

CIUDADES + VERDES

TESIS DE GRADUACIÓN
Santiago Dellepiane



“Jardines al frente y patios enjardinados, pero sobre todo techos y fachadas enjardinados, podrían mejorar decididamente el clima polucionado de las ciudades.”

Gernot Minke

Planteamiento del problema

El problema a plantear surge a partir del crecimiento, exponencial y desregulado, de las urbes del mundo día a día. En las ciudades, la mayoría de la superficie está cubierta por asfalto y cemento. Caminos, estacionamientos y edificios remplazan el sustrato natural con superficies impermeables, esto altera los ciclos del agua y del aire, entre otras cosas.

Entre las consecuencias más dramáticas se encuentran la falta de espacios verdes, inundaciones, efecto isla de calor, pérdida de biodiversidad, despilfarro energético, polución atmosférica y emisión de anhídrido carbónico.

Sin embargo desde principios de 2013 se comienza a gestar una oportunidad de cambio, el “Programa Cubiertas Verde” (PCV) de la ciudad de Buenos Aires. Pionero en Latinoamérica, constituye un modelo de gestión innovadora que propone una acción concertada público-privada para la utilización de cubiertas verdes en diferentes tipo de edificios.

Esta iniciativa no está aislada, sino que responde a una tendencia a nivel global de búsqueda e implementación de prácticas sustentables para combatir problemáticas sociales, económicas y ambientales. Y sirve como modelo para ser replicado en otras ciudades de la región.

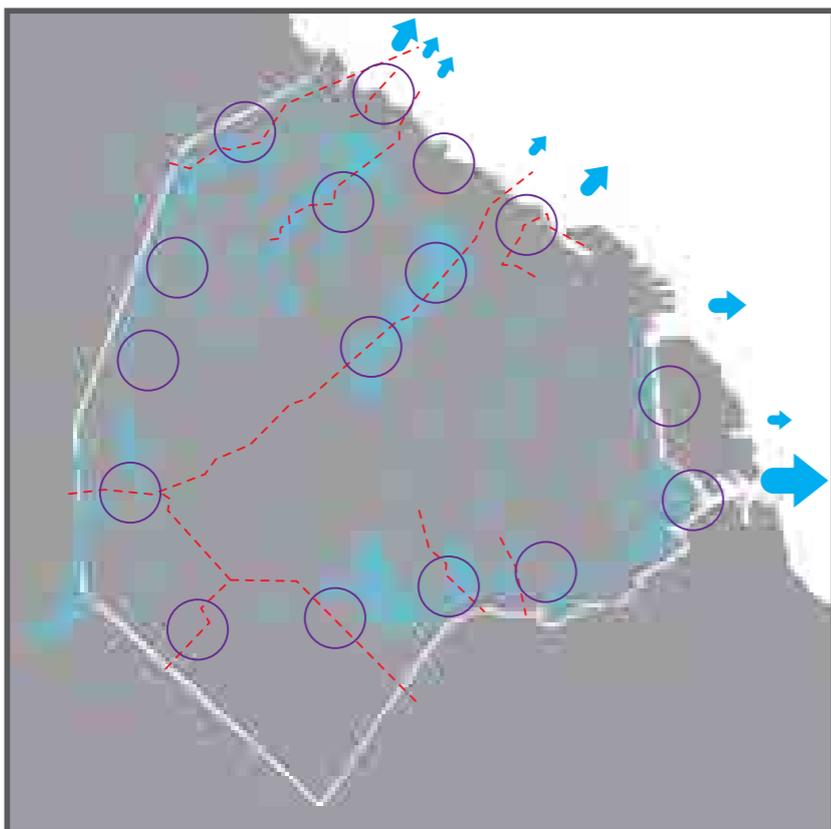
BsAs Hoy

Buenos Aires es una ciudad densamente poblada. La población total de la Región Metropolitana de Buenos Aires es de alrededor de 12 millones.

(INDEC-censo 2001), 3 millones en la ciudad de Buenos Aires y 9 millones en la periferia.



Río de la Plata



ÁREA DE INUNDACIONES

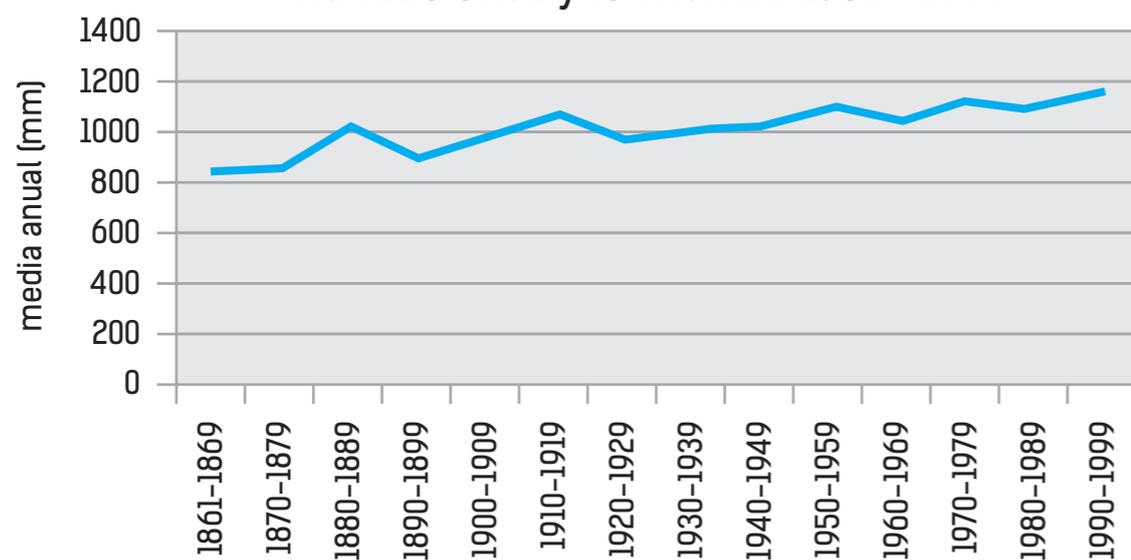
Buenos Aires es una ciudad construida sobre cuencas fluviales que desembocan en el Río de la Plata. Sobre la cuenca del Maldonado (ya entubado) se encuentra el 25% de la población.

La pérdida de tierra absorbente y el aumento de las precipitaciones son las principales razones para el empeoramiento de las inundaciones en los últimos años.

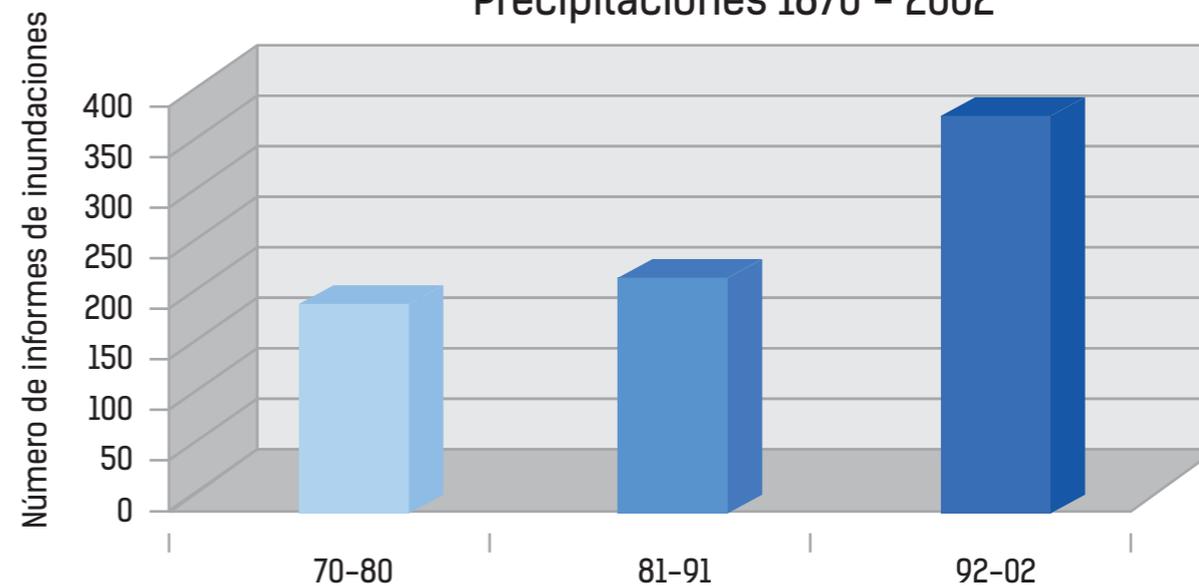
MALDONADO:	5.050 ha (en la ciudad de BBAA)
	10.984 ha (ciudad y gran BBAA)
VEGA:	1.777 ha
MEDRANO:	2.830 ha

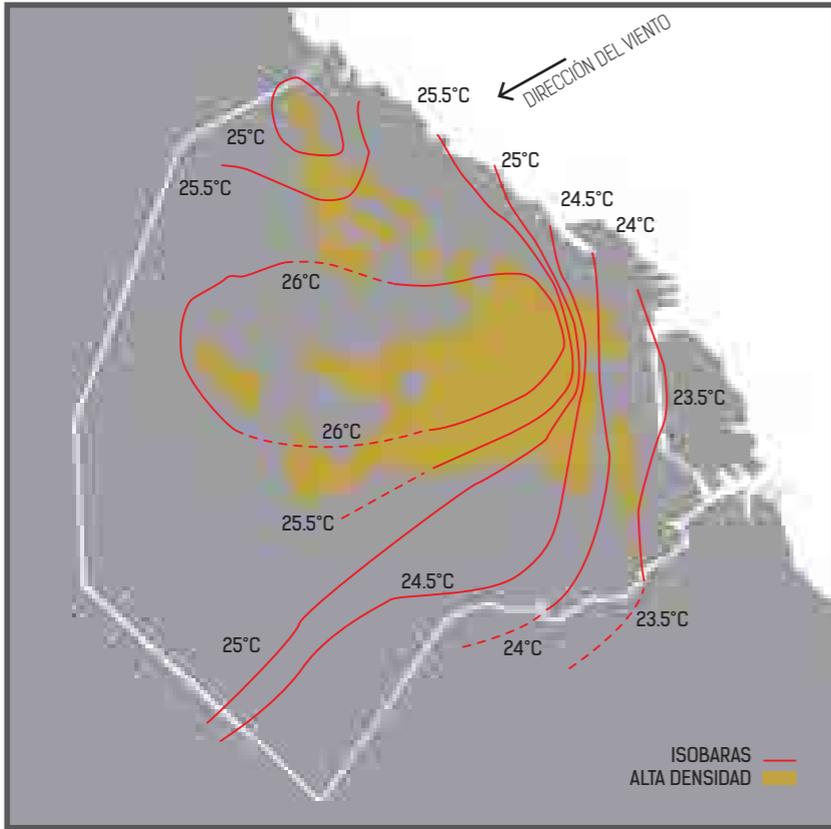
Centro de Estudios Sociales y Ambientales - Informe final IAI 2004-ENSO.
Patrimonio Físico. Versión Preliminar. Equipo Técnico del Plan Estratégico. Marzo 1998.

