

Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes



BCN

1. Introducción	3
2. Las azoteas vivas y las cubiertas verdes: definición y beneficios	5
3. Preguntas frecuentes	11
3.1 Sobre aspectos generales	11
3.2 Sobre las cubiertas verdes	12
4. Aspectos sociales y técnicos de las azoteas vivas y las cubiertas verdes	15
4.1 Aspectos sociales	15
4.2 Aspectos técnicos	23
5. Qué tipo de azotea viva o cubierta verde quiero	39
5.1 Por dónde empezar	39
5.2 Tipos de cubiertas	44
6. ¿Con quién hay que contactar para construir la cubierta?	61
6.1 Profesionales	62
7. Anexos	66
7.1 Vegetación	66
8. Bibliografía	74



1. INTRODUCCIÓN

Barcelona es una ciudad de azoteas; este rasgo la identifica. Desde el cielo vemos cómo se extienden desde Ciutat Vella hasta la sierra de Collserola. Son espacios que habían sido muy utilizados; la memoria oral y escrita nos lo recuerda. Probablemente, su uso más cotidiano era tender la ropa. Este trabajo se hacía a menudo en compañía de los niños y niñas, que así se encontraban con los vecinos y jugaban. Era, por lo tanto, un espacio de socialización en el que había seguridad. Más allá de ello, los vecinos pasaban allí muchos ratos y celebraban fiestas, especialmente verbenas. Gracias a la tradición oral sabemos, también, que los chicos y las chicas saltaban de azotea en azotea y se encontraban para salir. En nuestra ciudad había una vida en las alturas. Esta vida se fue perdiendo durante la segunda mitad del siglo XX y las azoteas se convirtieron, fundamentalmente, en espacios donde ubicar instalaciones y guardar trastos.

En el cambio de siglo, Barcelona se ha convertido en una ciudad compacta y de una gran vitalidad. Eso la hace muy atractiva, pero también le resta espacios de descongestión, de pacificación, de salud y de socialización. En este marco, el Ayuntamiento de Barcelona presentó la medida de gobierno para impulsar las azoteas vivas y las cubiertas verdes, con la intención de activar las azoteas y las cubiertas en edificios existentes y de nueva planta. Como resultado de este compromiso, se publica la *Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes*, que quiere ser un instrumento para promover la revalorización de las cubiertas de los

edificios de la ciudad y el uso de estos espacios por parte de las comunidades de vecinos. En una ciudad en la que los espacios verdes y tranquilos a pie de calle todavía no son suficientes, disponer de unas azoteas en condiciones, enverdecidas y con instalaciones que inviten a pasar ratos agradables puede significar una mejora importante en la calidad de vida de la ciudadanía.

Se trata de espacios seguros al aire libre, donde es posible disfrutar de vistas sobre la ciudad, hay más silencio, se puede tomar el sol, leer, practicar actividad física, cuidar un huerto o encontrarse con los vecinos. Asimismo, son espacios que pueden actuar a favor de la calidad ambiental, con cubiertas verdes que regulan el clima urbano y del edificio, ayudan a amortiguar la contaminación atmosférica, acogen una flora y una fauna valiosas y retienen el agua. Barcelona está redescubriendo estas posibilidades, que están al alcance de todo el mundo; niños, jóvenes y mayores vuelven a subir a las azoteas y a disfrutar de ellas. La guía quiere impulsar y acompañar este proceso de redescubrimiento; de entrada, se pueden plantear muchos interrogantes sobre la transformación y los usos de estos espacios, pero también se abren muchas alternativas. En el texto que se presenta están las respuestas a las preguntas que nos hacemos, la explicación de los beneficios sociales y ambientales que podemos obtener y una ayuda técnica para escoger qué tipo de azotea queremos y cómo avanzar para llegar a disfrutarla.



2. LAS AZOTEAS VIVAS Y LAS CUBIERTAS VERDES: DEFINICIÓN Y BENEFICIOS

La **cubierta** es la parte exterior del techo de un edificio, cuya finalidad es protegerlo. Las **azoteas** son cubiertas planas y ligeramente inclinadas, sin tejas, de un edificio o de la parte de un edificio, que permiten andar cómodamente sobre ellas y que se pueden utilizar para realizar diferentes actividades (tender la ropa, tomar el sol o el fresco, leer...). Las azoteas representan un 67 % de la superficie de cubiertas en Barcelona (1.764,4 ha). Algunas tienen un uso definido (patios de escuelas, jardines de hoteles, azoteas comunitarias, etcétera) y muchas otras son simplemente un lugar donde se acumulan trastos y aparatos, como antenas o aires acondicionados.



"Terrats en cultura" (azoteas en cultura). © Isaias Fanlo



Cubierta de Servei Estació. C/ Aragó, 270-272

A efectos de esta guía, se entiende por **azotea viva** la que se ha puesto en valor y es utilizada por los vecinos para actividades variadas, mientras que la **cubierta verde** es un sistema constructivo que tiene un acabado vegetal sobre grosor de tierra o sustrato y es concebido especialmente para obtener beneficios ambientales. En este sistema, la cobertura de vegetación puede ser total o parcial, y no hace referencia a azoteas con tiestos de plantas, sino a tecnologías de construcción para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir, tecnologías que cumplen una función ecológica. Las cubiertas verdes son un buen ejemplo de diseño urbano multifuncional.



Cubierta privada en Via Laietana

Beneficios derivados del uso de las azoteas y de la implantación de cubiertas verdes

Las azoteas vivas y las cubiertas verdes son un activo importante para la recuperación de espacios en desuso en la ciudad, así como una oportunidad para el desarrollo de una Barcelona más sostenible.

Gracias a las ventajas ecológicas, económicas y a la superficie libre que aportan, proporcionan beneficios al medio ambiente y a la ciudadanía, del mismo modo que contribuyen a mejorar la esperanza de vida de los edificios y su balance energético.

Beneficios para los propietarios o usuarios del edificio

Incremento del precio del edificio

Las azoteas vivas y las cubiertas verdes aportan un valor añadido a la finca, ya que crean edificios más sostenibles y atractivos. La recuperación de las azoteas y la incorporación de nuevos usos mejoran la percepción que se tiene de los inmuebles y favorecen la revalorización económica.

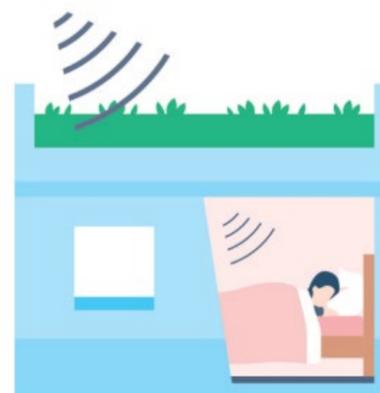
Si se hace una buena gestión y uso de las azoteas, se pueden utilizar como espacios versátiles de ocio, como huertos urbanos o espacios comerciales (bares, restaurantes, gimnasios...), así como para aumentar la superficie habitable para escuelas, locales sociales, hospitales, residencias y para los propios vecinos del edificio.

Incremento de la vida de la impermeabilización

Una cubierta verde añade una capa de aislamiento adicional a la cubierta.

Las diferencias de temperatura de más de 100 °C a lo largo de un año o las de 60 °C en 24 horas de un techo tradicional o de gravas en verano, así como la incidencia directa de la radiación UV, aceleran el envejecimiento de la membrana impermeabilizante, facilitan la aparición de grietas y, finalmente, aparecen goteras.

Tanto la vegetación como el sustrato protegen la membrana impermeabilizante mediante la amortiguación de las fluctuaciones de temperatura.



Aislamiento acústico

El ruido en las ciudades es una de las causas de estrés y trastorno del sueño de una parte de la población. Una cubierta verde reduce la reflexión del sonido hasta 3 dB y mejora el aislamiento acústico hasta 8 dB. Eso puede ofrecer una mejora de la calidad de vida a las personas que viven cerca de espacios ruidosos.

Aislamiento térmico

Uno de los beneficios más importantes de las cubiertas verdes es la reducción de los costes de calefacción y refrigeración, que dependerá del tipo de cubierta que se construya y del grosor de tierra que incorpore. Una azotea sin protección y con un aislamiento deficiente tendrá como consecuencia el sobrecalentamiento de las viviendas situadas justo debajo. El aislamiento adicional que proporciona la cubierta verde reduce la transferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio. En verano, se reduce el calor excesivo y, durante el invierno, se minimizan las pérdidas de calor del edificio.

Producción de energía solar fotovoltaica y ACS

Las azoteas son los mejores espacios en los que se pueden colocar instalaciones para producción de energía solar fotovoltaica y de ACS (agua caliente sanitaria). Los paneles solares montados sobre una cubierta verde pueden generar hasta un 16 % más de energía, ya que las plantas actúan como sistema natural de enfriamiento para los paneles.

Otra singularidad de esta alianza es que las cubiertas verdes ayudan a eliminar los contaminantes del aire, ya que impiden que las partículas en suspensión se fijen en las células solares. Además, facilitan su mantenimiento, puesto que permiten que los paneles solares absorban más luz solar y generen más energía. Este fenómeno también es válido para las placas de ACS.

Beneficios ambientales

Reducción del efecto isla de calor

El calentamiento global, el aumento de superficies impermeables, el exceso de calor de los edificios residenciales, la industria y el tráfico producen un aumento de la temperatura dentro de las ciudades.

La diferencia de temperatura entre la ciudad y el campo o espacio periurbano que lo rodea se conoce como efecto isla de calor. En verano, esta diferencia térmica puede llegar casi a 10 °C y provocar una disminución de la calidad de vida y de la salud de los habitantes de la ciudad.



En las zonas densamente pobladas, donde los espacios verdes son escasos, las cubiertas ajardinadas pueden ser una buena solución, pues reducen el efecto isla de calor a través del proceso de la transpiración y la humidificación del aire seco, que mejora el clima y aumenta la sensación de bienestar.

Captación y almacenaje de agua

Las cubiertas verdes sirven como depósito de acumulación del agua de las precipitaciones. Por medio de la tecnología de aljibes, el agua de la lluvia se puede reutilizar para regar la misma cubierta o para otros usos (lavabo, limpieza, enfriamiento de aparatos...). Las cubiertas verdes son instrumentos muy importantes en la prevención de inundaciones locales, ya que, según el sistema de cubierta verde y la profundidad del medio de cultivo, el agua de lluvia que se vierte directamente en el alcantarillado se puede reducir entre un 50 y un 90 %. Este efecto permite reducir el estrés en la red de alcantarillado durante el año y en los periodos de máxima precipitación.



Además, las precipitaciones arrastran nutrientes, sedimentos, hidrocarburos, compuestos orgánicos clorados y metales pesados de las superficies de los edificios y calles. Cuando esto ocurre sobre una cubierta ajardinada, la vegetación filtra y absorbe una parte de esta contaminación.



Reducción de los niveles de contaminación

La vegetación es capaz de mejorar la calidad del aire. Se ha demostrado que es efectiva a la hora de reducir la contaminación atmosférica por la capacidad que tiene de filtrar partículas y de absorber gases contaminantes.

Un metro cuadrado de cubierta verde puede filtrar 0,2 kg de polvo en aerosol y partículas de esmog en un año. Además, los nitratos y otros materiales peligrosos en el aire y la lluvia se depositan en el medio de cultivo.

Creación de nuevos hábitats para la fauna

Las cubiertas verdes pueden compensar parte de las áreas verdes perdidas en la construcción de edificios y crear espacios propios para la fauna en nuestras ciudades. Muchos insectos, pájaros y plantas pueden encontrar refugio en estos espacios recuperados para la naturaleza.



Los nuevos hábitats integrados en los edificios sirven para crear conexiones de la fauna entre la ciudad y el bosque más próximo, y facilitar el movimiento y la dispersión de la vida silvestre.

Mejora del paisaje urbano y de la calidad de vida

Las cubiertas ajardinadas son una buena solución para combatir la alta densidad de edificación de la mayor parte de nuestras ciudades.

El paisaje urbano podría cambiar de manera sustancial si una parte de las cubiertas actuales con acabado de gravas se transformaran en cubiertas verdes.

