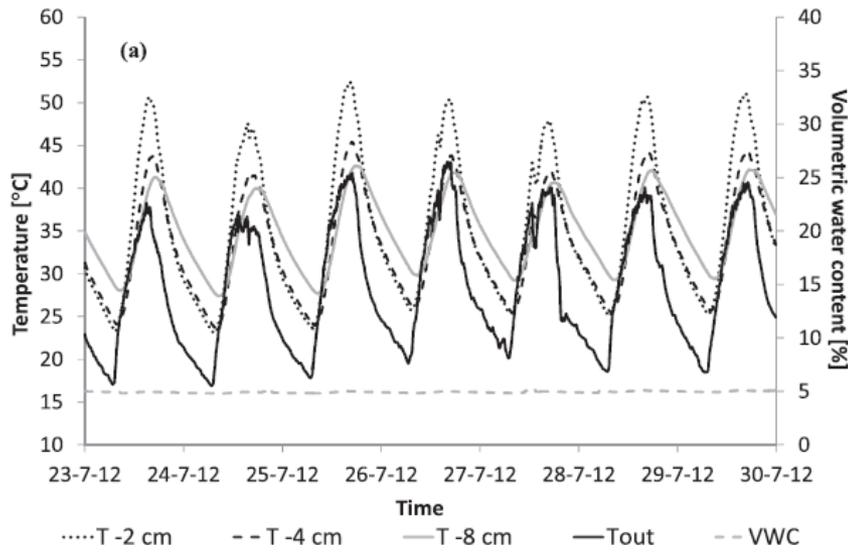


Fig. 9. Substrate temperatures and volumetric water content. (a) Summer 2012. (b) Summer 2010.

Conclusiones:

El techo verde extensivo **no puede tenerse en cuenta como una capa homogénea**, no solo espacialmente en la superficie del techo sino también estacionalmente a lo largo del tiempo. La intensidad de vegetación no tiene un efecto relevante a nivel térmico a considerar en las capas inferiores, aunque sí **contribuye en gran medida al efecto de vapotranspiración por el contenido de agua volumétrico del sustrato**, que varía según la vegetación.

Se considera que **8cm de sustrato es suficiente para estabilizar la temperatura en la capa inferior**.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Un estudio experimental en techo verde simulado en clima mediterráneo