Inundaciones y Tormentas 1861 - 1999



Precipitaciones 1870 - 2002

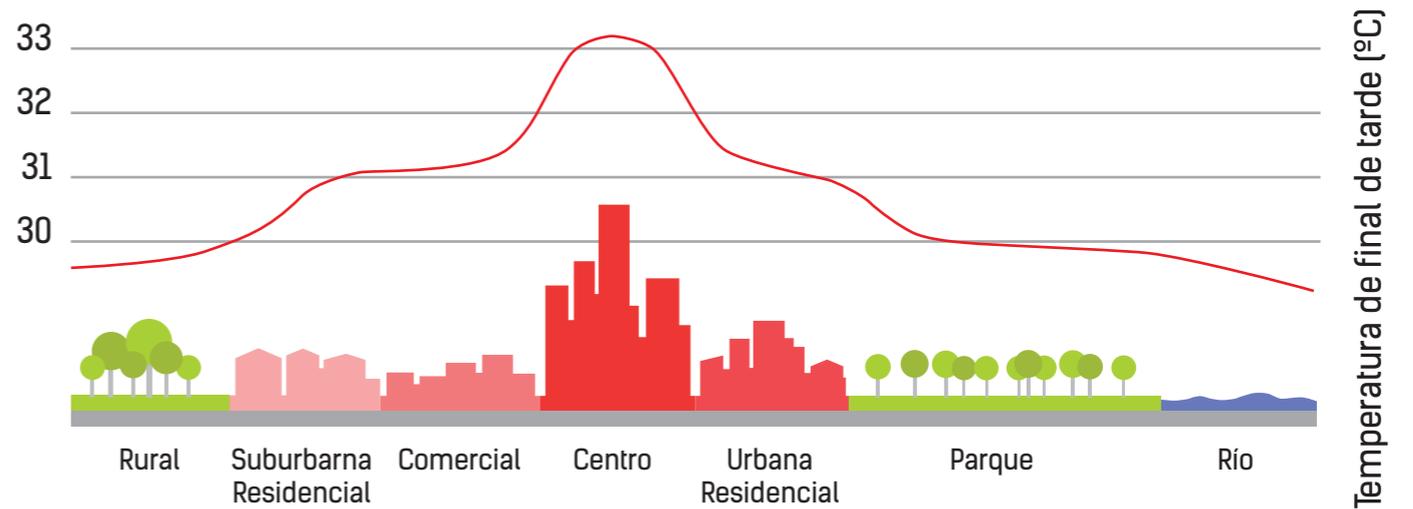


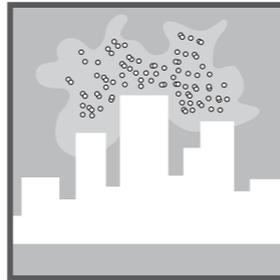
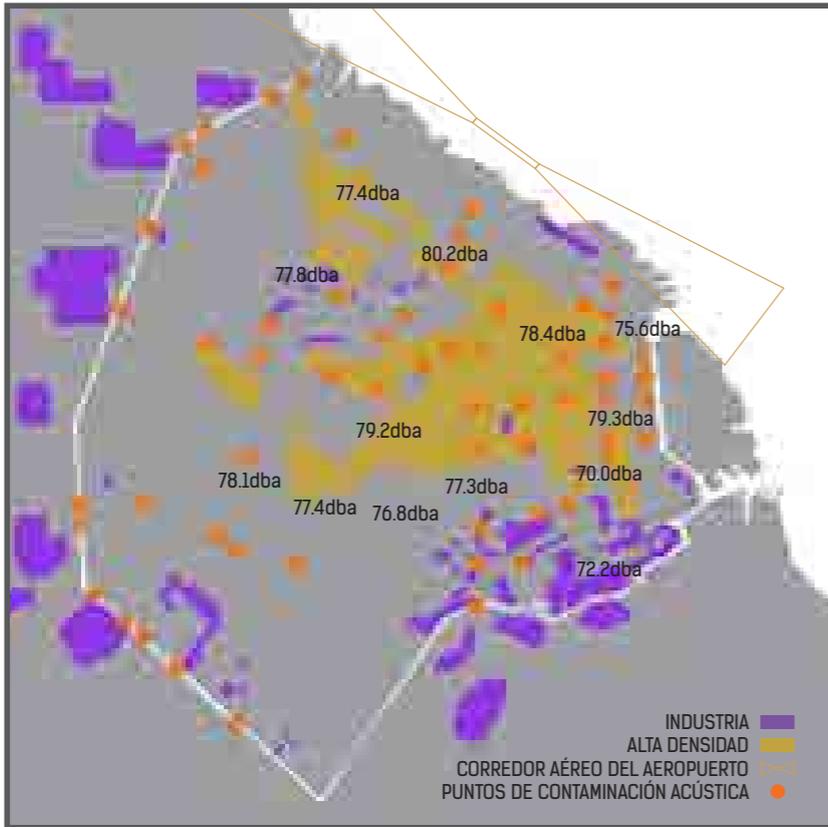


EFECTO ISLA DE CALOR

Las mediciones indican que en Buenos Aires existe una concentración de altas temperaturas cerca de la zona más densamente poblada. En el centro de la ciudad, donde existe una alta densidad de edificios y baja densidad residencial, las emisiones de calor son altas debido al tránsito y a los edificios los cuales son emisores térmicos.

Las medidas indicadas fueron hechas entre las 9:00pm y las 22:00pm.





CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

CONTAMINACIÓN DEL AIRE

1- Mediciones promedio en el barrio de palermo (1994-1995)

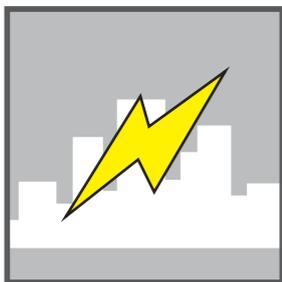
Mg/m³

Programa de Descentralización - SPU . CoPUA - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

CAPL Ord. N° 39025/83	LÍMITES ADMISIBLES	MEDIDAS
Polvo en suspensión	0.15	0.1723
Plomo (Pb)	0.001	0.00262
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.017	0.0084
Óxido de Nitrógeno (NO)	0.1	0.16

2- Valores medidos en el resto de la ciudad fueron no mucho menores, lo que indica que la contaminación del aire se extiende por toda la ciudad.

INQUIMAE - Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, F.C.E.F. y N. Universidad de Buenos Aires / Universidad de Estocolmo (1994-1995)



CONSUMO DE ENERGÍA

Al 17 de noviembre de 2013 se registra un consumo récord de 23.433 Mw. En los últimos cinco años, la demanda de energía creció casi un 20% con la población siendo casi la misma.

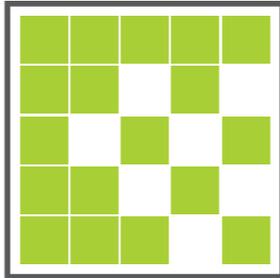


CONTAMINACIÓN ACUSTICA

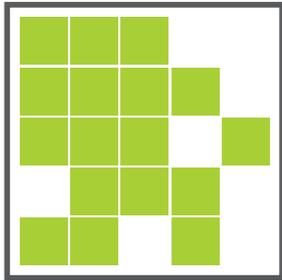
Las principales causas de ruidos molestos en la Ciudad de Buenos Aires, provienen del transporte público, las obras en construcción, las reparaciones en la vía pública, los centros comerciales y los locales de esparcimiento.



ÁREAS VERDES



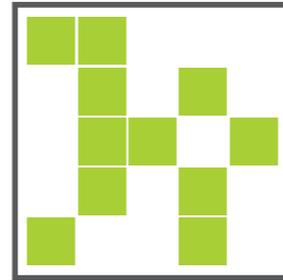
CURITIBA:
18m²/hab.



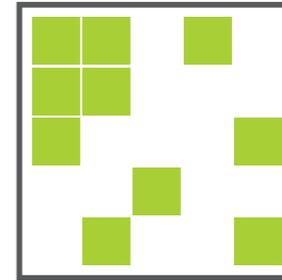
SINGAPUR:
17m²/hab.



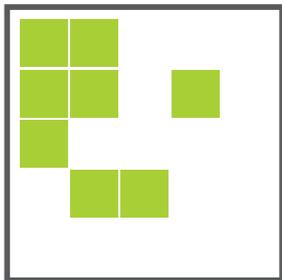
MADRID:
14m²/hab.



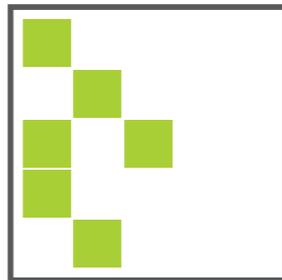
PARIS:
11.5m²/hab.



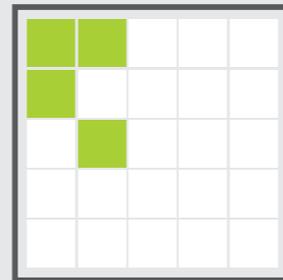
SANTIAGO:
10m²/hab.



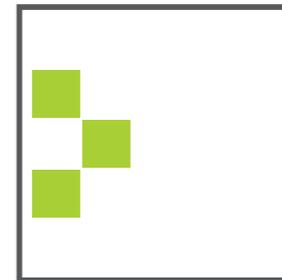
CORDOBA:
8m²/hab.



BARCELONA:
5.6m²/hab.



BUENOS AIRES:
4.3m²/hab.