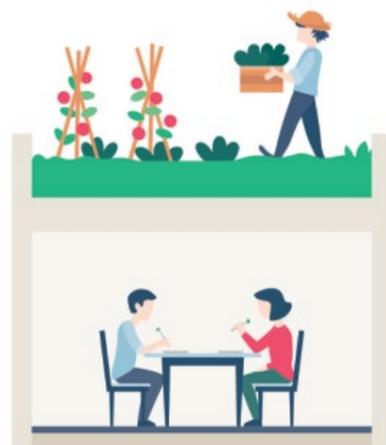


La inclusión de zonas verdes dentro del tejido urbano se relaciona con la reducción del estrés y el tiempo de recuperación de los pacientes, del mismo modo que se relaciona con la mejora de la productividad en el trabajo.

Potenciación de la agricultura urbana

Las azoteas vivas y las cubiertas verdes se pueden utilizar como espacios para la producción de alimentos para la distribución local y complementar la cocina de un restaurante o, incluso, para la venta a escala comercial.

La agricultura urbana permite maximizar la producción de hortalizas y frutas frescas en espacios hasta ahora infrautilizados en las ciudades. Eso puede ayudar a disminuir la huella ecológica y reducir la pobreza (generando recursos y empleo), y contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y a reciclar desperdicios. Asimismo, permite reducir la distancia entre productores y consumidores y, consiguientemente, a bajar precios y solucionar problemas de desabastecimiento.



Huerto en la cubierta. Escuela Nostra Senyora de Lurdes

3. PREGUNTAS FRECUENTES

3.1 Sobre aspectos generales

¿Las azoteas vivas y las cubiertas verdes funcionan en edificios nuevos y viejos?

Sí. Las azoteas vivas y las cubiertas verdes se pueden instalar en una amplia gama de cubiertas. Cuando es un edificio de nueva construcción, el proyecto ya se diseña teniendo en cuenta las cargas que tiene que soportar la estructura.

En un edificio existente, el diseño del techo debe estudiarse para que cumpla las condiciones de carga requeridas.

Algunos edificios existentes tienen la capacidad suficiente, pero, en cualquier caso, un ingeniero estructural debe comprobar previamente qué peso sostiene la estructura para garantizar la seguridad del edificio.

¿Puedo hacer cualquier tipo de actividad en las azoteas?

Cada azotea es un caso único, por lo que se necesita un análisis previo de qué actividad se puede llevar a cabo y cuál no. El estudio tendrá en cuenta aspectos técnicos (sobre todo estructurales) para saber si el peso que puede soportar la cubierta limita la actividad que se quiere desarrollar. Por ejemplo, si queremos hacer un huerto o queremos instalar una piscina, la estructura tiene que sostener más peso que si queremos construir una zona para tomar el sol o una pista deportiva.

En cualquier caso, habrá que elaborar un estudio de las necesidades de los vecinos, de las potencialidades arquitectónicas y de las instalaciones ya existentes.

A partir de aquí, se podrían definir los siguientes usos:

Uso funcional (tender la ropa, tener un huerto, una cubierta verde, un almacén...).

Uso recreativo (zonas para pasear, tomar el sol, leer, zona de reuniones, juegos infantiles, celebrar fiestas puntuales, deporte...).

Uso ecológico (de captación y producción de energía, de aljibe de agua).

¿Podrá subir todo el mundo a la azotea? ¿Será seguro?

En principio podrán acceder las personas que tengan un permiso de acceso, como propietarios e inquilinos, en caso de edificios de particulares; clientes o usuarios, si se trata de establecimientos que tienen instalaciones en la cubierta, como hoteles o polideportivos; y alumnos o pacientes, en caso de entidades como escuelas u hospitales.

Las puertas de acceso a la cubierta deberían tener un tratamiento parecido al de control de acceso en el edificio para garantizar la seguridad ante el intrusismo.

Con respecto a la seguridad en caso de caídas, debería comprobarse que los perímetros de la azotea cumplen la función de seguridad. En caso de que los límites fueran insuficientes para asumir la nueva función que tendrá la azotea (por ejemplo, espacio de juego con pelota...), sería necesaria una reforma adecuando el límite al uso que se hará del espacio.

¿Será accesible? ¿Hay soluciones a las barreras arquitectónicas?

El acceso es uno de los aspectos más importantes para garantizar el éxito de la ocupación de las azoteas vivas. El inmueble debe disponer de escaleras para conectar cada piso o planta con la azotea. Es importante, siempre que sea posible, que haya ascensores que lleguen a la misma cota de la azotea. De este modo, se hace posible la accesibilidad a personas con movilidad reducida, se garantiza la máxima inclusión de las personas y se asegura su uso. El acceso a la azotea es equiparable al acceso al edificio desde la calle; por lo tanto, debe tener las mismas dimensiones y prestaciones de estos accesos previstos en la normativa vigente. En todo caso, si el edificio no tiene las condiciones óptimas de acceso a la azotea, será necesario que un técnico lo visite y haga un estudio y propuesta de reforma.

¿Perderé privacidad?

Se puede dar el caso de azoteas comunitarias que son de uso exclusivo de algunos propietarios o inquilinos (áticos). Al intentar socializar la azotea y realizar actividades en ella, puede haber reticencias por parte de estas personas por miedo a perder el privilegio de privacidad adquirido, y puede que les cueste aceptar el cambio de uso.

Hay que encontrar estrategias para garantizar que mantengan cubiertas sus necesidades como usuarios, a pesar de la transformación de la azotea, e incorporarlas en el nuevo planteamiento. Si las necesidades son incompatibles, se pueden buscar soluciones para compartir el espacio. Hay elementos arquitectónicos que permiten mantener una parte de la azotea privada y colectivizar el resto de la superficie. Los elementos pueden ser flexibles, es decir, que favorecen una cierta interacción entre el espacio público y el privado (celosías, cristales, cortinas...); o estancos, mediante perímetros cerrados para poder separar perfectamente el ámbito colectivo del privado y preservar, así, la intimidad.

¿Habrá ruido?

Siempre que se haya llevado a cabo un tratamiento correcto de aislamiento acústico en la cubierta, no habrá problemas de ruido.

En el apartado de beneficios, se explican las propiedades de las cubiertas verdes con respecto al aislamiento acústico. En las zonas de las azoteas que carecen de cubierta verde, también habría que incorporar un aislante acústico para minimizar el impacto que puede tener el uso de las azoteas en los pisos ubicados bajo la cubierta.

Sin embargo, en la gestión de la azotea a cargo de las comunidades de vecinos, es importante incorporar una definición de los usos, asociados a horarios y tipología de usuarios, para evitar posibles excesos acústicos.

3.2 Sobre las cubiertas verdes

¿Puedo ajardinar cualquier edificio?

Casi todas las cubiertas se pueden ajardinar, incluyendo aquellas con zonas de sombra, cubiertas con baja capacidad de carga, las de edificios altos, con acceso limitado... Estas azoteas, igual que cualquier proyecto, requerirán ingeniería especializada, un buen diseño y el estudio previo de un técnico especializado.

¿Puedo tener una cubierta verde con pendiente?

Sí, se puede tener una cubierta verde con hasta 45 grados de pendiente, aproximadamente.

Si el techo se inclina más de 45 grados, son necesarias soluciones técnicas específicas de fachada vegetal adaptadas al diseño para garantizar la estabilidad de los sistemas drenantes, el sustrato y la vegetación.

¿Puedo tener goteras?

Siempre que haya una impermeabilización antirraíces segura y garantizada, no debe haber goteras.

La impermeabilización debe hacerse con láminas impermeables sintéticas, las cuales, como están protegidas de la radiación solar directa y las oscilaciones bruscas de temperatura mediante la cubierta verde, tendrán una vida útil larga y no habrá escapes de agua.

¿Aguantará el peso?

Depende de la actividad que se quiera llevar a cabo. En los edificios nuevos, desde la fase de proyecto debe tenerse en cuenta el uso que se hará de la azotea y realizar los cálculos correspondientes para que la estructura soporte el peso.

En edificios ya existentes, es necesaria la visita de un ingeniero o arquitecto para que compruebe cuál es la carga que soporta el edificio y, si es necesario, construir un refuerzo estructural para garantizar la seguridad.

Hay diferentes soluciones técnicas que permiten reducir el peso de los sistemas de cubiertas verdes: sustratos muy ligeros, sistemas que necesitan poco grosor de sustrato...

¿Puedo combinar vegetación con espacios de ocio? ¿Y con espacios de huerto?

Sí, son perfectamente compatibles.

Los sistemas existentes permiten alternar espacios con vegetación y zonas pavimentadas, de descanso, con mobiliario, pérgolas, zona de huerto... En todo caso, se debe estudiar qué sistema de cubierta es más apropiado para cada elemento y la ubicación más indicada para cada uso.

¿Puedo combinarlo con placas solares o de ACS?

Sí, no solo pueden combinarse, sino que mejoran su rendimiento.

Es un hecho demostrado que los paneles solares trabajan de manera más eficiente en una cubierta verde que en un techo convencional. Las placas solares disminuyen su rendimiento por encima de los 25 °C de temperatura. La vegetación hace que la temperatura de la cubierta sea inferior, lo que favorece la eficiencia de las placas solares.

¿Se necesita mantenimiento para la vegetación? ¿Quién se encargará de hacerlo?

El mantenimiento de la vegetación es importante y debe tenerse en cuenta en el diseño y la gestión de todos los proyectos.

Si se quiere reducir el mantenimiento, es aconsejable escoger una cubierta verde extensiva, o semiintensiva, con plantas de bajo requerimiento.

Aparte de la vegetación, deberá tenerse en cuenta el mantenimiento de los demás elementos de la cubierta, como en cualquier azotea sin vegetación: las instalaciones que pueda haber, los pavimentos, los desagües.

El mantenimiento lo pueden llevar a cabo empresas de jardinería especializadas o los mismos inquilinos.

¿Hay que regar una cubierta verde?

Todas las plantas necesitan un mínimo de agua para vivir. Según el tipo de vegetación que se escoja, se puede llegar a construir un techo con pocas necesidades hídricas. En todo caso, es recomendable instalar un sistema de riego para garantizar la adaptación de la vegetación y para asegurar que, en las épocas más cálidas, las plantas reciban la aportación hídrica necesaria.

¿Cuánta agua se necesita?

No hay una sola respuesta; el cálculo del agua necesaria depende de la vegetación, del sustrato, del clima y de las influencias ambientales, del diseño y del tipo de sistema empleado. Para minimizar el uso de agua potable para el riego, se pueden utilizar aguas pluviales y se puede diseñar un plan para reutilizar las aguas grises del edificio.

¿Qué coste tiene una cubierta verde?

Los costes varían significativamente según la ubicación y el proyecto. Los factores clave que influyen en el coste son el tamaño del techo, la pendiente, el diseño, los tipos de materiales utilizados en el techo (por ejemplo, si es necesario un refuerzo estructural, el volumen de sustrato necesario, el tipo de vegetación, los componentes del sistema, las superficies duras, el mobiliario o los paramentos, etcétera), el acceso al techo y el tipo de mantenimiento que requiera.

¿Cuál es la esperanza de vida de una cubierta verde?

La vida útil de una cubierta verde está directamente relacionada con la calidad del diseño, la construcción y el mantenimiento, y, especialmente, con la durabilidad de los componentes del sistema constructivo (mantas de retención, lámina drenante, filtros y tipo de sustrato). Algunas cubiertas verdes en Europa han durado más de 75 años y todavía continúan en funcionamiento.



Distrito 22@. © Quico Domingo

4. ASPECTOS SOCIALES Y TÉCNICOS DE LAS AZOTEAS VIVAS Y LAS CUBIERTAS VERDES

Las cubiertas verdes y, sobre todo, las azoteas vivas son nuevos espacios de la ciudad que potencian y cohesionan las relaciones sociales y vecinales, mejoran la integración de la diversidad e impulsan la participación social.

En consecuencia, con la recuperación de las azoteas se recupera su función social, como ya se hizo en el pasado, pero adaptada a las nuevas necesidades urbanas, y se destina buena parte de esta superficie a fomentar las actividades sociales de ocio de las comunidades de vecinos.

Para disponer de unas azoteas vivas que sean inclusivas y que impliquen a todos los vecinos para que puedan disfrutar de ellas, tienen que analizarse varios aspectos sociales, como las necesidades de uso, los usuarios potenciales, la gestión del espacio... Sin embargo, habrá que incorporar herramientas de construcción participativa, en cuyo diseño se impliquen los vecinos, en colaboración con los técnicos, para crear espacios colectivos adaptados a sus necesidades.