Antonio Vestrella, Robert Savé & Carmen Biel, 2015

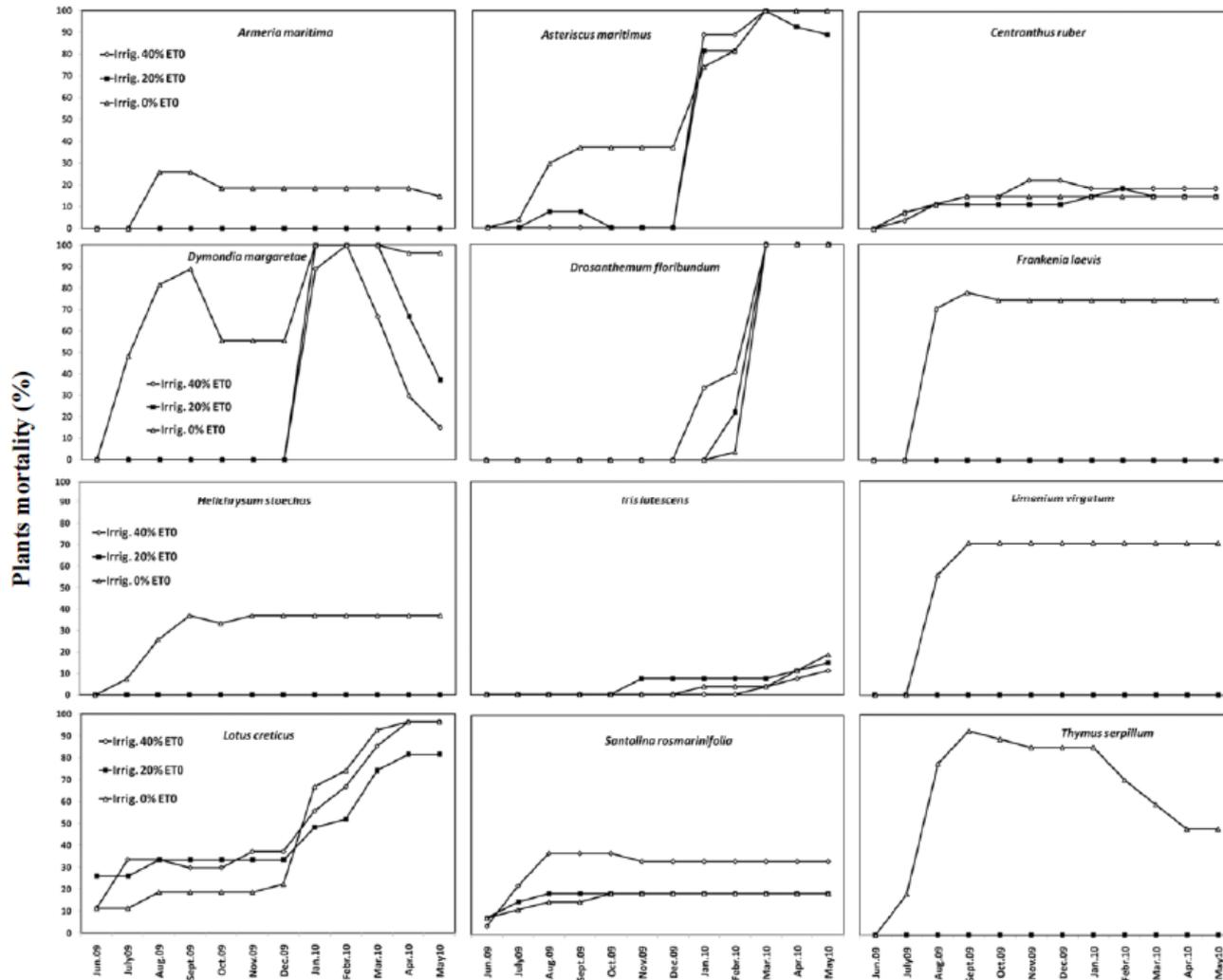


Figure 1. Mortality rate of species from June 2009 to May 2010 according to rain fed (0% ET0), 20% ET0 and 40% ET0 irrigation protocols