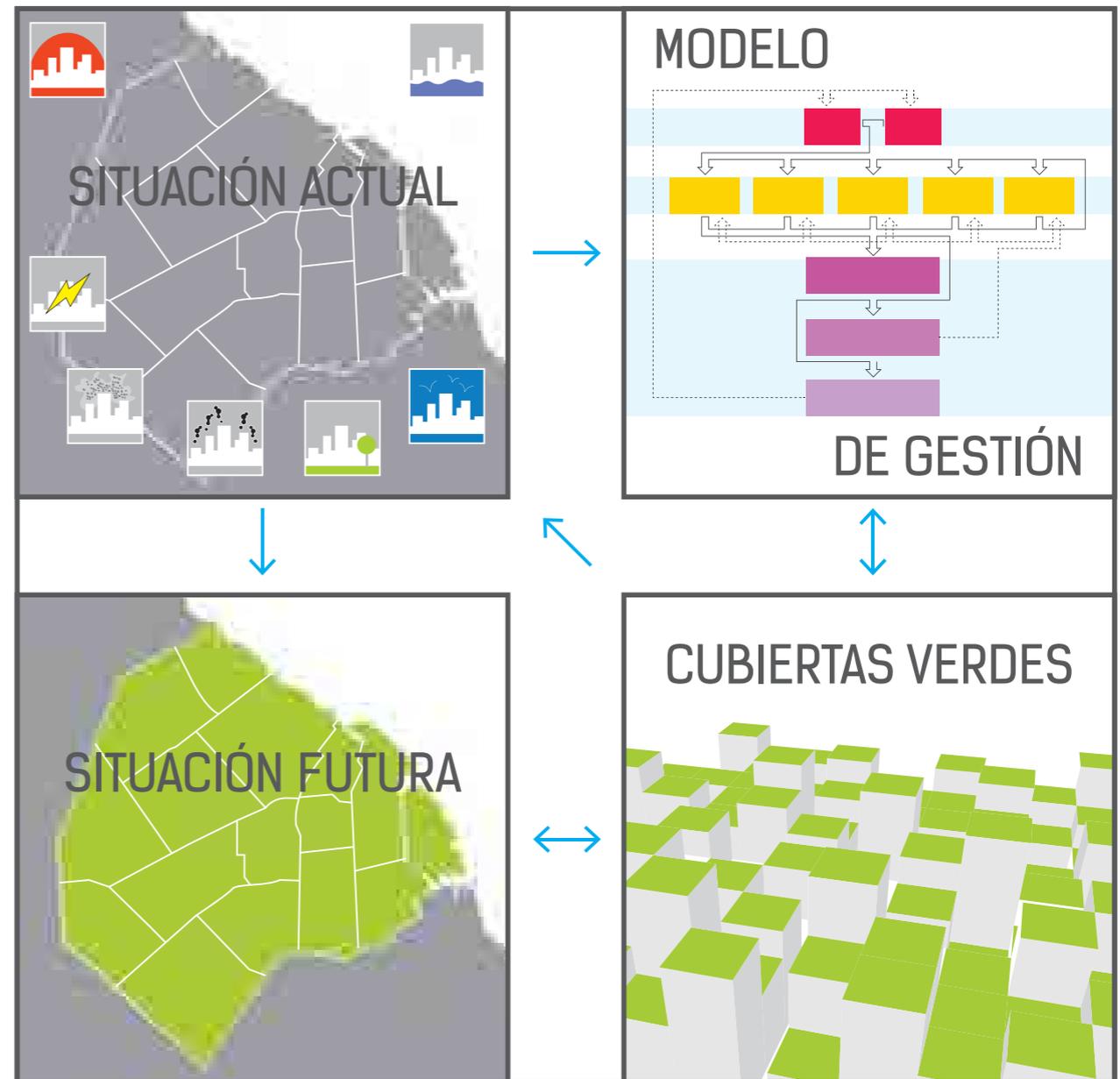
TOKIO:
3m²/hab.

Programa Cubiertas Verdes

Esquema general de desarrollo

El "Programa Cubiertas Verdes" (PCV), incluye las siguientes estrategias:

1. La legislación necesaria: Ley de Cubiertas Verdes, reformas al Código de Edificación Urbano y reformas al Régimen del Impuesto Inmobiliario.
2. Un Plan de Investigación aplicada: el inventario de las edificaciones existentes incorporables al PCV, soluciones técnicas de soporte de las CV para las diversas tipologías constructivas, alternativas de suelos y nutrientes, inventario de especies vegetales recomendables, mediciones de cada uno de los beneficios a lograr para su cuantificación económico-social y ambiental, mecanismos de certificación para la obtención de Certificados de Captura de Carbono (CCC) según el Protocolo de Kyoto.
3. Alternativas de financiamiento: premios y castigos fiscales, reemplazo de inversiones en el presupuesto de la ciudad, venta de CCC y fuentes internacionales de créditos no reembolsables y reembolsables.
4. La presentación del PCV y de una propuesta de Agenda de Acción para su implementación a las instituciones públicas y privadas.
5. El desarrollo de un sistema de información, difusión, educación, participación y articulación pública sobre el PCV.



Ley de Techos Verdes (CABA)

LEY N.º 4428

Buenos Aires, 10 de diciembre de 2012

Art. 5º.- Los propietarios de edificaciones que implementen y mantengan Techos Verdes, gozan de una reducción en el importe del Alumbrado, barrido y limpieza. Tal reducción se calcula como el producto de la aplicación del coeficiente de ponderación (μ) por el descuento máximo aplicable que es del 20% de las referidas tasas.

Tablas I (Superficie del Techo Verde)		Tablas II (Porcentualidad de Cubierta, medida en proyección horizontal que se ha destinado al Techo Verde)		
m2	μ_1		%	μ_2
0-50	0.2		0-20	0.2
51-100	0.4		21-40	0.4
101-150	0.6		41-60	0.6
151-200	0.8		61-80	0.8
Más de 200	1		81-100	1

$$\text{Coeficiente de Ponderación } \mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$

Cubiertas Verdes

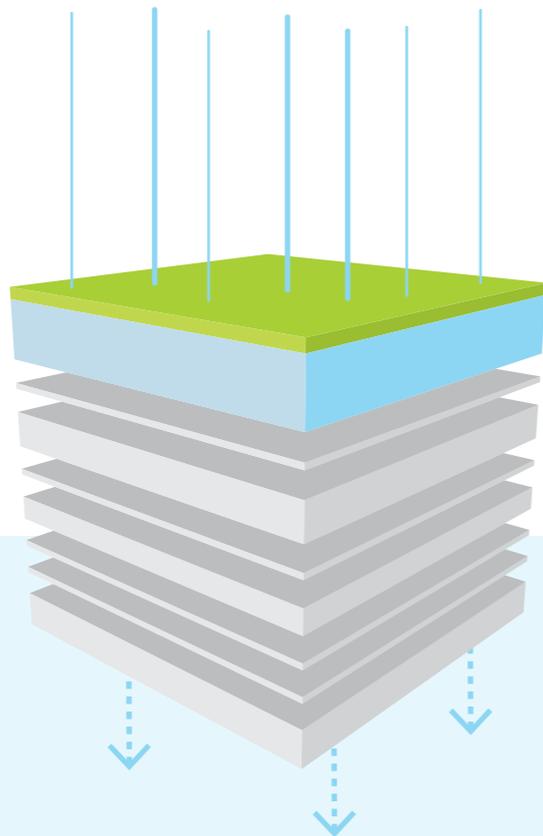
Definición

En su definición más básica, una cubierta verde es un sistema de ingeniería que permite el crecimiento de vegetación en la parte superior de los edificios (ya sea en techos o terrazas), manteniendo protegida su estructura. Son jardines o zonas verdes instalados en los techos o cubiertas de nuestras edificaciones, aminorando el impacto ambiental que generan todas las grandes obras o construcciones dentro de nuestras ciudades.

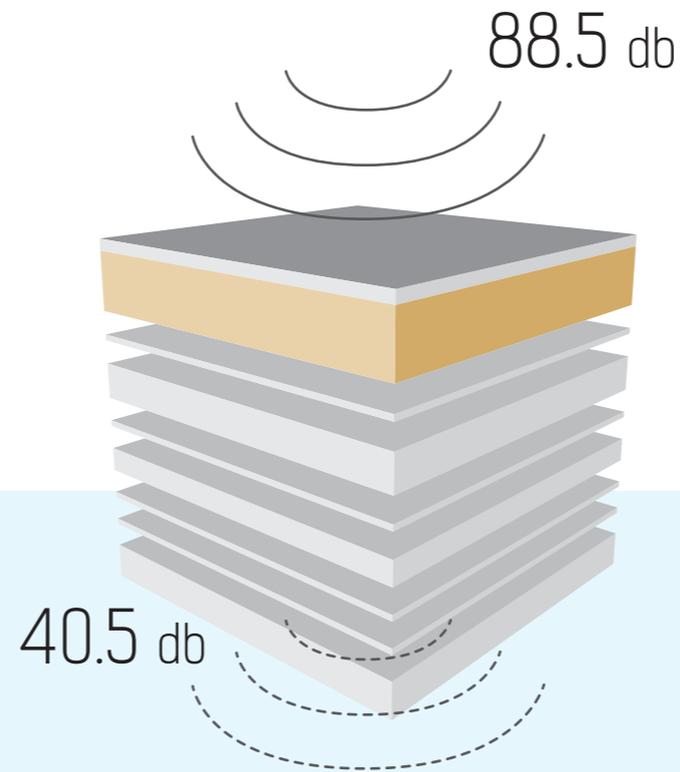
En general las cubiertas verdes tienen un impacto neto positivo sobre el ambiente: capturan agua de lluvia, reduciendo así inundaciones y niveles de contaminación; mejoran la aislación térmica de los edificios y enfrían el aire; representan un hábitat para especies nativas o migratorias; y pueden ayudar a mejorar la calidad de vida.