Aparte de los aspectos sociales, habrá que tener presentes las consideraciones técnicas que permitan que todas las actividades potenciales en las azoteas se puedan llevar a cabo con toda tranquilidad y confianza. Debe llevarse a cabo un análisis físico de la cubierta ya existente y definir qué potencialidades o reformas constructivas habría que afrontar para que el espacio pudiera asumir las funciones sociales deseadas.

4.1 Aspectos sociales

El uso de las azoteas vivas

La azotea viva para uso colectivo es un espacio de uso común, polivalente, multifuncional y multicultural.

El uso de las azoteas puede variar en función de las necesidades y los intereses de los usuarios.

No es necesario que todos los usos se apliquen en los mismos espacios al mismo tiempo. Si se definen claramente los usos que debe tener la cubierta, se podrá hacer una buena distribución espacial y programar o gestionar las actividades de manera óptima.

Las azoteas pueden tener usos que son necesarios para los vecinos de las comunidades y que el edificio no incluye por falta de espacio. Algunos de estos usos no se habían previsto inicialmente, cuando se proyectó el edificio, y, con el paso del tiempo, teniendo en cuenta el

contexto social actual, son indispensables para la mejora de la calidad de vida de los vecinos.

Estas funciones de la azotea se pueden denominar usos funcionales.

Como ejemplos de **usos funcionales**, se incluyen los siguientes:

- Tender la ropa
- Almacenar
- Generar energías sostenibles
- Plantar vegetales para el autoconsumo
- Captar y almacenar agua

Hay otros usos que aportan bienestar a las personas que los practican: son los usos recreativos. Suelen ser actividades de ocio y voluntarias. Gran parte del éxito de la proliferación de estas actividades en las cubiertas es que el

espacio destinado a este uso responda a las expectativas de los usuarios. Como ejemplos de estos usos, se incluyen los siguientes:

- Pasear
- Practicar deporte
- Leer
- Descansar
- Conversar
- Tomar el sol
- Ensayar
- Hacer jardinería
- Jugar
- Realizar actividades socioculturales: conciertos, exposiciones, encuentro de entidades...

Hay actividades funcionales, que, dependiendo de cómo se desarrollen,

Los usuarios

Al definir los usos y cómo se incorporan en el diseño de la cubierta deben tenerse en cuenta diferentes aspectos de los usuarios:

- Edad de las personas: este punto condicionará a la hora de pensar en la seguridad, decidir los materiales constructivos y tener en cuenta los intereses de este grupo y las cuestiones de accesibilidad.
- También es importante conocer si son habitantes del inmueble o son usuarios

Uso privado o uso colectivo de la azotea

La definición de los usos de la azotea también estará determinada en buena medida por la titularidad de la propiedad de la finca.

Es evidente que debe ser diferente el proceso de diseño o de decisión en un espacio privado, en el que el promotor

también pueden incluirse en las actividades recreativas; por ejemplo, tener un huerto en la cubierta. Un tercer tipo de uso podría ser el lucrativo o comercial. Este uso está asociado a gestiones privadas de las azoteas donde es un único propietario o entidad quien define la actividad y el uso que se llevará a cabo en la cubierta. En estos usos se incluirían todas las actividades en las que las azoteas permiten aumentar las prestaciones del servicio que ofrecen para los clientes o usuarios. Se pueden encontrar diferentes ejemplos:

- Terrazas o bares de hoteles
- Alquiler de huertos urbanos
- Geriátricos, hospitales, escuelas
- Instalaciones deportivas
- Etcétera

que tienen permiso de acceso porque realizan alguna actividad en este: alumnos de una escuela que hacen el recreo en la azotea, trabajadores de una oficina que se toman el descanso en la cubierta...

- El número máximo de usuarios que harán una actividad, así como la frecuencia de uso del espacio, también es una información relevante que ayudará a definir un mapa de usos.

es el propietario y hace un uso privado de la azotea o la utiliza para su negocio, del proceso de diseño en una comunidad o mancomunidad de propietarios, donde vecinos o inquilinos serán los usuarios del espacio. En el primer caso, el trabajo previo a la reforma de la azotea es más sencillo.

Para que una reforma de azotea comunitaria se acabe llevando a cabo con éxito y los vecinos pasen a habitarlas, es clave escuchar la voz de todos los usuarios: las azoteas deben ser espacios adecuados para satisfacer las necesidades de todos los usuarios de los inmuebles.

Con este objetivo, la comunidad de vecinos puede emprender un proceso participativo o de consulta en las primeras fases de diseño para recoger y escuchar las aportaciones de todas las personas e incluirlas, junto con el estudio técnico del edificio, para impulsar una propuesta global de reforma.

Cuando la comunidad de propietarios decide participar activamente en el diseño del espacio, el proceso es más lento, pero más innovador y de gran transformación social, a la vez que potencia el sentimiento de implicación y responsabilidad en su desarrollo y de pertenencia al lugar.

También se puede encargar a un arquitecto o paisajista que haga una propuesta de diseño a partir del análisis técnico y de la recopilación de las necesidades, que la comunidad, a continuación, aprobará, valorará y legitimará.

Para afrontar un buen proceso participativo es necesario que se definan bien los actores del proceso:

Los vecinos: se necesita su participación activa para que aporten ideas, planteen objeciones, cedan...

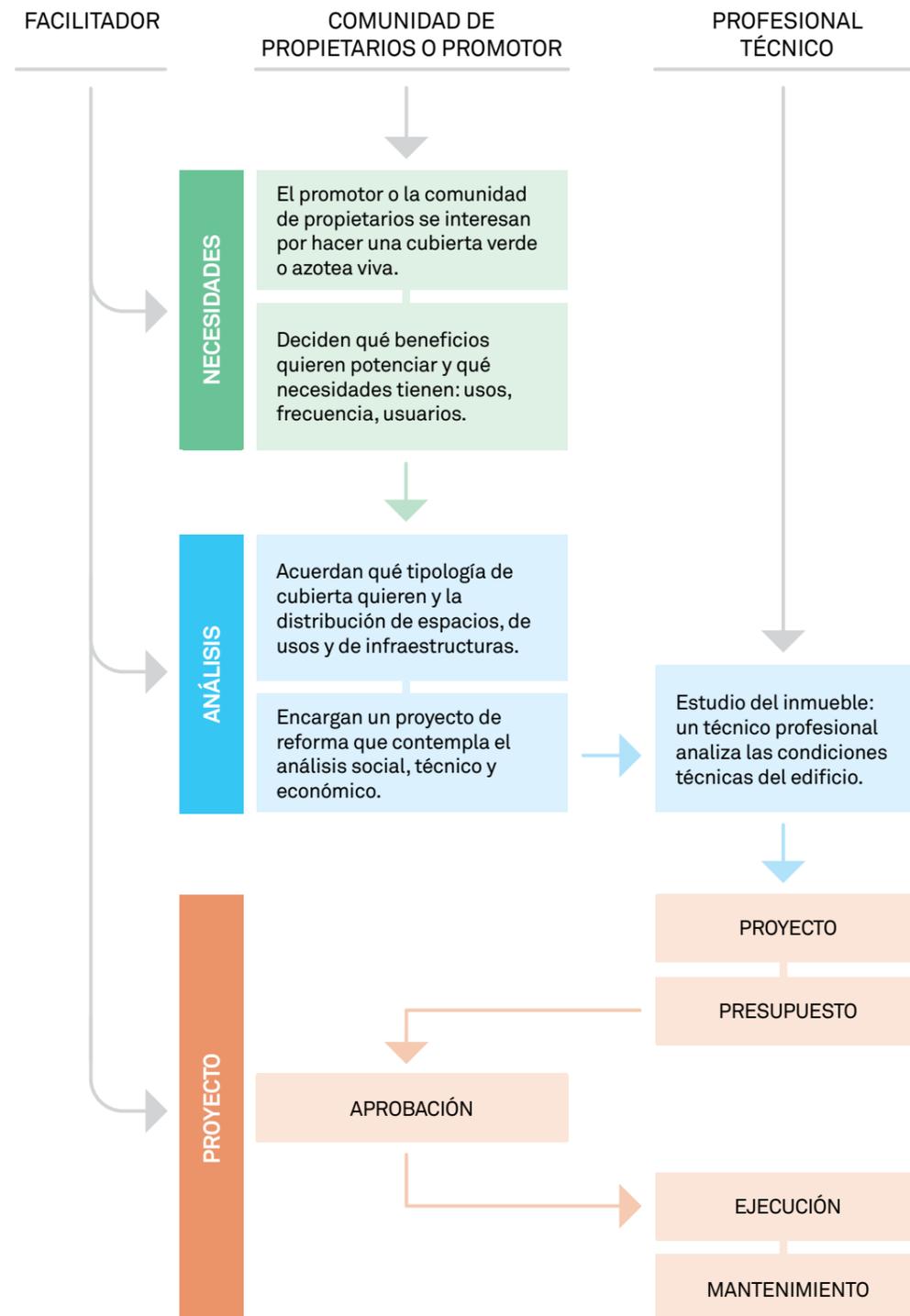
Grupo motor que represente a los vecinos: personas de la comunidad que pueden dedicar más horas al proceso participativo y se encarguen de velar por que los vecinos tengan toda la información necesaria, programen reuniones, etcétera.

Facilitador del proceso participativo: se encargará de dinamizar las asambleas vecinales y ayudar a llegar a acuerdos y consensos. Actor clave que velará por garantizar la equidad entre las personas y reflejar la diversidad de todos los vecinos en el proyecto.

Técnicos estructuristas, arquitectos, paisajistas, etcétera: son las personas que aportarán la información técnica constructiva o estética a los vecinos para que puedan decidir entre las opciones propuestas.

El proceso participativo concluye cuando se llega a una solución colectiva consensuada y satisfactoria que puede asumir toda la comunidad.

Proceso para ejecutar un proyecto de azotea viva o cubierta verde



La titularidad o la propiedad de las azoteas

La titularidad o la propiedad de una azotea puede pertenecer a diferentes personas o entidades jurídicas.

Según la modalidad, será más o menos complejo el proceso de toma de decisiones para llevar a cabo una rehabilitación de la azotea.

Grupos de titulares o propietarios de la azotea

1. Titular o propietario privado, ya sea individual o una empresa

La propiedad tiene el poder de decidir qué rehabilitación o diseño quiere hacer en la cubierta dentro del marco de la normativa vigente.

2. Titularidad o propiedad de la comunidad de propietarios

Es el órgano que regula las relaciones entre los vecinos de un mismo inmueble. Está formada por el conjunto de propietarios de los diversos elementos que la integran: pisos, locales, plazas de aparcamiento, etcétera. En el caso de los pisos de alquiler, son los propietarios los que forman parte de la comunidad de propietarios y no los inquilinos. Todos los propietarios tienen los mismos derechos y las mismas obligaciones.

En este caso, el proceso de decisión de la rehabilitación de la azotea tiene que ser participativo y seguir procedimientos como los que se han explicado en el punto anterior.

Es importante hacer participar e informar a todos los vecinos, aunque no sean propietarios, ya que el éxito de las azoteas vivas radica en su buen uso.

3. Titularidad o propiedad de más de una comunidad de propietarios

Se trataría de unir diferentes comunidades de propietarios o comunidades y propietarios individuales, con el fin de conseguir “una azotea como categoría única que pertenezca a todos los inquilinos de la manzana” o del conjunto de los inmuebles.

La idea transformadora es unir las diversas azoteas con el fin de aumentar el espacio libre disponible para ocio, de dimensiones equiparables a los espacios urbanos, pero restringiendo el uso al nuevo colectivo resultante. Unir las azoteas, salvando las diferencias de cotas y aumentando la superficie.

Para formalizar esta unión de propietarios, se podría constituir una nueva comunidad de propietarios a efectos de la ley horizontal.

O bien se podría redactar un documento contractual privado entre los vecinos de las comunidades de propietarios mediante el que se acuerde un uso compartido.

Esta última fórmula es más flexible, más económica y se puede acotar en el tiempo. La primera es mucho más compleja.

Como en una comunidad de propietarios simple, el proceso de decisión de la rehabilitación de la azotea debe ser participativo.

Gestión de las azoteas vivas

Una vez que tenemos en funcionamiento la azotea viva, con los espacios acondicionados para los usos proyectados, debe concretarse cuál es la gestión que se hará de la azotea, del espacio.