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

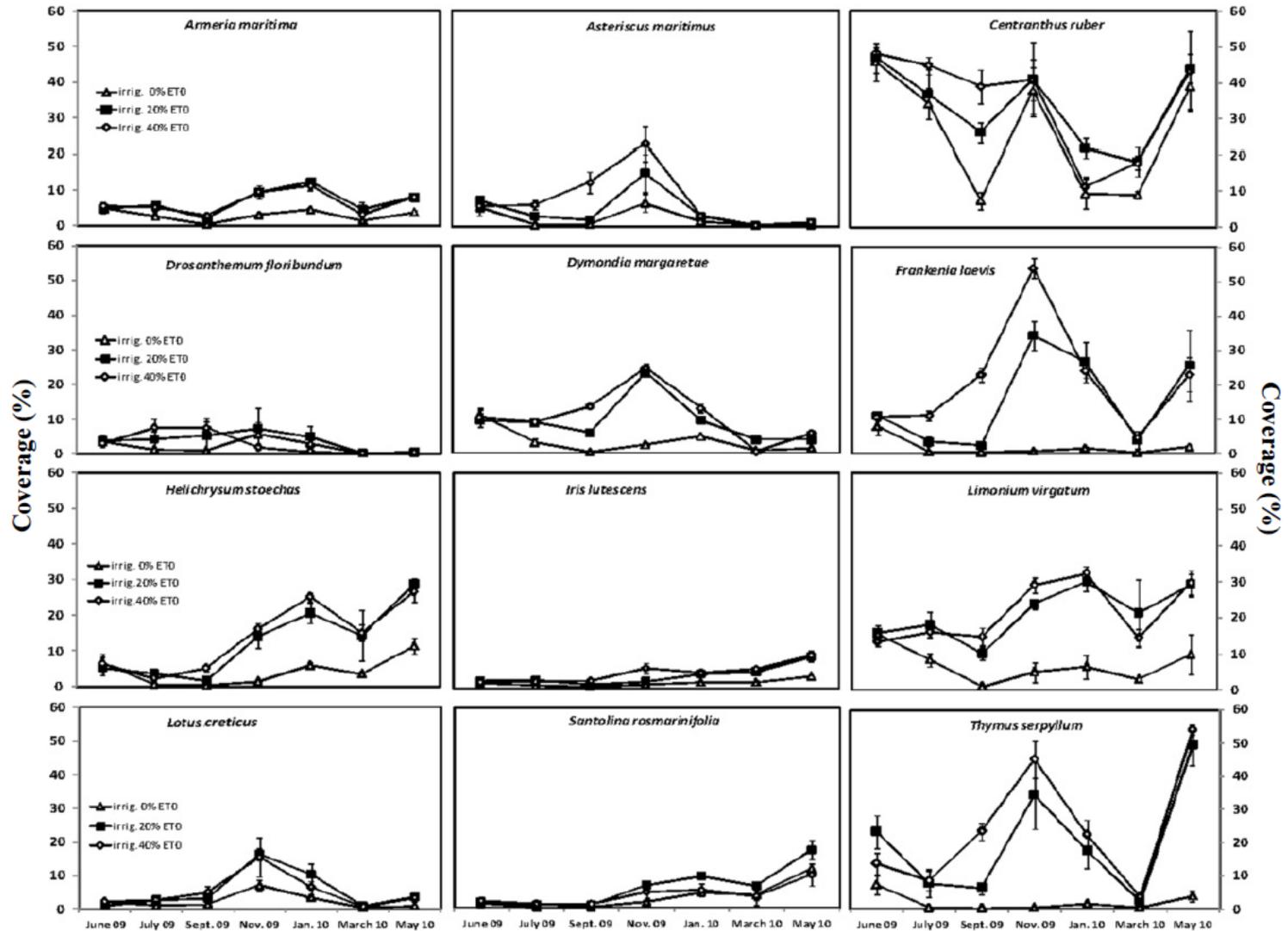


Figure 2. Green cover from June 2009 to May 2010 according to the different irrigation protocols 0%, 20%, and 40% of ET0. Final values are the result of 3 mean values \pm standard error

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

Comportamiento térmico y hídrico de tres especies de plantas en una cubierta verde en condiciones de riego mínimo en ambiente mediterráneo

Antonio Vestrella. Universitat de Barcelona. IRTA Cubiertas ajardinadas en ambiente mediterráneo: aspectos ecofisiológicos y agronómicos