Beneficios



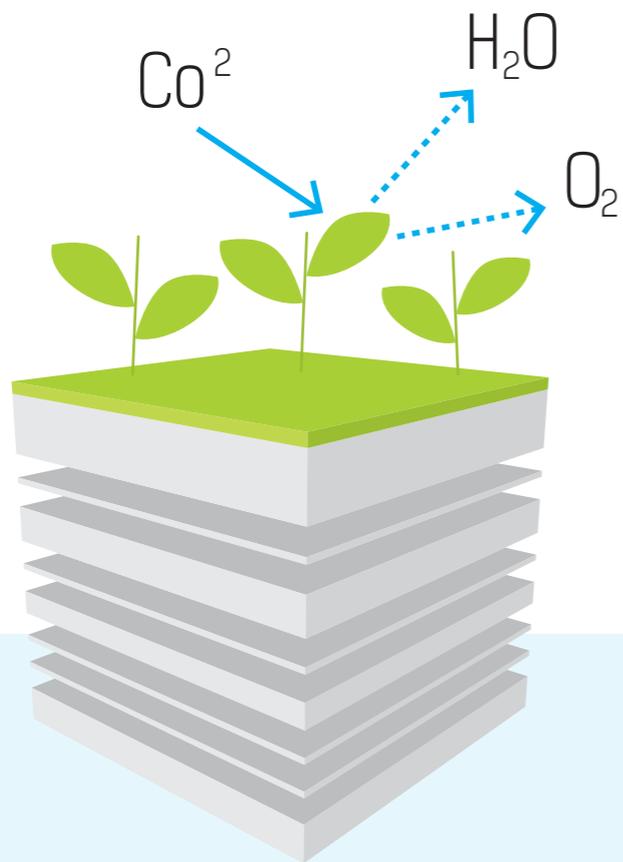
el escurrimiento se retarda
y se reduce entre un 11% y 15%
inundaciones



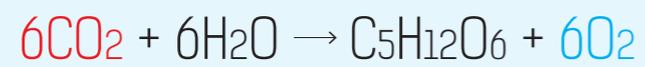
12 cm de espesor:
reducción de 40 db
aislación acústica



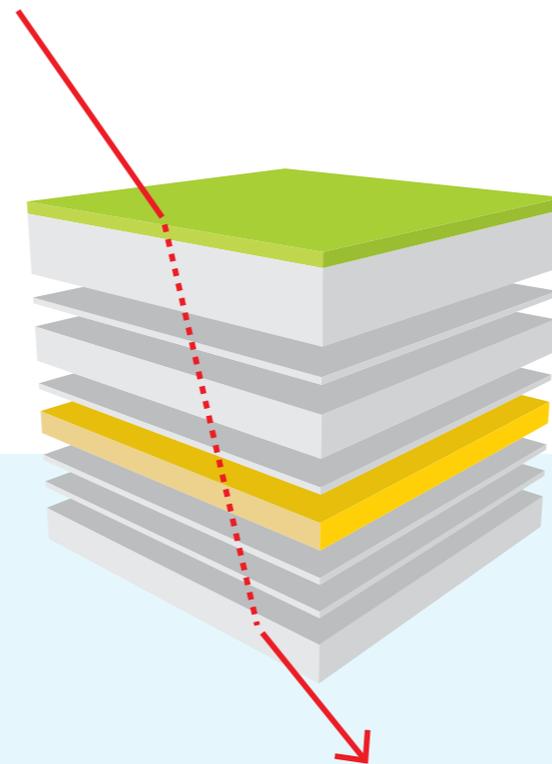
10m² de cubierta verde
pueden quitar del aire
2 kg de suciedad por año
polución ambiental



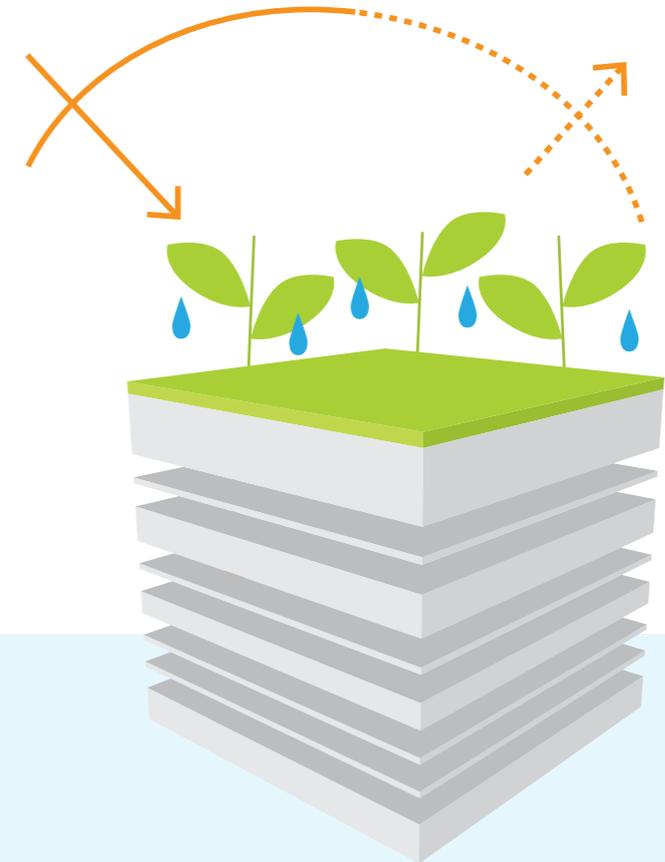
entrada de energía luminosa



absorción de CO₂



25 % de ahorro de energía
aislación térmica



reducción del efecto de
isla de calor

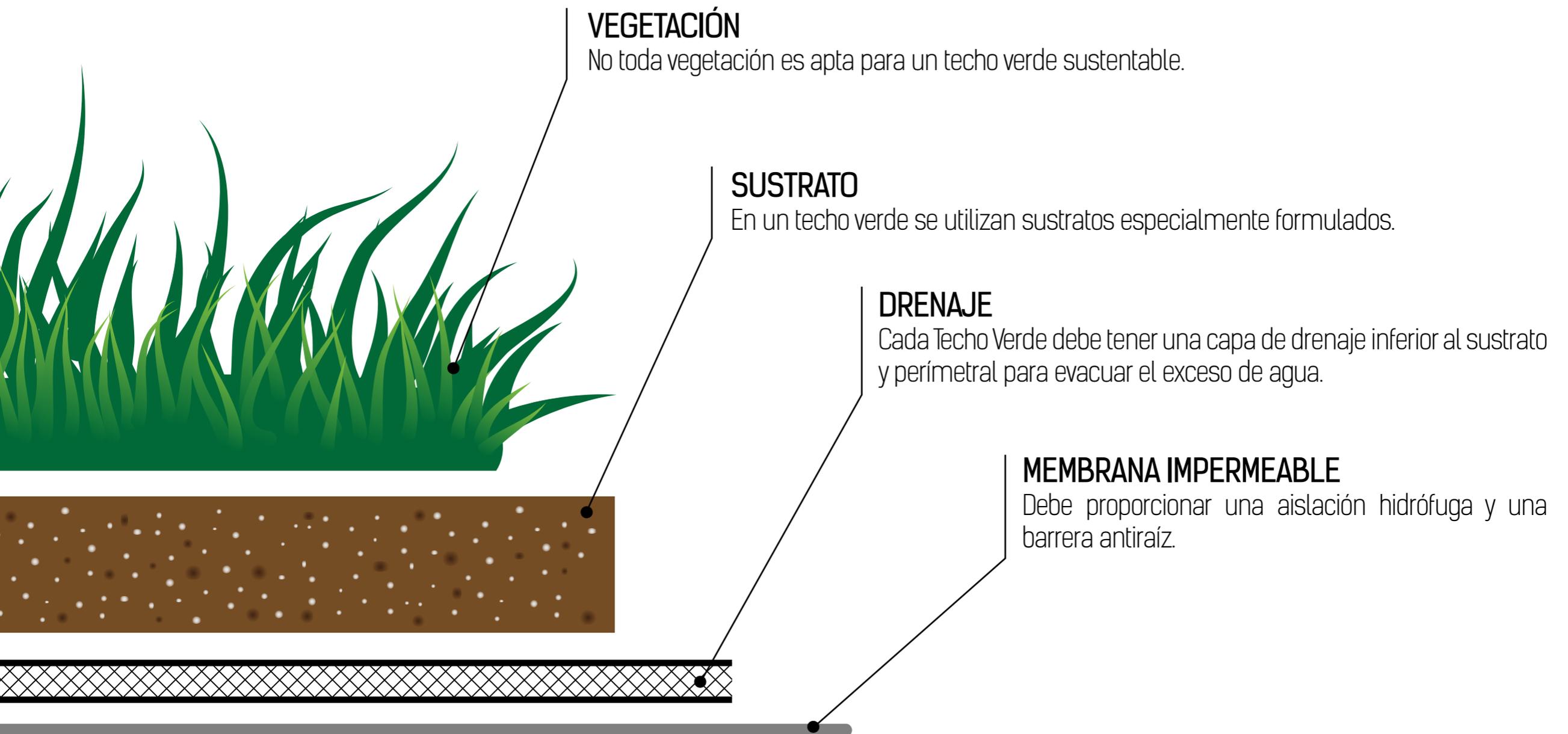
Techos Verdes para Mitigar Inundaciones

“En las lluvias que rondan los 20 a 30 milímetros la retención del agua cae es del orden del 70% hasta el 100%, cuando las precipitaciones pasan los 40 o 50 milímetros los porcentajes caen alrededor de un 60% y ante lluvias intensas de 100 milímetros la retención que obtuvimos fue del 20 a 30 %”.

Héctor Rosatto, docente del departamento de Ingeniería Agrícola de la FAUBA.