Se entiende por gestión la organización, la planificación y el aprovisionamiento económico (en su caso) de diferentes aspectos de la azotea.

Gestión de actividades

Para que haya un buen entendimiento y evitar conflictos entre los usuarios del espacio, es importante establecer desde el principio unas normas de convivencia y de usos del espacio.

Una propuesta de normativa podría incluir los siguientes aspectos:

- Mapa de usos del espacio: qué se puede hacer en cada lugar.
- Limitaciones horarias con respecto a los usos.
- Limitaciones estacionales con respecto a los usos.
- Indicaciones de qué tipo de usuario puede utilizar un espacio concreto.
- Calendario de actividades puntuales con reserva de espacios para que no se solapen las actividades.
- Nombrar a una persona o un grupo de personas responsables de velar por que se haga un uso correcto de las azoteas (podría ser una función rotatoria en la comunidad de vecinos).



"Terrats en cultura" (azoteas en cultura). © Isaias Fanlo

Gestión del mantenimiento

El mantenimiento de la azotea es primordial para evitar la degradación del espacio.

Debe haber alguien que se encargue de las tareas de limpieza, de cuidar de las instalaciones, de los pavimentos y el mobiliario, de la vegetación y de los espacios de juegos.

Estas tareas las puede asumir la comunidad para que se repartan entre los vecinos. Otra opción es externalizar todas las tareas. También se puede optar por una solución intermedia, en la que una parte de las tareas las asumen los vecinos y otra parte la hagan empresas de mantenimiento especializadas.

Gestión de la seguridad

Otro aspecto que debe gestionarse es la seguridad desde una doble vertiente: seguridad frente al riesgo de caídas y seguridad hacia el intrusismo de los espacios colectivos y privados vinculados al edificio.

Para garantizar la seguridad ante el riesgo de caídas, es necesario que los perímetros de la cubierta y los accesos cumplan la normativa vigente. Es responsabilidad de la comunidad llevar un control exhaustivo de los perímetros y de los puntos de riesgo de forma periódica. También, debe asegurarse que haya una buena accesibilidad.

Es recomendable que las revisiones periódicas y el mantenimiento de los puntos de riesgo sean realizados por empresas homologadas.

Con respecto a la seguridad en relación con el intrusismo, se puede resolver dotando a las azoteas de accesos de control (como porteros automáticos) para que ninguna persona ajena a la finca pueda acceder a la cubierta.

En caso de que haya usuarios que no vivan en el inmueble, pero que cursen alguna actividad (por ejemplo, trabajadores de una oficina, usuarios de un gimnasio...), hay que prever su acceso a la cubierta.



Proceso de construcción de una cubierta verde. Plaza de Laguna de Lanao.

4.2 Aspectos técnicos

Para diseñar una azotea viva o una cubierta verde es importante entender las características del emplazamiento. En este capítulo se explica cómo evaluar una propuesta de ubicación para una azotea viva o cubierta verde teniendo en cuenta las características constructivas y ambientales. También se exponen los diferentes parámetros y elementos básicos necesarios para construir una cubierta verde con seguridad y fiabilidad.

Aunque el capítulo está elaborado para situaciones con edificios ya construidos, puede ser muy útil cuando se está planteando incorporar una cubierta viva en un edificio que todavía está en fase de planeamiento.

A continuación, se presentan los aspectos y los parámetros técnicos y ambientales que deben considerarse.

Situación y condiciones climatológicas

En primer lugar, hay que tener en cuenta la climatología y la situación física de la cubierta, especialmente si se quiere hacer un techo con vegetación o si se quieren definir espacios de descanso para tomar el sol o lugares con necesidades de sombra en verano.

Los factores climatológicos pueden variar con la ubicación geográfica, así como con la orientación y la altura e, incluso, pueden variar entre un edificio y las fincas circundantes.

Los factores climatológicos que hay que tener más en cuenta son los siguientes:

- **El viento:** a medida que subimos en altura, la velocidad del viento es más elevada; es importante conocer las corrientes de aire habituales en el edificio para hacer una buena distribución de los usos de la azotea. Por ejemplo, ubicar espacios de descanso en las zonas más resguardadas o instalar contraventanas si es necesario mediante celosías o vallas de vegetación.

- **La lluvia o humedad:** este factor es clave si se quiere vegetar la cubierta. Teniendo en cuenta la pluviometría y el grado de humedad, se podrá hacer una elección óptima de la vegetación y del sistema de riego necesario. En Barcelona, es casi indispensable disponer de un

sistema de riego, ya que los meses de verano son muy calurosos y, a menudo, escasos de precipitación.

- **La orientación o la radiación solar:** para conocer cuáles serán las zonas de sol o de sombra de la cubierta, hay que elaborar un estudio de la radiación solar y de sus variaciones a lo largo del año. Eso influirá, por una parte, a la hora de elegir vegetación en una cubierta ajardinada o en un huerto urbano o, por otra parte, en cualquier otra actividad que esté condicionada por la insolación. Por ejemplo, si se quiere disponer de un espacio de picnic válido al aire libre para la época de verano, es importante ubicarlo en una zona de sombra o, si no hay, pensar en diseñar un umbráculo.

- **La temperatura:** en el clima mediterráneo, las altas temperaturas del verano pueden conllevar que algunos usos de las azoteas sean desaconsejables a determinadas horas del día. Será necesario elegir una vegetación resistente y generar espacios con sombras por medio de la vegetación (árboles cuando la cubierta lo permita, pérgolas vegetadas...) que, además de reducir la temperatura del lugar, humidificarán el ambiente, así como incorporar estructuras auxiliares arquitectónicas (porches...) o, también, utilizar elementos auxiliares (toldos...).

Estructura del edificio

Antes de empezar a diseñar una cubierta, hay que saber qué capacidad de carga tiene. Un ingeniero de estructuras debe llevar a cabo un estudio de los materiales y del estado de la estructura existente para calcular cuál es el peso que aguanta y, si es necesario, añadir algún refuerzo estructural. En algunos casos, puede ser necesario añadir algún pilar o reforzar los existentes; en otros casos, será necesario construir un techo estructural que transfiera el peso a zonas donde haya pilares y vigas que sostengan más carga.

El técnico también puede indicar qué zonas de la cubierta están más dimensionadas para situar en esos puntos los elementos más pesados.

Para saber qué peso tendrá la cubierta con los nuevos usos, debe conocerse los siguientes aspectos:

- **La carga muerta de la cubierta:** el peso final total de la cubierta construida, incluyendo todos los elementos y componentes asociados con el techo (peso del sistema de cubierta, sustrato saturado de agua, peso de la vegetación en su crecimiento máximo, elementos arquitectónicos que pueda haber, pavimentos...).

- **La carga viva:** el peso de las personas que utilicen el espacio y de cualquier equipo móvil que se utilice periódicamente en el lugar. Por ejemplo, una máquina de segar para hacer el mantenimiento del jardín.

- **La carga transitoria:** cargas puntuales generadas por elementos meteorológicos, por el viento básicamente, y cargas por nieve, que, aunque no sea un caso habitual, tampoco se puede descartar.

Aislamiento acústico y térmico

La capa de aislamiento sirve para limitar los intercambios térmicos y acústicos entre el exterior y el interior de la cubierta.

Aprovechando que se hace una reforma de la azotea, es interesante mejorar el aislamiento térmico de la cubierta para conseguir un ahorro energético en la climatización de los pisos superiores.

También es importante pensar en un buen aislante acústico para minimizar el impacto sonoro que puede suponer habitar la azotea para las personas que viven bajo la cubierta.

En el mercado hay muchos tipos de aislantes, tanto térmicos como acústicos, que cumplen perfectamente la doble función.

Impermeabilización

La impermeabilización es fundamental para el éxito de una azotea viva. Una buena impermeabilización evitará que haya goteras.

Cuando se trabaja en un edificio antiguo, es importante que un profesional cualificado compruebe la estanquidad de la cubierta. Una buena opción para impermeabilizaciones de más de diez años es colocar una nueva membrana impermeabilizante que asegure que no hay escapes.

En el mercado se pueden encontrar diferentes opciones de membranas impermeabilizantes. El requisito más importante que deben cumplir las membranas, aparte de la resistencia mecánica, es que sean resistentes a la penetración

de las raíces, por eso se utiliza habitualmente el término antirraíces. Para asegurar esta función antipenetración de las raíces, se recomienda que las membranas sean sintéticas, ya que las orgánicas (asfálticas o bituminosas) son susceptibles de ser atravesadas por las raíces o pueden ser químicamente inestables.

Si se dispone de una impermeabilización bituminosa en buen estado y se quiere que en la cubierta haya vegetación, es imprescindible separar el sistema de cubierta de la impermeabilización mediante una lámina antirraíces.



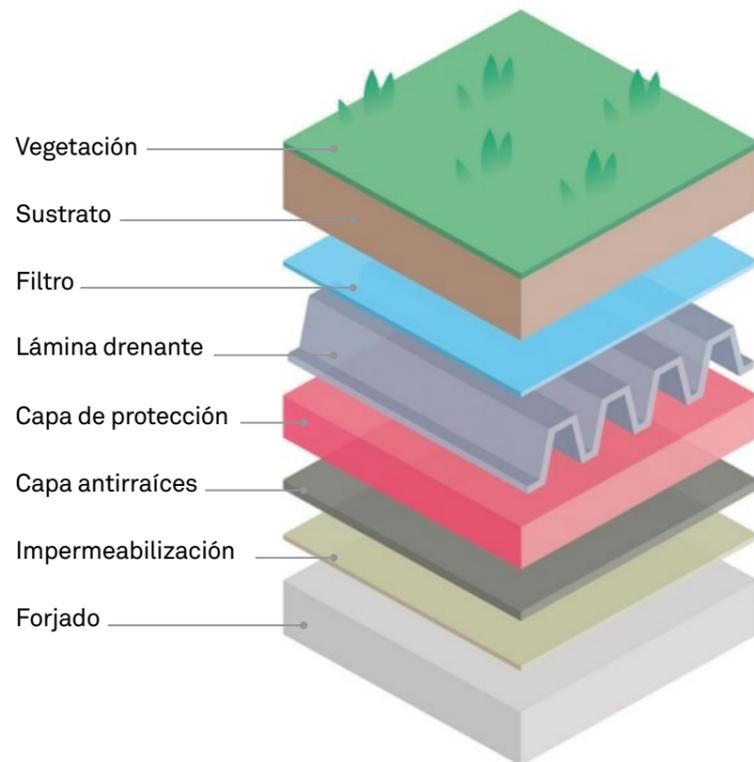
Colocación de placa drenante

Componentes de la cubierta verde

En el diseño y la instalación de una cubierta verde es fundamental proporcionar a la vegetación un entorno de crecimiento lo más parecido posible al entorno natural de la planta.

Por este motivo, con la tecnología actual se han desarrollado sistemas de cubiertas verdes que intentan imitar la naturaleza mediante un **sistema constructivo multicapa**, en el que cada capa incluida en el sistema satisface una necesidad que tiene la planta y todo el sistema. Funciona de manera conjunta y subsidiaria.

Los apartados siguientes tratan aspectos técnicos de las capas que componen una cubierta verde.



Protección de la impermeabilización

Para que no haya daños en la lámina impermeabilizante, es importante colocar una capa de protección. Dependiendo del acabado (pavimento o cubierta verde), se recomienda colocar un elemento u otro:

- **Pavimento amortorado sobre la impermeabilización:** en este caso, se recomienda colocar un elemento separador entre la lámina y el pavimento, con el fin de evitar posibles daños tanto mecánicos como químicos por la reacción del cemento durante el tiempo de endurecimiento o secado. La capa de protección puede ser un geotextil o bien una lámina plástica ligera.

- **Pavimento flotante sobre la impermeabilización:** por pavimento flotante se entiende las tarimas de madera o sintéticas que se colocan encima de los rastreles o las losas que se sitúan sobre elementos elevadores. En este caso, se recomienda colocar entre la impermeabilización y los rastreles o plots una lámina de caucho o bien un geotextil de más de 300 g/m² para proteger la lámina de las fuerzas de fricción.

Lámina drenante de la cubierta verde

Esta capa cumple la función de drenar, ventilar, retener agua y proteger la impermeabilización.