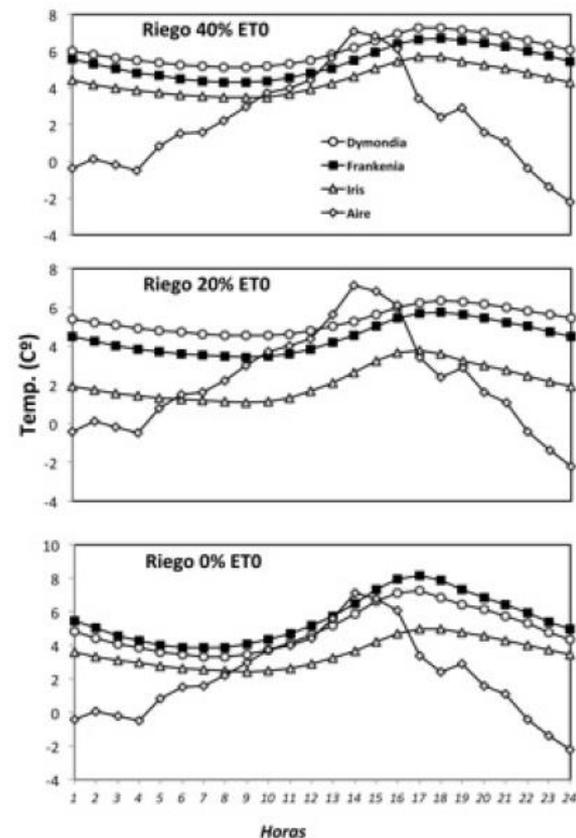
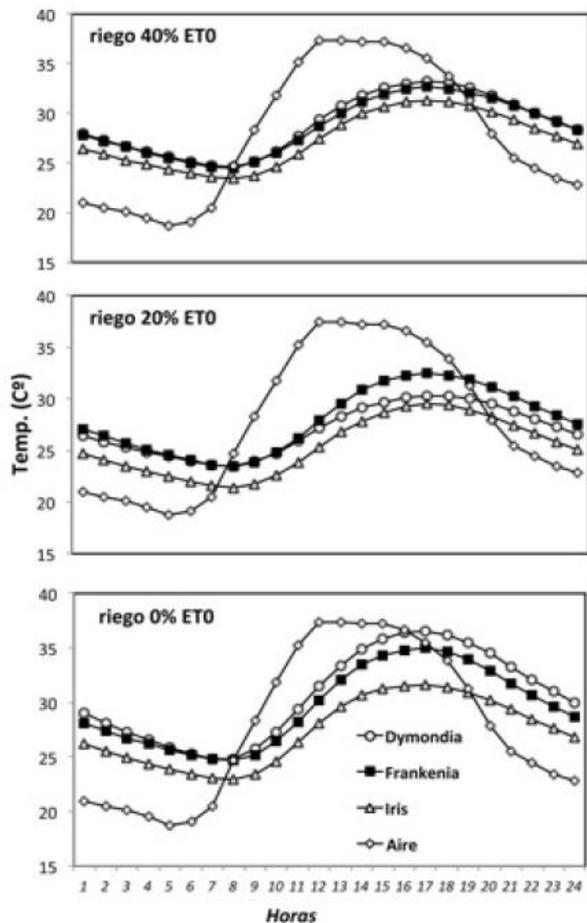


Fig. 5 Evolución horaria durante un día típico en verano (agosto 17 de 2009) de la temperatura media del aire y del sustrato de *Dymondia margaretae*, *Frankenia laevis* y *Iris lutescens* para los tres tratamientos de riego (0 – 20- 40% ETO).

Fig. 8 Evolución horaria durante un día típico en invierno (diciembre 17 de 2009) de la temperatura media del aire y del sustrato de *Dymondia margaretae*, *Frankenia laevis* y *Iris lutescens* para los tres tratamientos de riego (0 – 20- 40% ETO).

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

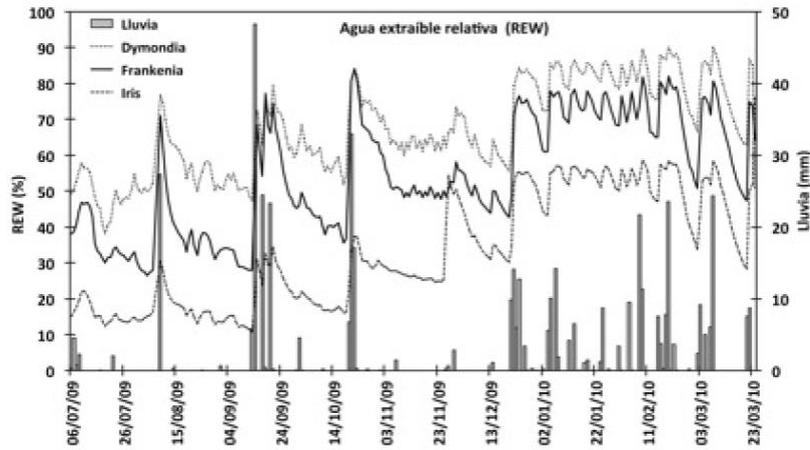


Fig. 1 (REW) Contenido de agua extraíble por las plantas del sustrato de *Dymondia margaretae*, *Frankenia laevis* y *Iris lutescens* de julio 2009 a marzo 2010. Los valores de cada especie son los promedios de los tres tratamientos de riego (0 -20 - 40% ETO).