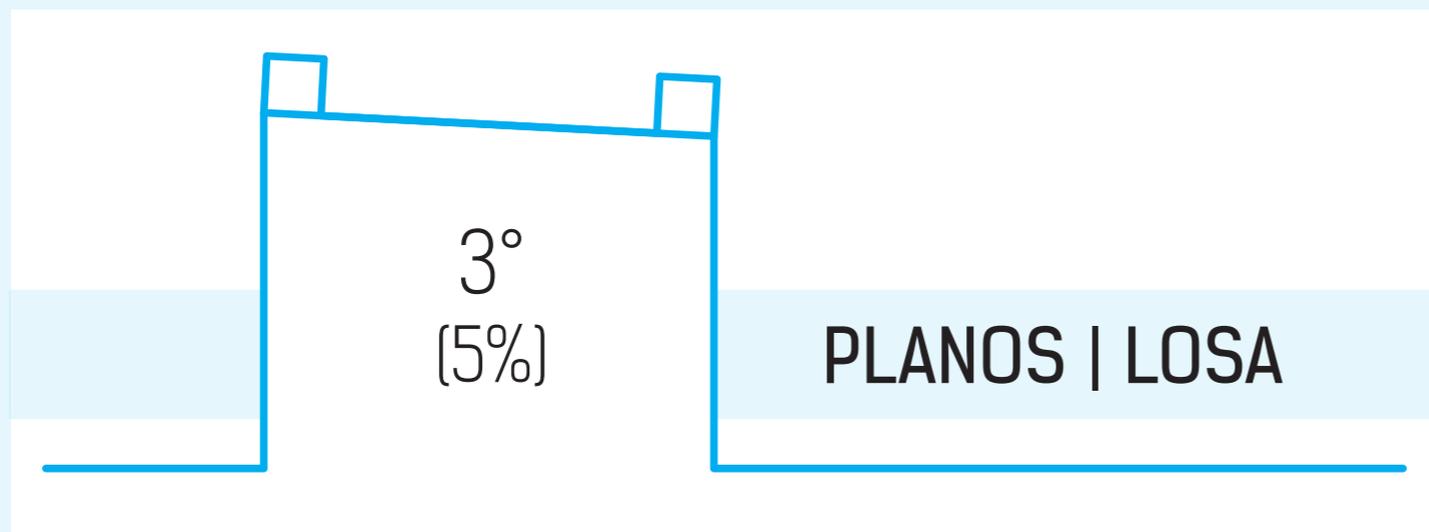
Componentes de una CV convencional



Fundamentos para la planificación

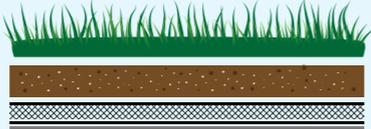
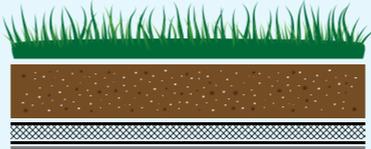
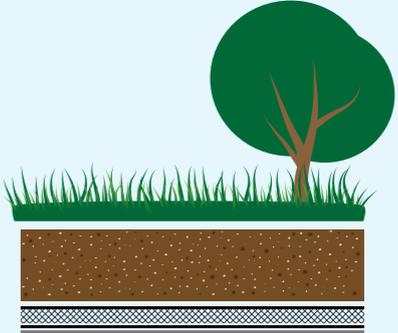
Existen una serie de aspectos generales a tener en cuenta para la planificación e implementación de cubiertas verde. Estos son: la utilidad que va a tener la cubierta, consideraciones de carga de la estructura, las distintas tipologías de cubiertas, la inclinación del techo y su desagüe, así como su altura y orientación al cielo. Para finalmente poder preveer el transporte y la colocación del sustrato.

Análisis tipológico de techos existentes

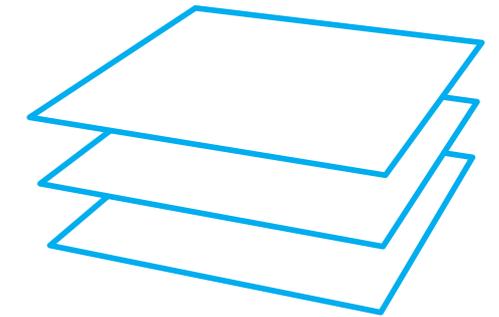


En la Ciudad de Buenos Aires las tipologías de techos son diversas. Sin embargo en lo que respecta a viviendas los tomados como convencionales son los techos de losa ya que constituyen alrededor de un 90%. Estos entran dentro de la tipología de techos planos y se les asigna una sobrecarga por normativa no menor a los 400kg/m².

Análisis tipológico de cubiertas verdes

	 EXTENSIVAS	 SEMI-INTENSIVAS	 INTENSIVAS
Espesor de sustrato (cm)	3 - 15	15 - 30	> 30
Peso (kg/m ²)	30 - 150	150 - 400	> 400
Mantenimiento	Muy limitado	Importante	Importante
Accesibilidad	No	Si	Si
Vegetación	Sedum y plantas herbáceas nativas	Césped, plantas perennes y arbustos	Elección de vegetación prácticamente ilimitada

Estudio de antecedentes



Convencionales

Sika

Empresa con más de 100 años de historia y presencia mundial. En la actualidad ofrece productos para la preparación e impermeabilización de terrazas con destino cubiertas verde. Sistema de PVC soldado por termofusion y sistema drenante para recibir el sustrato de tierra correspondiente.

<http://arg.sika.com/es/group/News/Cubiertasverdes.html>

Renolit Alkorgreen

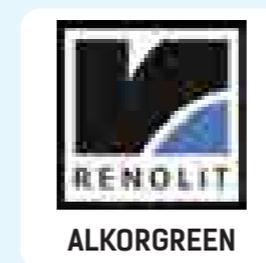
Ofrece una solución completa, estético y ecológico para el techo del futuro. Es un sistema de techo verde optimizado que comprende un importante valor añadido, tanto para los nuevos proyectos de construcción como para los de renovación.

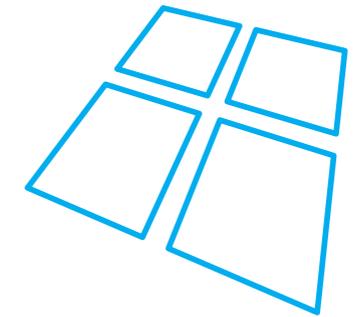
<http://www.renolit.com/waterproofing-roofing/en/products/renolit-alkorgreen/>

Tecnolibertador

Empresa especializada en aislaciones, que brinda una prestación profesional en el rubro de la construcción. Nació en el año 1993 y a través de su trayectoria ha acumulado una larga experiencia. Recientemente incorpora dentro de sus servicios la instalación de cubiertas verdes.

<http://www.tecnolibertador.com/>





Modulares

LiveRoof

Es un sistema de techo verde híbrido patentado, instalado en casi 4 millones de metros cuadrados y más de mil proyectos en todo el mundo. Diseñado para combinar todas las ventajas de otros tipos de sistemas de techos verdes dejando afuera los inconvenientes.

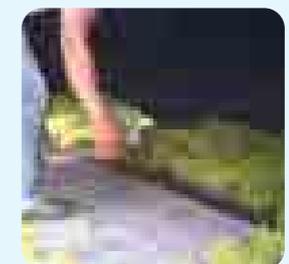
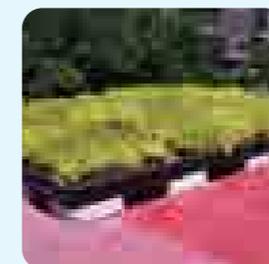
<http://liveroof.com/>



VerdesAires

Constituye una herramienta para generar una ciudad más amigable con el ambiente. La posibilidad de recuperar espacios verdes construyendo jardines en los techos y terrazas vacíos de las industrias, actividades de servicios, comercios y viviendas.

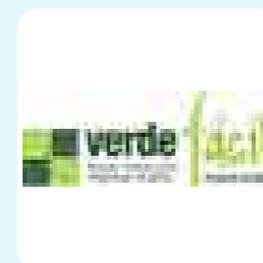
<http://www.verdesaires.com.ar/index.html>



VerdeFácil

El sistema modular VERDE fácil para techos ajardinados, es una solución segura para la arquitectura y una excelente base para el óptimo desarrollo de la vegetación.

<http://www.verdefacil.com/>





Presentación del producto

Quinta Fachada es un producto pensado para la implementación de cubiertas verdes sobre superficies existentes. Consiste en un sistema compuesto por módulos, para que los usuarios puedan de manera sencilla e intuitiva instalar su propio techo o terraza verde sin la necesidad de conocimientos previos, maquinaria específica o recurrir a terceros.

El producto consta principalmente de 4 partes: bases, apoyos, laterales y conectores.

Las bases son la parte más compleja e importante del sistema, debido a las funciones que deben cumplir. No solo ofician de base, separando el sustrato de la superficie, sino que también funcionan como contenedores.



Las laterales cumplen la función de contención y delimitación del verdeado. Permitiendo al usuario distintas configuraciones, característica que diferencia al sistema de otros productos existentes.