Según la tipología de cubierta verde o la azotea viva que se construya, la capa tendrá características diferentes. Dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de vegetación escogida y del uso que se dé a la azotea (ornamental, para peatones, con paso de vehículos ligeros...), el tipo de placa drenante variará en altura, capacidad drenante, capacidad de retención de agua y resistencia a la compresión.

- **Cubierta verde o huerto sobre la impermeabilización:** en esta situación, la capa se puede utilizar tanto para proteger como para aumentar la capacidad de almacenaje de agua del sistema de cubierta. Suele colocarse una manta sintética, de gramaje a partir de 400 g/m², entre la lámina impermeabilizante y la lámina drenante de la cubierta verde. Las mantas de protección deben adaptarse a los usos futuros de la cubierta verde y variar las características técnicas en función de los usos.

Hay una excepción: el caso de las cubiertas invertidas. Conviene utilizar una capa de separación permeable al vapor de agua, de modo que quedan descartados los geotextiles tradicionales, ya que no son hidrófugos; de esta manera, permiten el correcto funcionamiento del aislamiento térmico.

En todos los casos, se desaconseja el uso de capas de protección de mortero por la posible liberación de carbonatos y porque se resquebrajan con facilidad.

Las placas drenantes deben tener siempre aberturas para la ventilación y canales de evacuación de agua que aseguren que el agua sobrante no esté nunca en contacto permanente con el sustrato, y así mantienen la capacidad de ventilación necesaria para las raíces.

Deben utilizarse materiales específicos para cubiertas; no son aptos para estas funciones materiales diseñados para otros usos, como placas drenantes para muros.

Filtros

La capa filtrante tiene la misión de evitar el paso de las partículas finas del sustrato hacia la capa drenante.

Es clave el uso de geotextiles diseñados específicamente para cumplir esta función. Hay que desestimar el uso de geotextiles diseñados para asumir la función de separación en cubiertas no

ajardinadas, ya que son de colmatación fácil y colapsan las placas drenantes inferiores, de modo que dejan de funcionar correctamente.

En la capa filtrante son especialmente relevantes las características de la permeabilidad y el tamaño de los poros.

Sustrato para cubiertas verdes

El sustrato es el elemento primordial para el buen desarrollo de la vegetación. Los sustratos para cubiertas verdes y azoteas vivas son mezclas de tierras diseñadas específicamente, que cumplen con los criterios de calidad de la FLL 2008 y la NTJ 11C. Hay que descartar el uso de suelos naturales y sustratos formulados para su uso en jardinería.

La elección del sustrato en una cubierta es de suma importancia. La correcta elección puede determinar el éxito o el fracaso de la vegetación que se plante, así como su pervivencia en el tiempo.

Para emprender el ajardinamiento de la cubierta, es necesario un sustrato que cumpla los siguientes requisitos:

a) Con respecto a aspectos constructivos:

- Permitir la función de drenaje
- Respetar el diseño de cargas del edificio
- Cumplir con la función de protección requerida

b) Con respecto a las necesidades de la vegetación:

- Ser adecuado para el tipo de vegetación elegida
- Garantizar que las funciones correctas para el buen desarrollo de la vegetación se cumplan de forma permanente
- Limitar los costes de mantenimiento durante la fase de implantación de la vegetación y también cuando quede bien arraigada

Las características fisicoquímicas que deben cumplir los sustratos técnicos para cubiertas verdes están perfectamente definidas en las normativas mencionadas anteriormente y son la garantía de éxito y sostenibilidad de las cubiertas verdes y las azoteas vivas.

Vegetación

La vegetación que debe plantarse en una azotea dependerá mucho del objetivo de uso de la cubierta y, por lo tanto, de su tipología.

No se elegirá la misma vegetación si se quiere una cubierta ecológica para favorecer la climatología y naturalización de la ciudad, con mantenimiento y consumo hídrico bajo, que si se quiere una cubierta jardín para estar y disfrutar, donde se escogerá vegetación con más valor ornamental y, por lo tanto, con más requerimientos de mantenimiento.

En el capítulo 5 de esta guía se explican las diferentes tipologías de cubierta verde existentes y qué tipo de vegetación está asociada a cada una.

Aun así, hay consideraciones generales que pueden servir como guía para todas las cubiertas verdes.

A la hora de seleccionar la vegetación, debemos tener en cuenta los siguientes parámetros para asegurar el buen desarrollo de las especies vegetales:

- **El microclima de la cubierta:** temperatura, humedad, precipitaciones, nivel de insolación, vientos, vientos salinos...

- **El grosor máximo de sustrato que admite la cubierta:** la capacidad de carga, el peso que puede soportar la azotea, puede ser un factor limitante.

- **El porte y la capacidad de crecimiento de la vegetación:** se recomienda vegetación que tenga un crecimiento radicular poco profundo y horizontal, así como una progresión lenta de crecimiento.

- **Las necesidades hídricas de las plantas.**

A grandes rasgos, deben priorizarse especies que se adapten fácilmente a condiciones extremas (con resistencia a cambios bruscos de temperatura, resistentes al viento...), especies resistentes a enfermedades y con pocos requerimientos de nutrientes, que no sean alergénicas ni tóxicas, resistentes a la contaminación urbana, que tengan un desarrollo radicular poco agresivo (para no dañar la impermeabilización ni otros elementos constructivos) y que no sean especies invasoras.



Cubierta de la Biblioteca Zona Nord.

a) *Suculentas*b) *Herbáceas perennifolias*c) *Vivaces y subarborescentes*d) *Arborescentes*e) *Árboles y palmeras*

Respondiendo al grosor del sustrato y a su mantenimiento, y de acuerdo a la NTJ 11C, los grupos de vegetación que se pueden plantar en una cubierta son los siguientes:

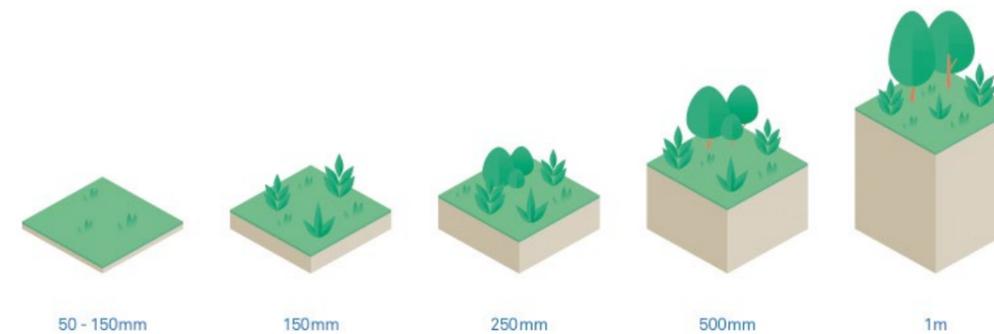
a) Suculentas (plantas que acumulan una gran cantidad de agua en las hojas o en los tallos y que ofrecen un aspecto carnoso, grueso y jugoso; lo son casi todas las cactáceas y crasuláceas).

b) Herbáceas perennifolias (plantas herbáceas perennes que conservan hojas verdes todo el año) y gramíneas.

c) Vivaces (plantas herbáceas perennes de las que las partes que viven sobre el suelo son anuales) y **subarborescentes** (vegetales parecidos a un arbusto o a una mata, generalmente de poca altura, que solo presentan lignificación en la base del tallo).

d) Arborescentes (vegetales leñosos, generalmente entre 1 y 5 m de altura, que se ramifican desde la base y no tienen un tronco único predominante).

e) Árboles (vegetales leñosos, generalmente con un tallo simple o tronco, a menudo nudoso en la base y con una capa diferenciada, que normalmente alcanzan una altura de 5 m en el estado adulto) y **palmeras**.



Evacuación de aguas en la cubierta

En una azotea es de vital importancia que haya un buen sistema de evacuación de las aguas para garantizar su salida en caso de lluvias torrenciales y no incrementar la carga en la azotea y evitar desbordamientos por la fachada. Los elementos que se encargan de llevar a cabo esta función en la cubierta son los siguientes:

- Imbornales
- Gárgolas
- Canales en el pavimento
- Canaleras de recogida de agua en cotas de pendiente más baja (en azoteas inclinadas)

Es necesario que la cantidad de elementos de desagüe esté calculada correctamente. Los parámetros que deben tenerse en cuenta para hacer un buen diseño son los siguientes:

- Saber cuál es, en el momento más desfavorable, la cantidad de precipitación máxima caída en el mínimo tiempo posible (se conoce a partir de datos históricos).
- Conocer la pendiente de la cubierta para determinar cuál es la velocidad que alcanzará el agua y saber qué cantidad de agua puede concentrarse en los elementos de evacuación.

- Dimensión, número y diámetro de los desagües necesarios después de analizar los puntos anteriores.

Los elementos de desagüe tienen que ser registrables, es decir, se debe poder acceder a ellos con facilidad para llevar a cabo una inspección visual y limpiarlos para evitar posibles atascos.

Es recomendable que haya una pendiente mínima de la cubierta de un 2 %, que permitirá que el agua circule correctamente, se dirija a los puntos de desagüe y no haya puntos de encharcamientos estacionales.

En las cubiertas verdes, los dispositivos de desagüe son más complejos, ya que incorporan los elementos de evacuación y los sistemas drenantes propios.

Este punto es favorable, ya que las cubiertas verdes absorben gran parte del agua de la lluvia en todas las capas (manta, lámina drenante, sustrato y vegetación) y sueltan la sobrante poco a poco. Eso hace que sean necesarios menos elementos de evacuación de agua o que sus dimensiones sean más pequeñas y, por lo tanto, que los costes de la red colectiva de evacuación de agua sean más bajos.

Pavimentos y paramentos en la cubierta

El recorrido, las zonas de estar, el acceso... son elementos que forman parte de la azotea viva. En la fase de planeamiento deben incluirse para integrarlos con el papel que tienen en el proyecto. En el caso de las cubiertas verdes, además, los caminos permiten hacer un mantenimiento correcto sin pisar excesivamente la vegetación.

Lo mismo ocurre con otros elementos y paramentos, como son las balizas de iluminación, las papeleras, las casetas para herramientas auxiliares... Debe planificarse cómo se tienen que instalar en la cubierta.

Deben tenerse en cuenta las consideraciones técnicas siguientes para su construcción:

- Que su cimentación o fijación en la cubierta no afecte a la circulación del agua, y que la conduzcan a los puntos

de desagüe con la pendiente mínima necesaria. La solución óptima es utilizar láminas drenantes, como subbases o encofrados perdidos (es un tipo de encofrado de obra que sirve para hacer bases o cementados de elementos, pero que no se retira, se queda en la obra). Las láminas drenantes pueden cumplir esta función y permitir que circule el agua por toda la cubierta, proporcionando protección a la membrana impermeabilizante y favoreciendo la correcta circulación del agua.

- Que su cimentación o fijación no dañe la impermeabilización para evitar posibles escapes de agua. Debe prestarse especial atención a los topes entre los materiales para garantizar la estanquidad.

- Que los elementos no sobrepasen los límites de peso de la cubierta.

Sistemas de riego

En las cubiertas verdes situadas en zonas mediterráneas es muy recomendable utilizar un sistema de riego automático, ya que en los meses de más calor suele haber una precipitación insuficiente para cubrir las necesidades hídricas de las plantas.

Como las cubiertas verdes están muy expuestas a la radiación solar y al viento, el tipo de riego más aconsejable es el riego localizado enterrado. Este sistema permite hacer una distribución del agua de manera controlada y, al estar enterrado, se reducen las pérdidas por evaporación. En las operaciones de mantenimiento, debe tenerse presente la localización de las cañerías para ir con cuidado y no dañarlas.

En caso de que se considere necesario utilizar riego por aspersión o difusión, hay que tener en cuenta la influencia del viento. La acción del viento puede provocar una distribución del agua heterogénea, con el consiguiente crecimiento irregular de la vegetación y las pérdidas de agua correspondientes. En el mercado hay fabricantes de riego que han desarrollado emisores de aspersión que trabajan a menos presión y tienen un grosor de gota más elevado y más pesado para intentar minimizar el efecto del viento.

Para hacer un buen diseño del sistema de riego y calcular el agua que necesitará la vegetación, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- La exposición a la radiación solar y a la temperatura.

- Las precipitaciones habituales.

- El tipo de vegetación que se plantará y conocer las diferencias hídricas entre ellas para sectorizarlas si es necesario.
- Cómo llega el agua a la cubierta (caudal, presión, calidad).