Tabla 3. Variación del contenido volumétrico de agua del sustrato (VWC) del sustrato después de diferentes eventos de lluvia (VWC antes - VWC después) y entre la capacidad de campo y 60 horas después del evento de lluvia para las tres especies estudiadas (*Dymondia margaretae*, *Frankenia laevis* e *Iris lutescens*). La variación de cada especie es el promedio de las variaciones de los tres tratamientos de riego. (0 -20 - 40% ETO).

Eventos de lluvia	Variación después de la lluvia (L/m ²)			Variación después de 60 horas (L/m ²)		
	<i>Dymondia</i>	<i>Frankenia</i>	<i>Iris</i>	<i>Dymondia</i>	<i>Frankenia</i>	<i>Iris</i>
27,3 mm 10 Ago.2009	+7,03	+10,56	+4,04	-2,93	-4,81	-1,97
18,3 mm 15 Sept. 2009	+5,94	+9,96	+5,33	-2,70	-4,20	-2,21
23,3 mm 20 Sept. 2009	+2,39	+2,58	+2,50	-2,56	-2,89	-1,92
33 mm 09 Feb. 2010	+1,57	+2,18	+1,42	-2,75	-3,66	-2,12
30,4 mm 08 Mar. 2010	+0,85	+1,63	+1,38	-1,63	-2,53	-1,45

Conclusiones:

***Dymondia margaretae* alcanzó altos niveles de contenido de agua en el sustrato en comparación con las otras dos especies, tanto en invierno como en verano y después de llover.**

El sistema sustrato /agua / especie es importante para amortiguar los cambios térmicos ambientales. La relación aire/agua del sustrato resulta más importante en los periodos más cálidos.

Durante los periodos fríos el factor más influyente fue la interacción entre la obertura y el sustrato.

En las variaciones diarias el sustrato de las tres especies ha permitido un retraso y una reducción de los picos extremos de temperatura.

No es simple encontrar especies que ofrezcan buenas prestaciones en todas las funciones que se requieren a un techo verde, por eso al momento de plantear una cubierta verde es importante un **diseño flexible y combinar especies** cuyas funciones se complementen unas con otras.

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



CUBIERTA EXTENSIVA CENTRO SOCIAL EN BENAGUACIL, VALENCIA

TIPO DE PROYECTO: instalación cubierta ajardinada tipo extensivo mediante hidrosiembra.

OBJETIVO: Implantación de SuDS bajo programa Europeo de intercambio (PiP)

DÓNDE: Centro social

AÑO: 2014

projar

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



projar

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



CUBIERTA EXTENSIVA CC MARINA PORT, BARCELONA

TIPO DE PROYECTO: instalación cubierta ajardinada tipo extensivo mediante hidrosiembra.

OBJETIVO: Integración paisajística y reducción impacto ambiental

DÓNDE: Centro Comercial Marina Port en Barcelona)

AÑO: 2018

projar

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



TIPO DE PROYECTO: Mantenimientos al detalle.