Componentes

. Módulo base | Módulo base de ajuste

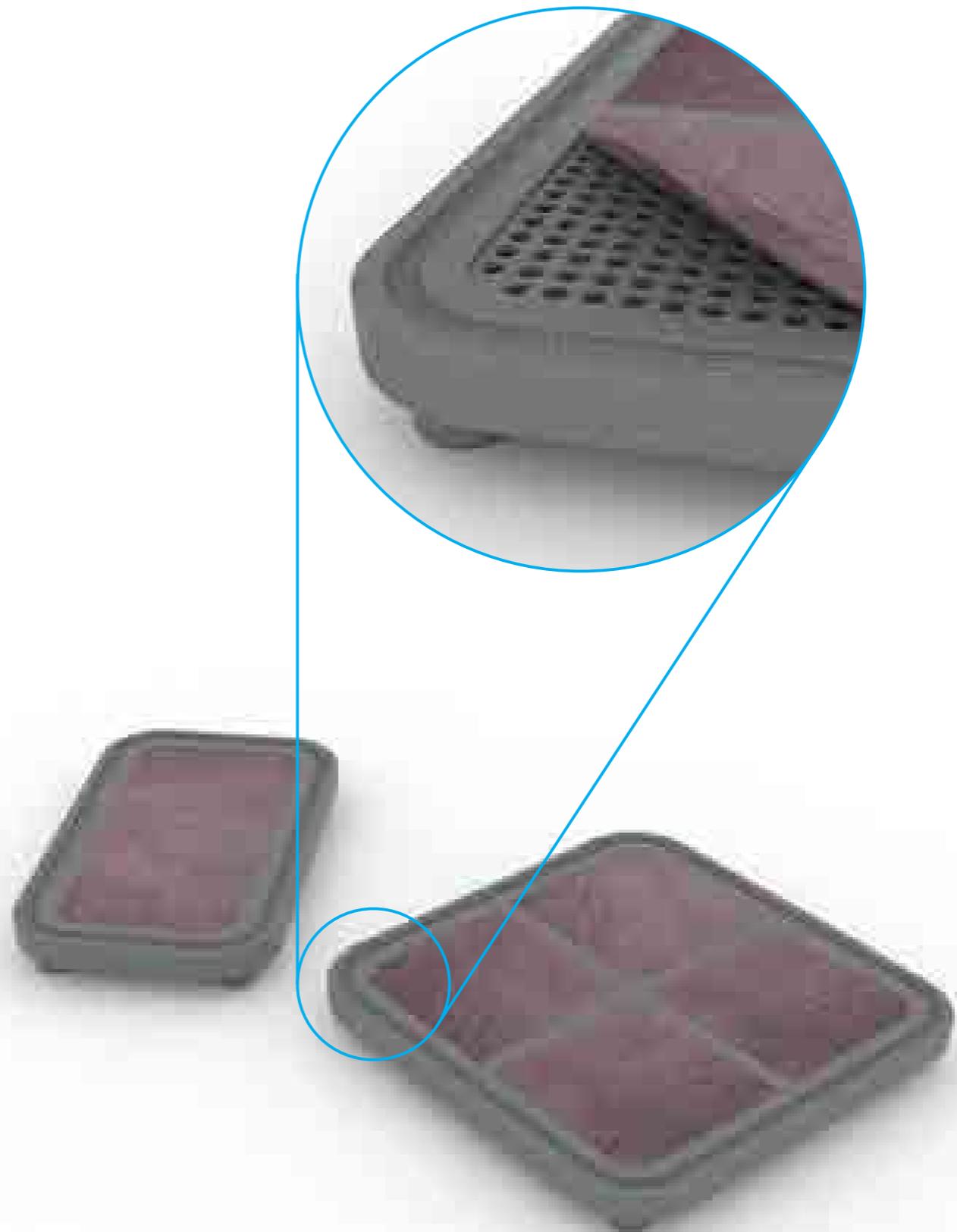


50cm



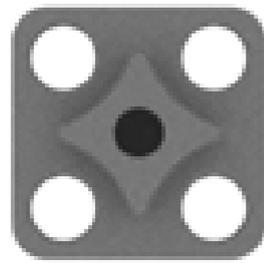
30cm

El módulos base realizado en dimensiones fácilmente manipulables, se encarga de cubrir grandes superficies. Para los casos en que las dimensiones no coinciden con las del techo o terraza, existe el módulo base de ajuste.



. Módulos de unión

Apoyos | Conectores para verdeado extensivo | Conectores para verdeado semi-intensivo.



15cm

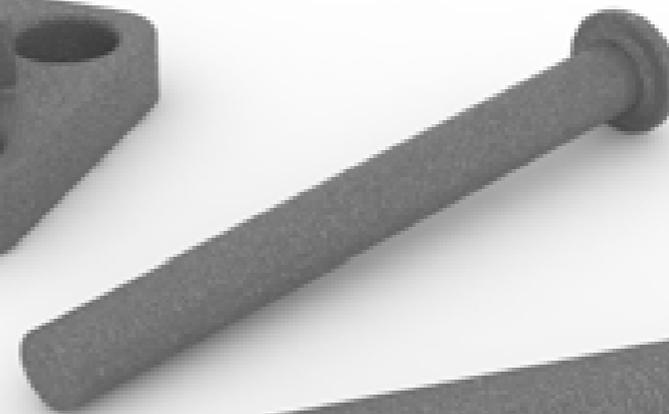
Los apoyos y conectores cumplen funciones de unión tanto base-base como base-lateral.



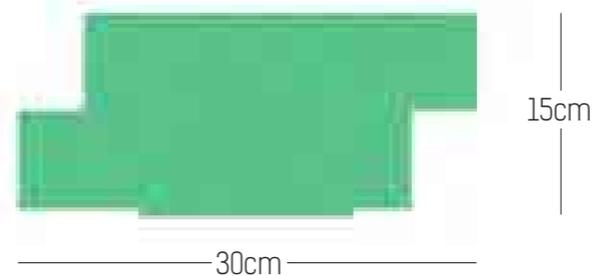
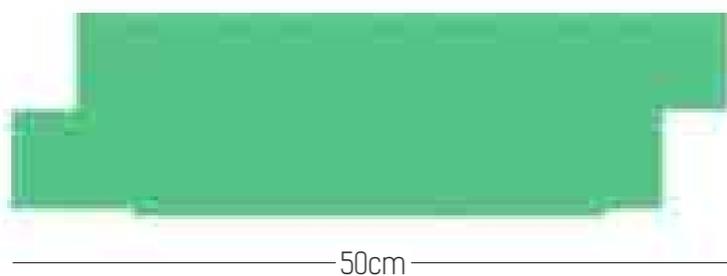
27.5cm



20cm



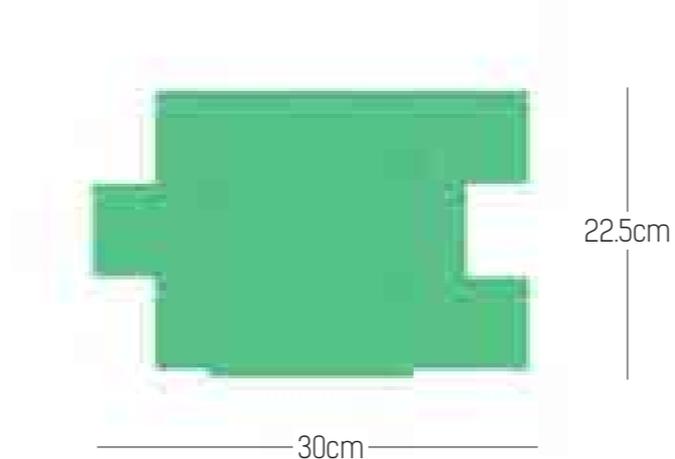
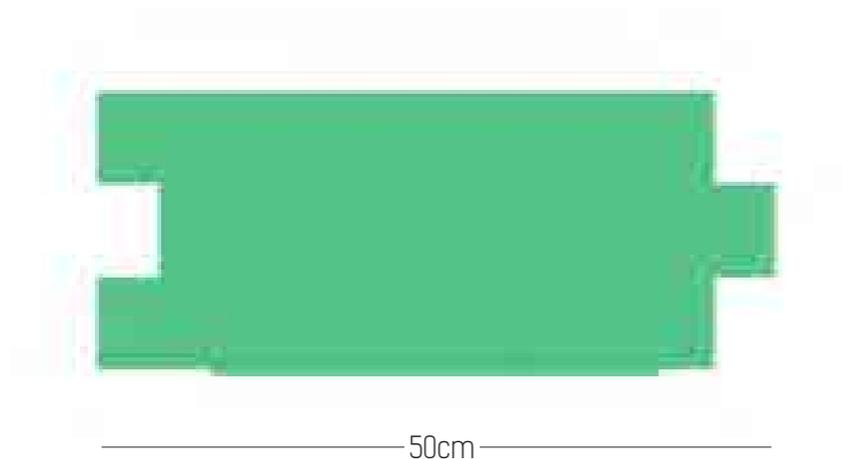
. Módulo lateral y módulo lateral de ajuste | verdeado extensivo



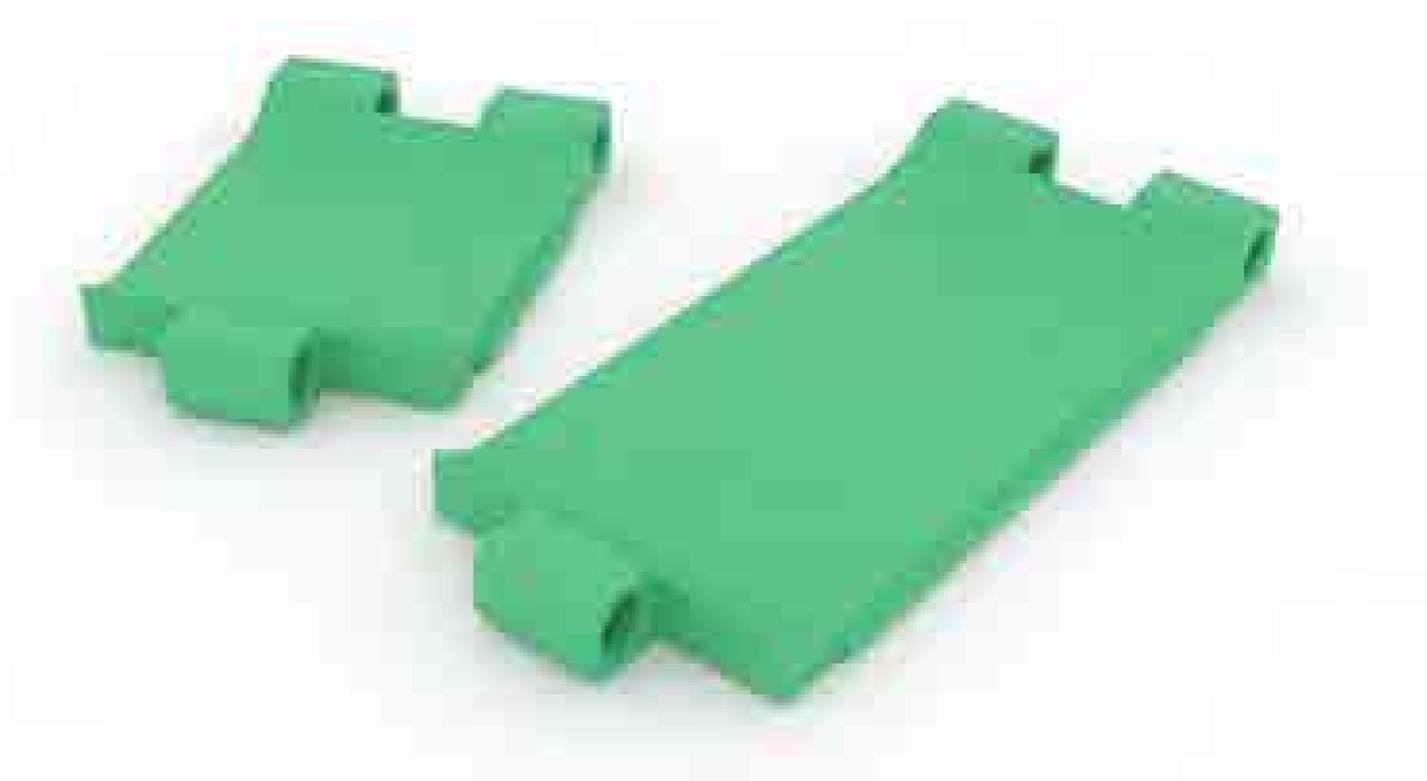
Los módulos laterales se presentan en 2 alturas, para verdeados extensivos y semi-intensivos. Pueden ser utilizados de manera independiente o combinada.