- El tipo de sustrato, el grosor de sustrato, la capacidad de retención de agua y de drenaje del sustrato.

- La superficie total que regar.

Con esta información y el asesoramiento de un profesional se puede proponer qué sistema de riego será más eficiente, así como cuál será la frecuencia de riego.

Es importante utilizar programadores automáticos para asegurar la aportación de agua. Asimismo, es muy recomendable utilizar sensores de lluvia o sensores

de humedad; de este modo, no se regará en caso de precipitaciones y se dotará a la planta del agua justa y necesaria.

Siempre que sea posible, convendría aprovechar el agua de la lluvia para el riego de la vegetación, así como instalar sistemas de depuración de aguas grises con el fin de recuperarlas para regar la cubierta.

En las tareas de mantenimiento previstas, habrá que incorporar una revisión y control del sistema de riego.

A pesar de que las cubiertas verdes del tipo ecológico o biodiverso tengan como objetivo funcionar autónomamente y de forma sostenible, es importante asegurar una implantación correcta de la vegetación. Por eso, se recomienda instalar un riego automático. Las dosis de riego irán disminuyendo hasta que la vegetación cubra toda la cubierta. En el caso de épocas de mucha sequía, siempre se pueden efectuar riegos de apoyo.

Mantenimiento

Para ser conscientes del coste que tendrá el mantenimiento de la azotea, es importante incorporar su estudio en la fase de proyecto. De esta manera, se puede decidir si la propuesta es viable o no.

En el apartado de mantenimiento de la cubierta deben definirse, por una parte, las tareas de mantenimiento y, por la otra, quién las llevará a cabo.

La tabla siguiente ilustra, a grandes rasgos, los diversos elementos que deben mantenerse, con las tareas asociadas y la frecuencia aconsejada.

Mantenimiento de una cubierta

Grupos de elementos	Tareas de mantenimiento	Frecuencia
Elementos constructivos: muros y límites perimetrales de la azotea, pavimentos, elementos arquitectónicos, impermeabilización	Inspección técnica visual Revisión de fijaciones Detección de posibles puntos conflictivos y conservación en buen estado de todos los elementos de obra Impermeabilización y arreglo, si procede	Dos o tres veces al año
Instalaciones: desagües, red de riego, iluminación, porteros automáticos, instalaciones diversas (antenas, aparatos de climatización, ventilación...)	Inspección técnica visual Control y limpieza de imbornales, gárgolas, canales, sistemas de ventilación, claraboyas... Inspección, regulación y limpieza de las instalaciones de riego Control y revisión de instalaciones de luz y otras instalaciones	Cada tres meses
Mobiliario y elementos auxiliares: mobiliario propiamente dicho, pérgolas ligeras, celosías, toldos, juegos infantiles...	Conservación de barnizados y pintura Revisión de fijaciones o anclajes Inspección técnica visual Limpieza	Una o dos veces al año
Vegetación: crasas, herbáceas, vivaces, arbustivas, arbóreas y palmáceas	Siegas o recortes Podas Eliminación de malas hierbas Reposiciones o resiembras Fertilización Control de afecciones	Según la vegetación, debe estudiarse en cada proyecto
Cubierta	Tareas de limpieza general: vaciado de papeleras, limpieza de pavimentos	Semanal

Debe preverse qué tareas deben llevar a cabo profesionales especializados, qué tareas se pueden externalizar y de cuáles pueden ocuparse los propios propietarios.

Resumen de datos para realizar el análisis técnico de la cubierta

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros necesarios para analizar las condiciones técnicas y ambientales del proyecto. Hay información que los mismos habitantes del inmueble pueden buscar en webs especializadas (datos de temperatura, precipitaciones...); hay otros datos que requerirán el estudio de varios profesionales.

36

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes

Datos necesarios para analizar el lugar

Información climatológica

Temperaturas máxima y mínima
Pluviometría anual
Variaciones de viento
Influencia de los factores climatológicos dependiendo de la altura del edificio

Condiciones ambientales locales

Posible riesgo de incendios
Contaminación atmosférica urbana
Análisis de la vegetación local
Riesgos en cuanto a efectos de plagas de la vegetación

Cargas estructurales

Máxima capacidad de carga de la cubierta
Estimación de cargas puntuales
Estimación de cargas fijas

Red de drenaje

Puntos de desagüe
Prevención para evitar atascos en caso de lluvias torrenciales

Superficie y forma de la azotea

Superficie útil
Espacio disponible para el desarrollo de la vegetación
Pendiente de la azotea
Recogida de agua y posibilidades de almacenamiento
Calidad de la obra existente: estado de la impermeabilización, muros, seguridad...

Accesos

Accesibilidad para las personas (personas mayores, gente en silla de ruedas...)
Acceso para elevar y subir materiales de obra, sustrato...
Acceso para el mantenimiento, fijaciones de seguridad, líneas de vida
Acceso de las instalaciones: puntos de agua, luz...

37

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes



5. QUÉ TIPO DE AZOTEA VIVA O CUBIERTA VERDE QUIERO

5.1 Por dónde empezar

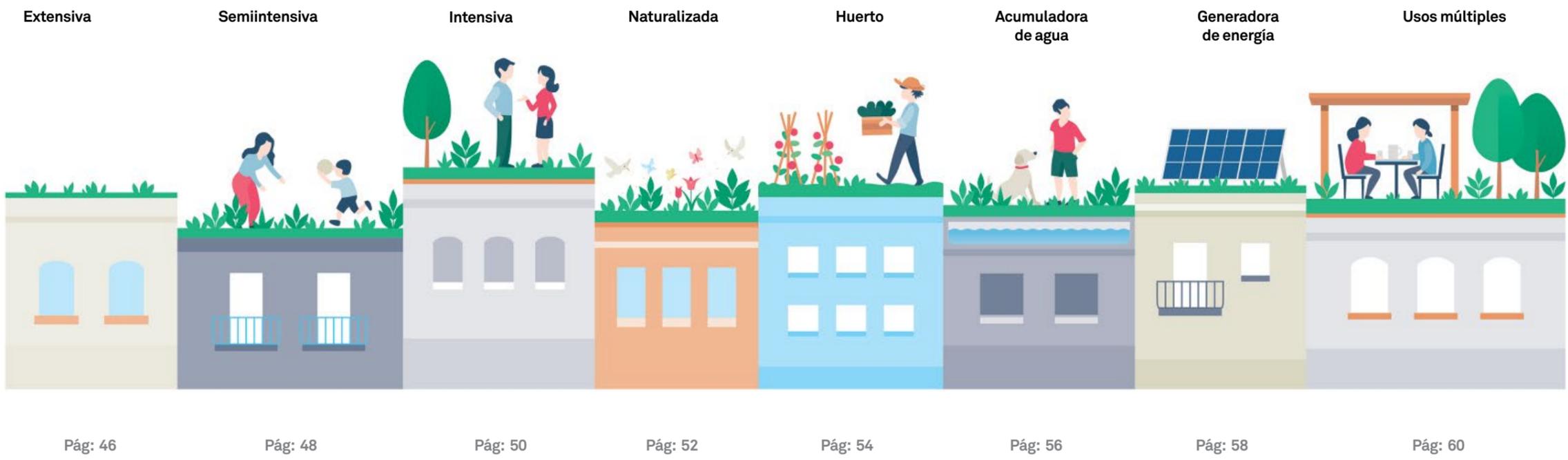
Saber qué se quiere conseguir, es decir, el objetivo de la renovación de la cubierta es fundamental, ya que influirá en el diseño, la construcción y el nivel de mantenimiento necesario. Por ejemplo, una cubierta verde diseñada con el propósito de incrementar el valor estético se podría centrar en el uso de especies de valor ornamental, más que en la tolerancia a la sequía y el bajo mantenimiento o el valor del hábitat. El mismo diseño quizás no se adecua a un usuario que quiere tener bajo mantenimiento, minimizar el agua de riego y promover la biodiversidad.

Para definirlo hay que tener en cuenta el uso que se hará de la cubierta, la vegetación que se quiere utilizar, el mantenimiento, el riego y el drenaje disponible, el presupuesto máximo, cuestiones de seguridad, la gestión del espacio... La consideración de estos temas es primordial para el éxito del diseño de una azotea viva o de una cubierta verde.

La tabla siguiente ilustra de manera sencilla las diferentes soluciones, o aspectos claves, que hay que tener en cuenta según los objetivos. Las soluciones se explican con más detalle en el **capítulo 5.2 “Tipos de cubiertas”**.

Quiero una cubierta...	Aspectos que hay que tener en cuenta	Tipo de cubierta
Para mejorar la biodiversidad	Incluir agrupaciones de vegetación autóctona; parte del sustrato debe proceder del hábitat que se quiere potenciar. Es recomendable utilizar elementos como rocas, troncos o cortezas para atraer la fauna.	CUBIERTA NATURALIZADA
Para ahorro energético, aislamiento térmico, aislamiento acústico	Aumentar la profundidad del sustrato, proporcionar riego, seleccionar especies vegetales frondosas para generar sombras en verano.	CUBIERTA SEMIINTENSIVA CUBIERTA INTENSIVA
Para producción de energía con paneles fotovoltaicos o placas ACS	Seleccionar vegetación que ofrezca una cobertura total a la superficie de la cubierta, proporcionar riego, concebir los elementos de fijación de las placas.	CUBIERTA GENERADORA DE ENERGÍA
Para almacenar agua y reducir el escape superficial	Aumentar la profundidad y la capacidad de retención de agua del sustrato, utilizar plantas con alta absorción de agua. Buscar sistemas constructivos de cubierta que puedan funcionar como aljibes.	CUBIERTA SEMIINTENSIVA CUBIERTA INTENSIVA CUBIERTA ACUMULADORA DE AGUA
Para uso recreativo (ocio, jardín, espacio para hacer actividades, zonas de descanso...)	Aumentar la capacidad de carga, garantizar el acceso de techo, utilizar sistemas de cubierta que puedan funcionar como encofrados perdidos y que sean la base para elementos arquitectónicos, mobiliario y otras instalaciones. Prever la iluminación y la red de agua potable y de riego. Concebir los perímetros y el acceso a la cubierta.	CUBIERTA INTENSIVA CUBIERTA MÚLTIPLE
Para hacer un huerto	Aumentar la capacidad de carga y la profundidad y el contenido orgánico del sustrato, asegurar una buena accesibilidad a la cubierta y proporcionarle riego.	CUBIERTA DE HUERTO
Para la mejora ambiental de la ciudad	Utilizar el máximo de superficie posible de la cubierta con cobertura vegetal.	CUBIERTA EXTENSIVA CUBIERTA SEMIINTENSIVA CUBIERTA INTENSIVA

Tipo de cubierta



5.2 Tipos de cubiertas

CUBIERTA EXTENSIVA



Es un sistema de cubierta vegetada ligera, implantada en un sustrato poco profundo y con contenido bajo en nutrientes. Incluye una vegetación con pocos requerimientos tanto con respecto al desarrollo como en cuanto al mantenimiento. Es practicable, siempre que se añada pavimento alternado con la vegetación, ya que tiene poca resistencia a la pisada.

OBJETIVOS

- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Mejora estética

COSTE ORIENTATIVO

Entre 70 y 90 €/m², aproximadamente. Incluye impermeabilización, sistema drenante, sustrato, vegetación y riego.

VEGETACIÓN

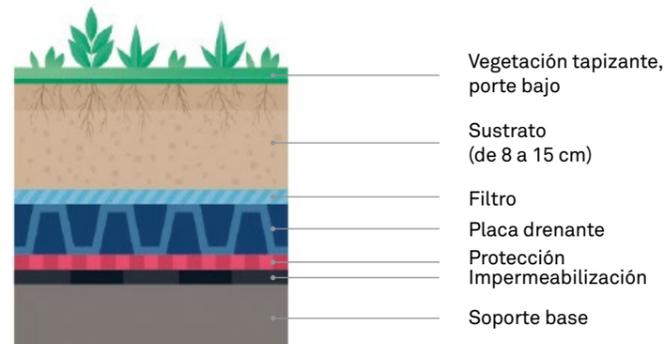
Plantas crasas (la gran mayoría del género *Sedum*), herbáceas perennifolias, gramíneas, bulbosas y vivaces.