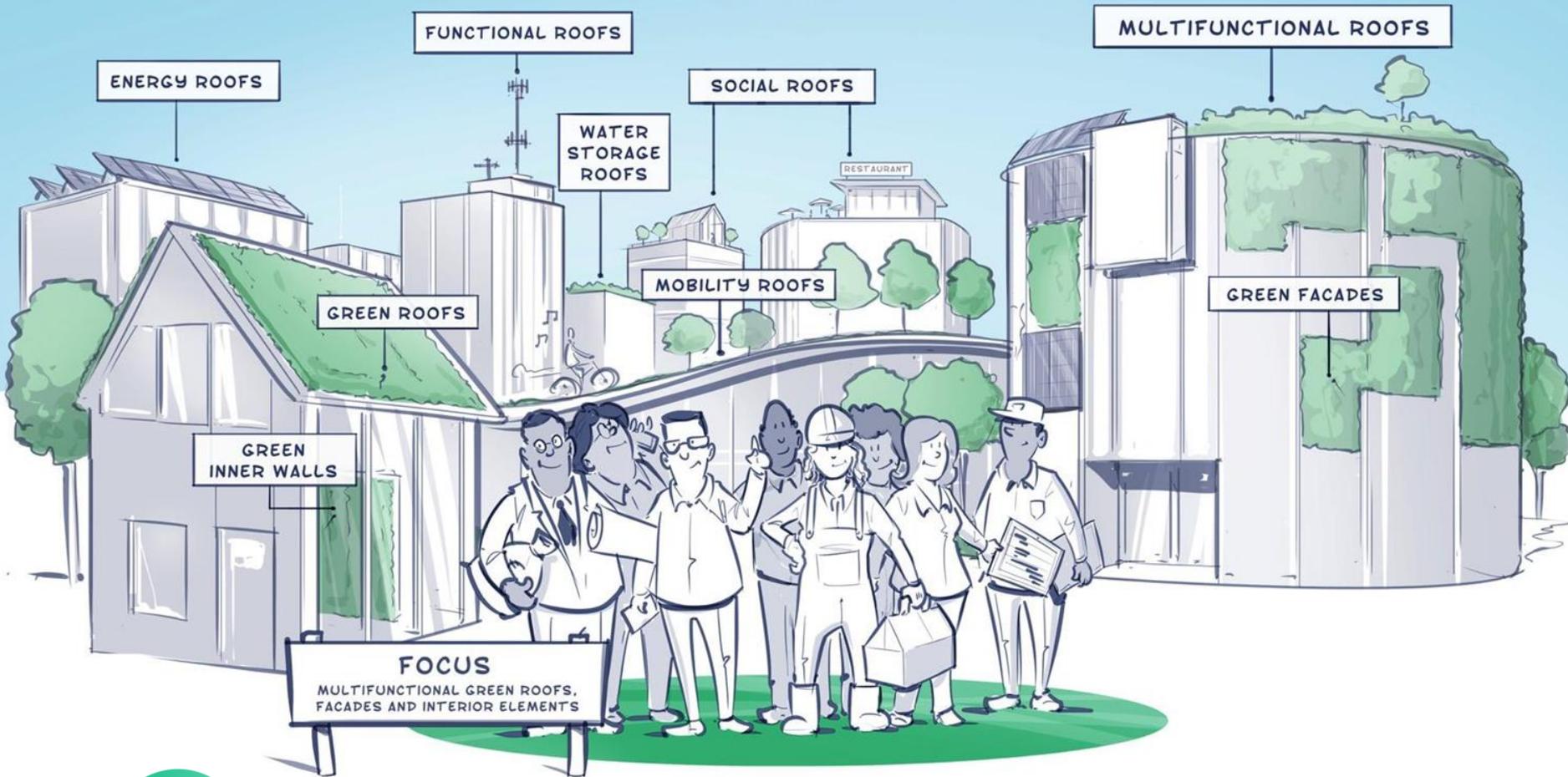
OBJETIVO: Revisión, mantenimiento y puesta a punto de la cubierta ajardinada ejecutada en un colegio de Xàtiva en el año 2012.

DÓNDE: Colegio Público Gonzalbes Vera (Xàtiva, Valencia)

AÑO: 2017

projar

Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea



Cubiertas verdes adecuadas para el área mediterránea

28 APRILE 2022 - ORARIO: 14.30 - 19.30

IL VERDE PENSILE COME STRUMENTO PER LA NUOVA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

PRESSO **CENTRO ARCHE'** - VIA DEL DUOMO 10 - 33033 CODROIPO

OBIETTIVI FORMATIVI:

Le comunicazioni avranno lo scopo di introdurre il progettista alla progettazione delle soluzioni a verde pensile in funzione delle normative vigenti e delle prestazioni, che i sistemi a verde pensile attuali possono offrire.



**EUROPEAN
GREEN
INFRASTRUCTURE
DAY 2022**

VIRTUAL EVENT - 12 MAY

World Congress of Building Greening

BERLIN, June 27th - 29th, 2023 (new date)



Weltkongress Gebäudegrün

World Congress of Building Greening

www.bugg-congress2023.com



**GREENER CITIES
IN EUROPE**

Joan Romero Clausell

`jromero@five.es`