. Módulo lateral y módulo lateral de ajuste | verdeado semi-intensivo



Los módulos laterales de ajuste, en sus dos presentaciones cumplen la función de cerrar el perímetro en caso de la utilización de módulos base de ajuste.



Corte Integral



1. Conexión Base-Lateral

2. Permeabilidad vertical

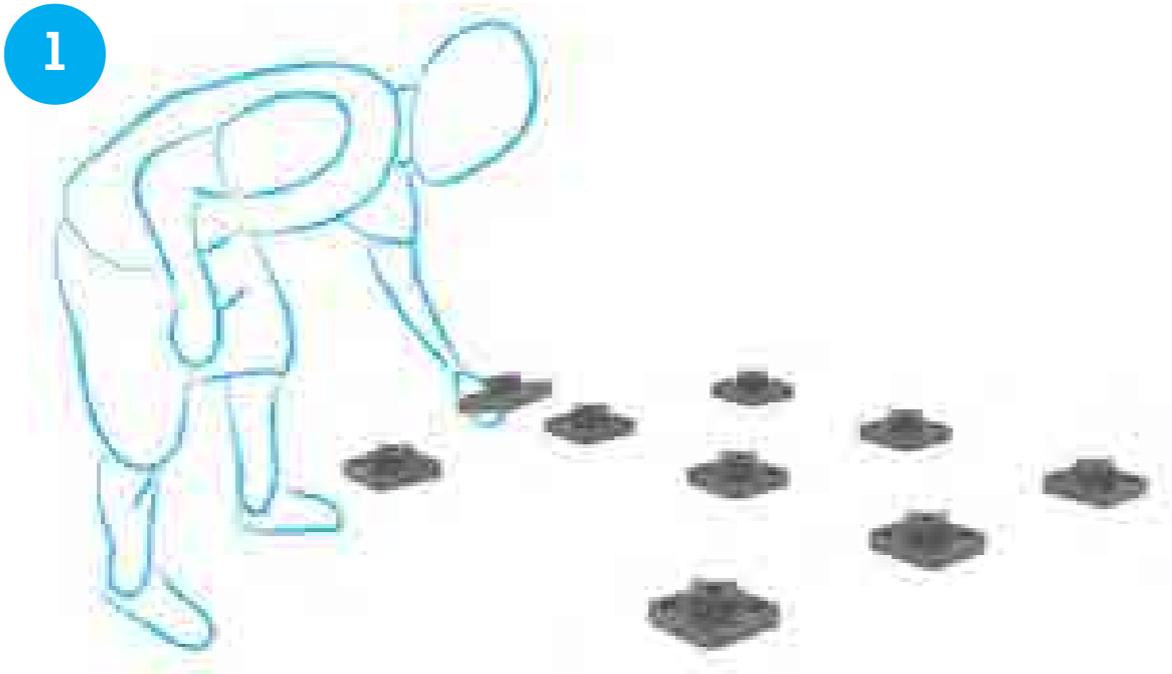
3. Evacuación de agua excedente

4. Resistencia al alto tránsito

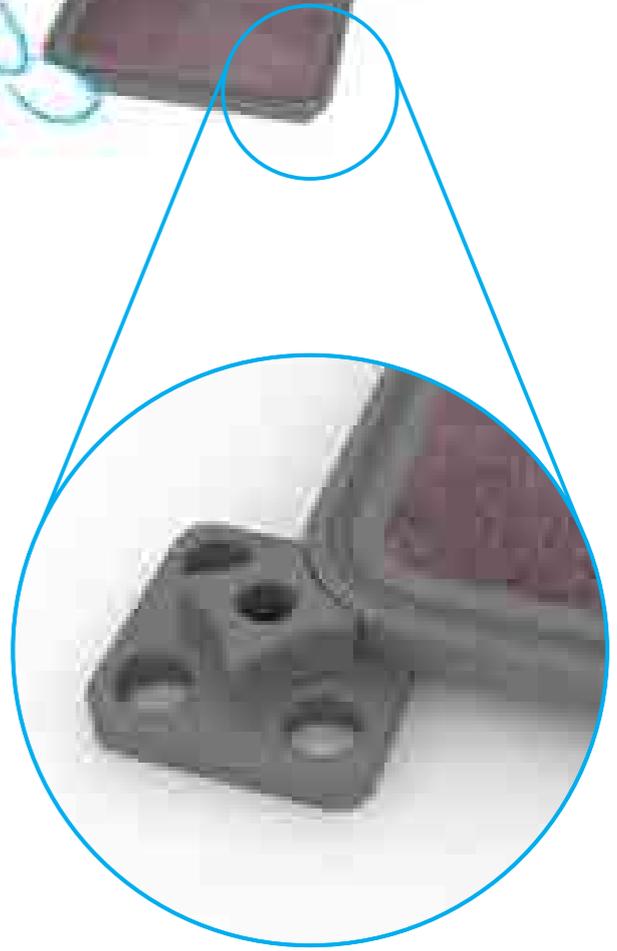
5. Reserva de agua

6. Flujo horizontal

Armado



- 1. Distribución de apoyos**
- 2. Colocación de módulos base**
- 3. Colocación de módulos laterales**



4



5



6

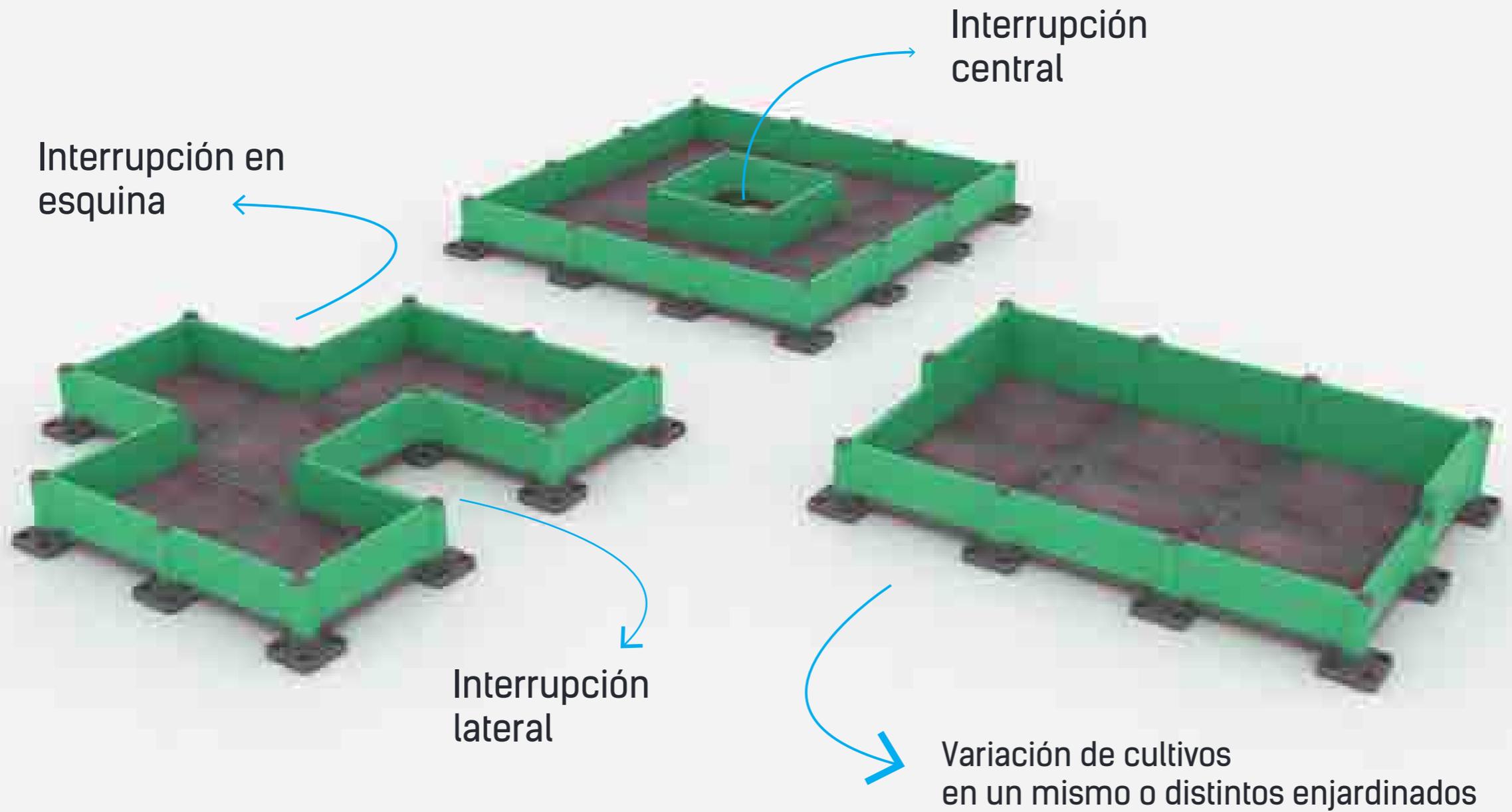


4. Fijado de módulos laterales

5. Colocación de sustrato

6. Colocación de vegetación

Adaptabilidad



Ajustes



Cubierta verde

verdeado extensivo
2mts x 4mts



sistema

45 apoyos

32 módulos base

24 laterales

verdeado extensivo

24 conectores



materiales
800 dm³ de sustrato
vegetación



Quinta Fachada

TERRAZAS VERDES MODULARES

Información adicional

Verdeado extensivo | Altura del sustrato 12cm

	Total Sustrato	Tierra* (60%)	Minerales Liviano** (40%)	Peso seco	Peso saturado***
Módulo Base	30dm ³	18dm ³	12dm ³	25kg	42.5kg
Módulo Base de ajuste	18dm ³	11dm ³	7dm ³	15kg	26kg
Metro Cuadrado	120dm ³	72dm ³	48dm ³	98.5kg	170kg

* Se sugiere la utilización de tierra con 10% de material orgánico.