SUSTRATO

Suele ser mineral y muy poroso. El grosor oscila entre los 8 y 15 cm. Para un clima mediterráneo, se aconseja no utilizar menos de 10 cm de sustrato.

PESO DE LA CUBIERTA

Entre 120 kg/m² y 225 kg/m².



MANTENIMIENTO

Bajo.

Se limita a conseguir una buena implantación de la vegetación: evitar la proliferación de hierbas no deseadas, controlar cuidadosamente la disponibilidad del agua en las plantas en las primeras fases de desarrollo, controlar y limpiar los imbornales o sistemas de desagüe para evitar obturaciones que desencadenen en una acumulación de agua no deseada en la cubierta.

RIEGO

Se recomiendan sistemas de riego por goteo.

Se requiere riego, sobre todo, durante la época de implantación y, a medida que las plantas se van desarrollando, se puede ir disminuyendo, hasta proporcionar solo riegos de auxilio en épocas de mucha sequía.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

A causa del poco grosor de sustrato que tienen y, por lo tanto, la exposición a condiciones extremas de la vegetación, las cubiertas son las que merecen más atención a la hora de construirlas correctamente.

Algunos de los parámetros más importantes que deben considerarse son asegurar una buena aeración en las raíces y garantizar un buen drenaje en toda la cubierta, lo que se puede lograr diseñando un mínimo de pendiente en la cubierta (a partir del 2 %) o, si no es posible, utilizando placas drenantes de más de 4 cm de altura, y aportando un sustrato muy poroso que proporcione la aeración y el drenaje necesarios.

En estas cubiertas es importante retener la máxima cantidad de agua posible, así que se aconseja emplear una manta de retención de agua y nutrientes, una placa drenante que también cumpla la función de almacenar agua, y que también aporte una cámara de aire, y un filtro que separe la placa drenante del sustrato para asegurar el mejor funcionamiento del drenaje.

COMBINACIONES POSIBLES

Este tipo se puede combinar con cubierta de usos múltiples, cubierta generadora de energía y cubierta con huerto.

CUBIERTA SEMIINTENSIVA



Es una cubierta verde de características entre una cubierta extensiva y una cubierta intensiva o jardín. Se suele colocar más sustrato que en las cubiertas extensivas y la vegetación que se utiliza tiene más requerimientos de mantenimiento que la de las extensivas. A pesar de ello, la idea de estas cubiertas es que sean cuanto más autónomas mejor, de manera que se suele plantar vegetación del tipo mediterráneo, bien adaptada a nuestra zona. Este tipo de cubierta permite disponer de un diseño más elaborado que las cubiertas extensivas, en las que se pueden llevar a cabo composiciones más estéticas: jugar con franjas cromáticas de vegetación, volúmenes, formas...

Son cubiertas en las que pueden transitar personas y, por lo tanto, son más fáciles de combinar con zonas de ocio.

OBJETIVOS

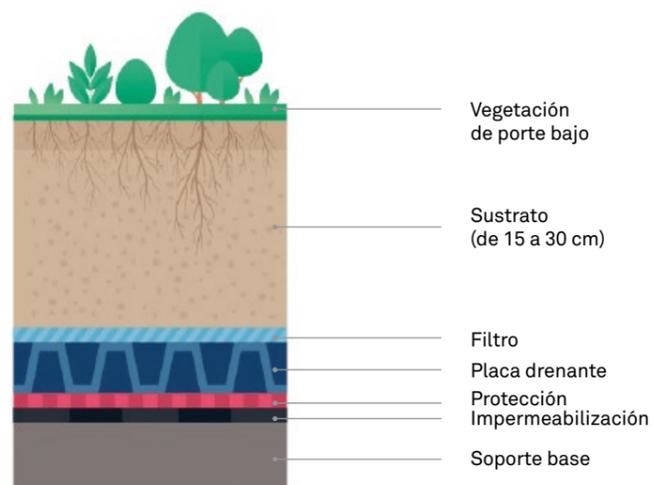
- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio y captadora de agua
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Mejora estética
- Uso recreativo, pueden transitar personas por ella y se le pueden incorporar espacios para ocio

COSTE ORIENTATIVO

Entre 90 y 130 €/m², aproximadamente. Incluye impermeabilización, sistema drenante, sustrato, vegetación y riego.

VEGETACIÓN

Plantas herbáceas, aromáticas, bulbosas, tapizantes y arbustivas de porte bajo.



SUSTRATO

Suele ser mineral y poroso. El grosor oscila entre los 15 y 30 cm. El porcentaje de materia orgánica es más elevado que en el sustrato para cubiertas extensivas.

MANTENIMIENTO

Moderado. Dependerá mucho del tipo de vegetación. El mantenimiento incluye el control de hierbas no deseadas y del sistema de riego. Incorporación puntual de fertilizantes, tareas puntuales de recorte y poda, control fitosanitario... También, como en todas las cubiertas, es importante llevar un control de los desagües para evitar obturaciones en el sistema de evacuación de aguas.

RIEGO

Es recomendable utilizar un sistema de riego por goteo. Estas cubiertas requieren muy poca agua. Cuando la vegetación ya se ha establecido, normalmente basta con regar dos veces al mes durante la primavera y el otoño, y una o dos veces a la semana en verano. En todo caso, eso dependerá de la ubicación de la cubierta, de las especies plantadas y de la climatología.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

En las cubiertas semiintensivas es importante, como en la cubierta extensiva, la retención de agua para minimizar la aportación de riego, así como garantizar aireación suficiente a las plantas. Por ello, se aconseja emplear una manta de retención de agua y nutrientes, una placa drenante que también cumpla la función de almacenar agua, a la vez que aporte una cámara de aire, y un filtro que separe la placa drenante del sustrato para garantizar el mejor funcionamiento del drenaje. Las placas drenantes son de mayor altura que en las cubiertas extensivas, casi 4 cm, por la diferencia de requerimientos entre la vegetación. Las cubiertas semiintensivas necesitan un mayor almacenamiento de agua y más espacio con aire.

COMBINACIONES POSIBLES

Este tipo se puede combinar con cubierta de usos múltiples, cubierta generadora de energía y cubierta con huerto.

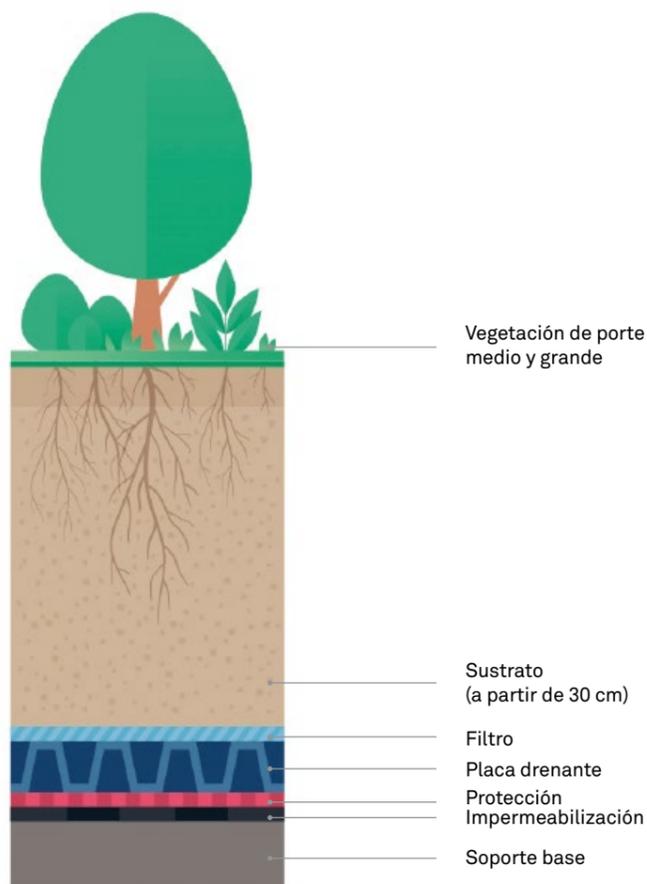
CUBIERTA INTENSIVA



48

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes



La cubierta verde intensiva, o cubierta jardín, es la que proporciona a los usuarios beneficios parecidos a los que ofrecería un jardín. Están diseñadas especialmente para uso recreativo y se pueden instalar elementos como iluminación, láminas de agua, cascadas, caminos para personas, pérgolas, juegos infantiles, diferentes pavimentos, mobiliario o vegetación de porte elevado (árboles, palmeras...).

OBJETIVOS

- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio y captadora de agua
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Mejora estética
- Uso recreativo, pueden transitar personas por ella y se le pueden incorporar espacios para ocio

COSTE ORIENTATIVO

A partir de 150 €/m².
Es difícil calcular un precio acotado, ya que dependerá del diseño y de los usos de la cubierta.

SUSTRATO

Tiene una parte mineral y porosa, y una parte importante de materia orgánica, ya que la vegetación tiene más requerimientos de nutrientes.

El grosor de sustrato oscila entre los 30 y los 100 cm.

VEGETACIÓN

Plantas herbáceas, aromáticas, bulbosas, tapizantes, arbustivas, arbóreas y palmáceas.

PESO DE LA CUBIERTA

A partir de 650 kg/m².

MANTENIMIENTO

Elevado.

Dependerá mucho del tipo de vegetación que se elija, pero, en general, requiere el mismo mantenimiento que un jardín intensivo.

El mantenimiento incluye el control de hierbas no deseadas y del sistema de riego, incorporación de fertilizante, tareas de recorte y poda, control y tratamiento fitosanitario, siega, limpieza de superficie, mantenimiento de mobiliario, pavimentos, estructuras, instalaciones de agua e iluminación.

También, como en todas las cubiertas, es importante llevar un control de los desagües para evitar obturaciones en el sistema de evacuación de aguas.

RIEGO

Es recomendable utilizar sistemas de riego por goteo enterrado, aunque, a veces, para zonas con césped, se utiliza riego por aspersión o difusión.

La aportación de agua dependerá mucho de la vegetación que se plante, de la ubicación de la cubierta y de la climatología.

Es interesante ubicar bocas de riego en la cubierta para facilitar el uso de una manguera que permita limpiar pavimentos, mobiliario y otras instalaciones con mayor facilidad.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

En las cubiertas intensivas, la manta de protección y retención de agua es más resistente que en los dos casos anteriores, ya que tiene que soportar más peso y la acción de las raíces de la vegetación es más agresiva. La lámina drenante debe ser de mayor altura para que haya más volumen de aire disponible para las raíces y no haya problemas de asfixia. Se suelen poner láminas de entre 4 y 6 cm de altura. El conjunto de estas dos capas más el grosor del sustrato tiene como consecuencia un mejor almacenamiento de agua en la cubierta.

COMBINACIONES POSIBLES

Esta cubierta se puede combinar con cubierta de usos múltiples, cubierta generadora de energía, cubierta con huerto y cubierta aljibe.

49

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes

CUBIERTA NATURALIZADA



Una cubierta naturalizada o biodiversa pertenece a la tipología extensiva o semiintensiva, pero diseñada específicamente para fomentar el hábitat de una flora y de una fauna concretas. Tiene como objetivo crear un hábitat con flora y fauna autóctonas. Estas cubiertas podrían servir como conectores de fauna entre diferentes espacios verdes.

OBJETIVOS

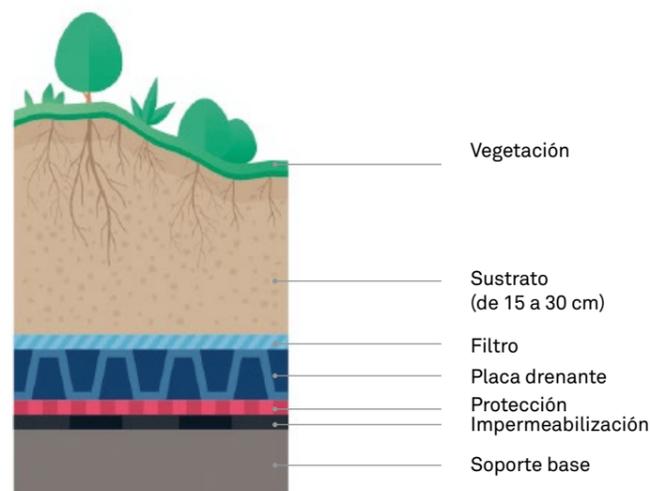
- Aumentar la biodiversidad
- Recuperación de hábitats dañados por la construcción
- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio y captadora de agua
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Mejora estética

COSTE ORIENTATIVO

Parecido al de las cubiertas extensivas o semiintensivas, entre 70 y 130 €/m².