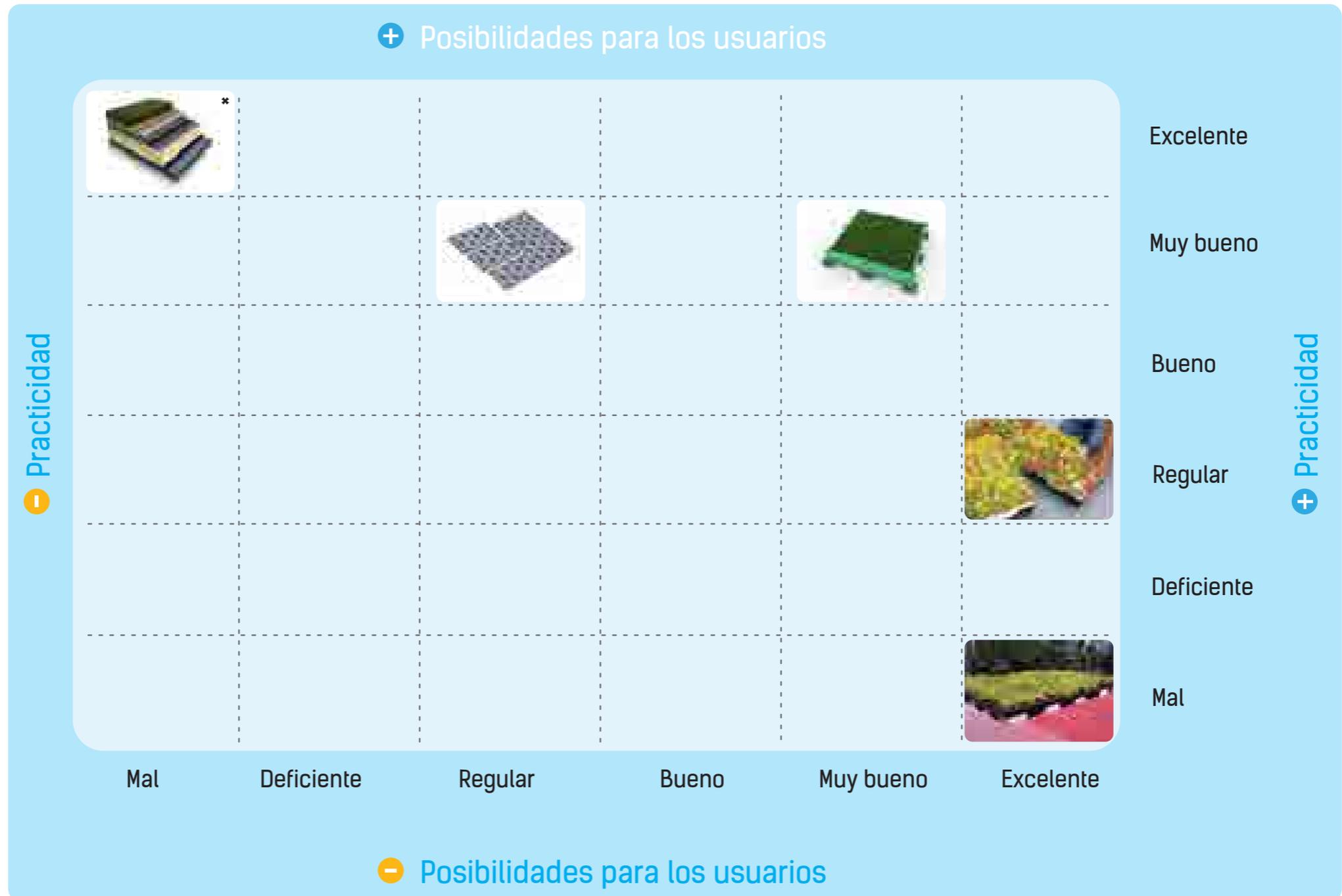
** Como mineral liviano se sugiere e utiliza para los cálculos perlita expandida.

*** En el peso saturado está incluido el peso del agua acumulada por los módulos (5lts. en el módulo base, 3lts. en el módulo base de ajuste y 20lts por m²).

Verdeado semi-intensivo | Altura del sustrato 20cm

	Total Sustrato	Tierra* (60%)	Minerales Liviano** (40%)	Peso seco	Peso saturado***
Módulo Base	50dm ³	30dm ³	20dm ³	41kg	67.5kg
Módulo Base de ajuste	30dm ³	18dm ³	12dm ³	25kg	40.5kg
Metro Cuadrado	200dm ³	120dm ³	80dm ³	164kg	270kg

Matriz de posicionamiento

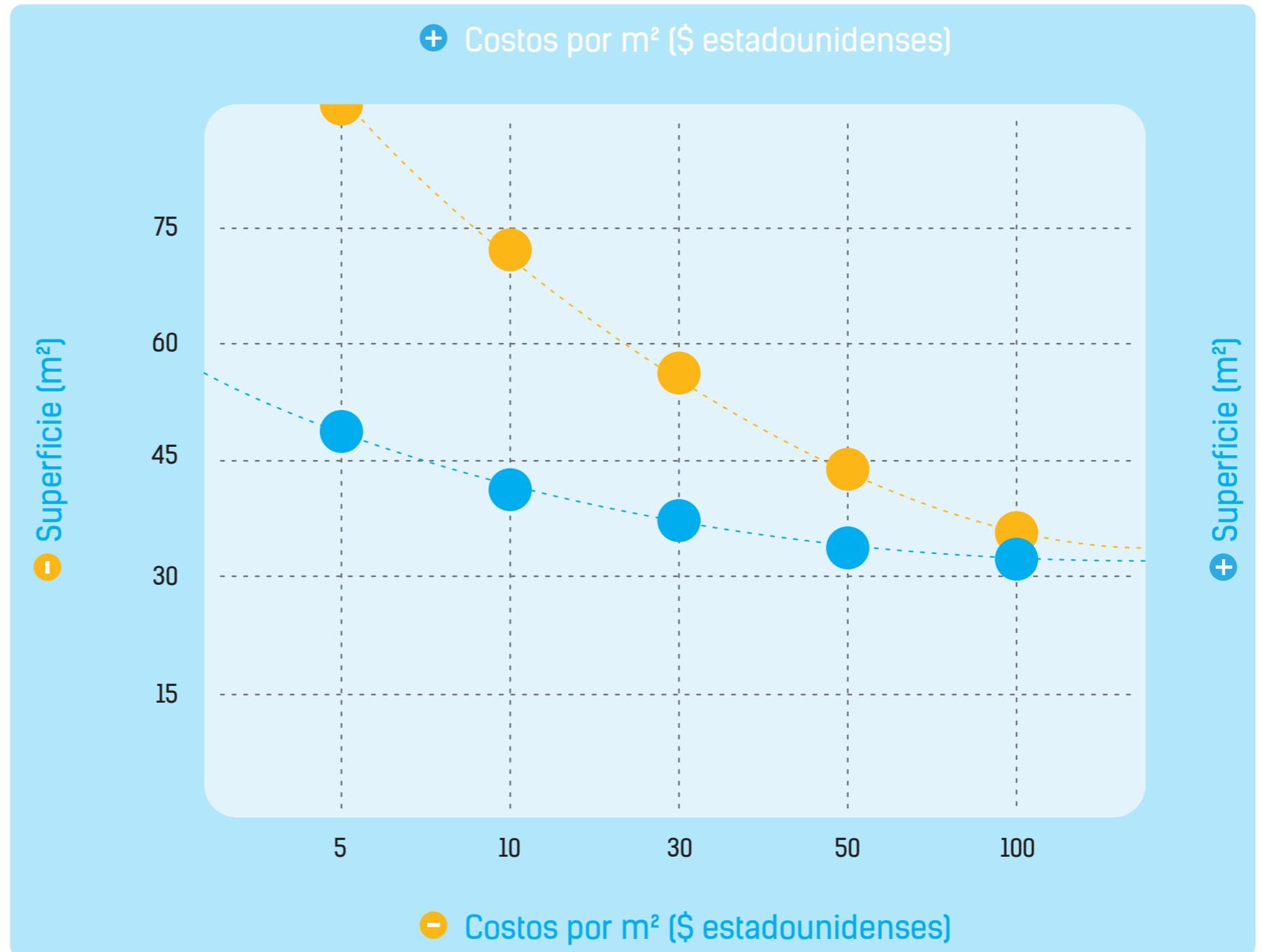


* Representa todas las cubiertas convencionales.

Costos

● Representa al sistema Quinta Fachada.

● Representa al sistema convencional Sika.



Nombre	Matrickeria*	Proveedor	Material Proceso	P. Total	Proveedor
Módulo Base	1.500 1.000 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	7.5	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Base de ajuste	900 600 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	4.5	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Fieltro			Geotextil 150grs.** troquelado	0.04***	TEKNOBAYRES S.A.
Módulo Lateral verdeado extensivo	1.000 700 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	2.0	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Lateral de ajuste verdeado extensivo	600 420 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	1.2	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Lateral verdeado semi-intensivo	1.000 700 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	2.0	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Lateral de ajuste verdeado semi-intensivo	600 420 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	1.2	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo de Apoyo	700 500 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	0.8	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Conector verdeado extensivo	300 200 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	0.4	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico
Módulo Conector verdeado semi-intensivo	300 200 (por reproducción)	MODELHAGE matrickeria	PEAD con aditivo UV rotomoldeo	0.4	ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico

Todos los precios están expresados en Dólares Estadounidenses.

* Matrices de aluminio para rotomoldeo con terminación pulido superficial.

** Presentación en rollos de 430m².

*** Precio de c/fieltro. Los módulos base llevan 4 y los módulos base de ajuste 2.

*
...



Día mundial del planeta tierra

22 de abril de 2014: "Ciudades verdes"

. Energía

transición a fuentes de energía renovables.

. Edificios verdes

mejoras de diseño para generar edificios más eficientes.

. Transporte

aumentar opciones de transporte e invertir en medios alternativos.

Conclusiones

Indispensables

- Dispositivo modular para la instalación de cubiertas verdes.
- Construcción en materiales resistentes.
- De fácil instalación.
- Componente anti-raíz.
- Separación del techo de la vegetación.
- Componente filtrante.
- Reserva de agua.
- Componente drenante.
- Adaptabilidad.
- Consideraciones de carga.

Deseables

- Contemplar traslado.
- Contemplar distintos tipos de verdeado.
- Contemplar sustrato.
- Contemplar vegetación.
- Bajo costo de producción.
- Dimensiones manipulables.

Optativos

- Cumplimiento de normas.
- Conectores entre módulos.
- Contemplar riego.
- Contemplar reducción para estoqueado.
- Sistemas con instructivos y seguimiento.
- Conexión de sustrato.
- Elevadores de sustrato.
- Contemplar bordes.
- Contemplar zonas transitables.