VEGETACIÓN

Se suelen utilizar especies autóctonas, comunidades que forman parte de comunidades de vegetación local. Se puede llegar a sustituir alguna especie autóctona por alguna alóctona de características similares, con la que se consigue el mismo efecto de aumentar la biodiversidad faunística en la ciudad. Plantas herbáceas, aromáticas, bulbosas, tapizantes y arbustivas de porte bajo.



SUSTRATO

El sustrato que se suele utilizar tiene características intermedias entre el de cubierta extensiva y el de cubierta semiintensiva. Si es posible, se mezclará una parte del suelo natural de la zona con sustrato técnico de cubiertas extensivas. El grosor que se emplea oscila entre los 15 y 30 cm.

PESO DE LA CUBIERTA

El peso de la cubierta es de entre 200 kg/m² y 450 kg/m².

MANTENIMIENTO

Bajo.

Se limita a conseguir una buena implantación de la vegetación: control minucioso de la disponibilidad del agua en las plantas en las primeras fases de desarrollo. El control y la limpieza de los imbornales o sistemas de desagüe para evitar obturaciones que desencadenen una acumulación de agua no deseada en la cubierta.

RIEGO

Se recomiendan sistemas de riego por goteo.

Se necesita riego, sobre todo, durante la época de implantación y, a medida que las plantas se van desarrollando, se puede ir reduciendo y aportar solo riegos de auxilio en épocas de mucha sequía.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se pueden tener en cuenta las mismas consideraciones técnicas que en las cubiertas extensivas y semiintensivas.

Es interesante incorporar elementos diversos, como troncos, acolchado, piedras o ramas en descomposición, para favorecer que la fauna se instale.

COMBINACIONES POSIBLES

Este tipo se puede combinar con cubierta generadora de energía.

CUBIERTA HUERTO



Es una tipología especializada en la producción de alimentos. Se define como intensiva, ya que requiere una alta aportación de agua y nutrientes y un mantenimiento elevado.

Un huerto en la azotea se puede diseñar de diferentes formas en función de la superficie que ocupa en la cubierta.

Una opción sería dedicar toda la superficie a huerto (exceptuando los accesos, caminos, alguna zona de descanso o para dejar herramientas...), utilizando los sistemas constructivos de cubiertas intensivas. Otra podría ser destinar una zona de la cubierta a esta función utilizando jardineras o contenedores, y el resto, a otras finalidades.

En ambos casos, es necesario seguir las recomendaciones mencionadas en el punto de aspectos técnicos, y recalcar, en el caso de colocar tiestos o jardineras, la importancia de la impermeabilización antirraíces, aunque solo se trabaje en zonas puntuales de la cubierta con vegetación. Las raíces podrían atravesar el tiesto, el pavimento y llegar a la impermeabilización.

OBJETIVOS

- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio y captadora de agua
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Generar recursos y autoempleo
- Contribución a la seguridad alimentaria y nutricional
- Reciclar el compost
- Educación ambiental; se recupera el conocimiento agrícola
- Promover el trabajo colectivo, la participación y las relaciones intergeneracionales

COSTE ORIENTATIVO

A partir de 120 €/m², dependerá mucho del grosor de sustrato

VEGETACIÓN

Plantas hortícolas, aromáticas, medicinales y árboles frutales.

SUSTRATO

Tiene una parte mineral y porosa (que aporta aeración y buen drenaje) y una parte de materia orgánica para proporcionar a la vegetación los nutrientes necesarios para su buen desarrollo.

Es importante incorporar un sustrato técnico de cubierta.

Habrá que ir haciendo aportaciones de abono al sustrato para ir manteniendo la fertilidad a lo largo de los años.

El grosor de sustrato oscilará entre los 30 y 40 cm, y puede llegar a 60 cm en el caso de la plantación de árboles frutales.

MANTENIMIENTO

Elevado.

Las tareas que conlleva son las derivadas de cualquier actividad hortícola.

Incluye plantación, control de hierbas no deseadas, adaptación y control del sistema de riego, incorporación de fertilizante, abono orgánico, control y tratamiento fitosanitario, cavado y entrecavado, poda y recorte, recolección y limpieza de caminos.

También, como en todas las cubiertas, es importante llevar un control de los desagües para evitar obturaciones en el sistema de evacuación de aguas.

RIEGO

Es recomendable utilizar sistemas de riego por goteo soterrado para no dañarlos en las distintas operaciones que se hacen en el huerto e instalar bocas de riego.

También es importante diseñar un sistema que permita adaptar los goteros a diferentes distancias, ya que en un huerto hay sistemas de rotación que hacen que la distancia entre los goteros necesarios no siempre sea la misma.

La aportación de agua dependerá mucho de la vegetación que se plante, de la ubicación de la cubierta y de la climatología.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se utiliza el mismo esquema que en las cubiertas intensivas. Hay que diseñar el perímetro del huerto en relación con los caminos para salvar la diferencia de cota entre la zona con vegetación, que tendrá un mínimo de 30 cm, y la zona de camino, que puede tener una altura de 8 cm en total. En el diseño de un huerto urbano, es aconsejable pensar en espacios donde ubicar una caseta para herramientas y materiales, pensar en zonas con bancos para descansar, puntos de agua donde poder conectar una manguera, así como una zona donde poder elaborar compostaje.

COMBINACIONES POSIBLES

Este tipo se puede combinar con cubierta de usos múltiples, cubierta generadora de energía, cubierta semiintensiva y cubierta aljibe.



CUBIERTA ACUMULADORA DE AGUA



54

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes

La cubierta acumuladora de agua es la que está pensada para recoger el agua de lluvia y almacenarla para darle diferentes usos: riego para huertos urbanos o ajardinamientos en la cubierta, limpieza o descargas del inodoro. Este hecho representaría una reducción de la demanda de agua potable y, por lo tanto, una mejora en el autoabastecimiento de las ciudades.

Hay diferentes opciones para almacenar el agua de lluvia:

a) Depósito: el agua se recoge por medio de los imbornales y canales de desagüe, se filtra y se hace llegar a un depósito ubicado en la cubierta o en otro lugar (subterráneo), y de allí se redirige según el uso que se le dé.

b) Aljibe: se aprovecha toda la superficie de la cubierta como depósito para almacenar agua y de allí se hace pasar por un filtro y se redirige según el uso que se le dé.

En las dos opciones, el agua sobrante se vierte en el alcantarillado.

c) Cubierta ajardinada aljibe: consiste en una cubierta ajardinada (extensiva, semi-intensiva o intensiva), construida con un sistema drenante que permite tener un depósito de agua en toda la cubierta y que el agua, por capilaridad o mediante el bombeo en la red de riego, esté disponible para las plantas.

De esta manera, se consigue captar agua por medio de la misma cubierta verde (absorción de agua de la vegetación, sustrato y otras capas) y el almacenamiento de agua del aljibe. La cubierta verde funcionará como filtro.

d) Cubierta ajardinada aljibe y depósito: es la combinación de la primera y tercera opción, la cual permite que el agua excedente se vierta en un depósito de recogida de aguas.

Es una muy buena alternativa, ya que en nuestra climatología, con lluvias torrenciales y gran cantidad de precipitación puntual, permite recoger el máximo de agua posible.



COSTE ORIENTATIVO

El coste varía en función de las diferentes opciones, la superficie de cubierta, la cantidad de agua que se quiera recoger y el sistema de reutilización de esta agua que se quiera instalar.

COMBINACIONES POSIBLES

Este tipo se puede combinar con cubierta de usos múltiples, cubierta generadora de energía y cubierta con huerto.



Cubierta verde con aljibe. Fábrica del Sol, p.º Salvat Papasseit, 1



Detalle del aljibe

55

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes

CUBIERTA GENERADORA DE ENERGÍA



56

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes

La cubierta generadora de energía es la que está pensada para instalar aparatos que puedan generar energía eléctrica, ya sea solar fotovoltaica o solar térmica.

Las azoteas, por su ubicación, con muchas horas de radiación solar, son uno de los mejores sitios en los que se pueden colocar estas instalaciones. Hay dos opciones para instalar placas fotovoltaicas o placas de ACS (agua caliente sanitaria) en la cubierta.

a) Instalar las placas directamente sobre la superficie de la cubierta, sobre el pavimento existente y con la perforación inevitable de la impermeabilización (aumenta el riesgo de posibles goteras).

b) Instalar las placas sobre un elemento, tipo porche o pérgola, para duplicar la superficie útil en la cubierta (se suma un espacio de sombra a la cubierta para hacer actividades).

c) Instalar las placas sobre una cubierta verde extensiva. En este caso, no habrá que perforar la impermeabilización, ya que en el mercado se encuentran bases para las placas fotovoltaicas y de ACS que se lastran con el peso del sistema de cubierta verde.

Los paneles solares montados sobre una cubierta verde pueden producir hasta un 16 % más de energía, ya que las plantas actúan como sistema natural de enfriamiento para los paneles. La vegetación del techo, a través de la evaporación, reduce la temperatura del aire de los alrededores, y eso beneficia a los paneles solares y evita que su rendimiento disminuya si la temperatura ambiental supera los 25 °C.

Otra singularidad de esta alianza es que las cubiertas verdes ayudan a eliminar los contaminantes del aire, puesto que impiden que las partículas en suspensión se fijen en las células solares.

Además, facilitan el mantenimiento, ya que permiten que los paneles solares absorban más luz solar y generen más energía. Este fenómeno también es válido para las placas de ACS.



Edificio Mediativ. © Quico Domingo

57

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes





Las cubiertas de usos múltiples son las más habituales en el caso de las azoteas de comunidades de vecinos, pues, como se ha explicado en el apartado 5.1, “Aspectos sociales”, una azotea viva tendrá éxito si las actividades que se desarrollan en ella son el resultado de la suma de necesidades de todos los vecinos que viven en el edificio.

OBJETIVOS

- Mejora ambiental de la ciudad
- Ahorro energético del edificio y captadora de agua
- Reducción del coste del ciclo de vida del edificio
- Aislamiento acústico
- Mejora estética
- Uso recreativo, pueden transitar personas por ella y permite incorporar espacios para ocio, juegos infantiles o zonas de descanso
- Educación ambiental
- Promoción del trabajo colectivo, participación y relaciones intergeneracionales
- Producción de alimentos

DISEÑO

Desde el principio son necesarios una buena planificación y un buen diseño. Deben definirse los siguientes aspectos:

- a) Los usos, vinculados a los objetivos y las necesidades de los usuarios.
- b) El diseño estético o formal, para que el conjunto de la cubierta tenga una continuidad y una estética coherente que haga agradable la estancia. Se establecerá la relación entre las diferentes zonas de las cubiertas: recorridos o caminos, el acceso, las relaciones visuales entre las diferentes actividades que habrá (si se quiere relación visual o separación...). En definitiva, llevar a cabo el diseño paisajístico del espacio.

c) Los elementos constructivos que se quieren ubicar, los pavimentos, casetas auxiliares...

d) El diseño de las instalaciones, de agua, electricidad, recogida de aguas... Definir por dónde pasará cada grupo de instalaciones y hacer los registros necesarios.

e) La elección del sistema constructivo de cubierta: se escogerá la mejor manera de construir la cubierta para que incluya el resultado de los aspectos técnicos analizados, garantizar la estanquidad de la impermeabilización, el buen drenaje del agua, respetar la carga máxima que puede soportar la cubierta...

Hay que pensar si es mejor optar por un solo sistema constructivo o bien combinar dos o más.

f) Elegir la vegetación y agruparla según las necesidades hídricas, insolación, composición estética y necesidades funcionales.

g) Ubicar y seleccionar los elementos auxiliares: tipo de mobiliario, pérgolas, toldos, papeleras...

MANTENIMIENTO

El mantenimiento será elevado, moderado o bajo en función de los usos y el diseño. En cualquier caso, hay que llevar a cabo una planificación para cada uno de los puntos descritos en el apartado de mantenimiento.



C/ Pau Claris.



6. ¿CON QUIÉN HAY QUE CONTACTAR PARA CONSTRUIR LA CUBIERTA?

En la transformación de una azotea inerte en una azotea viva o una cubierta verde intervienen diferentes actores que hacen posible la rehabilitación.

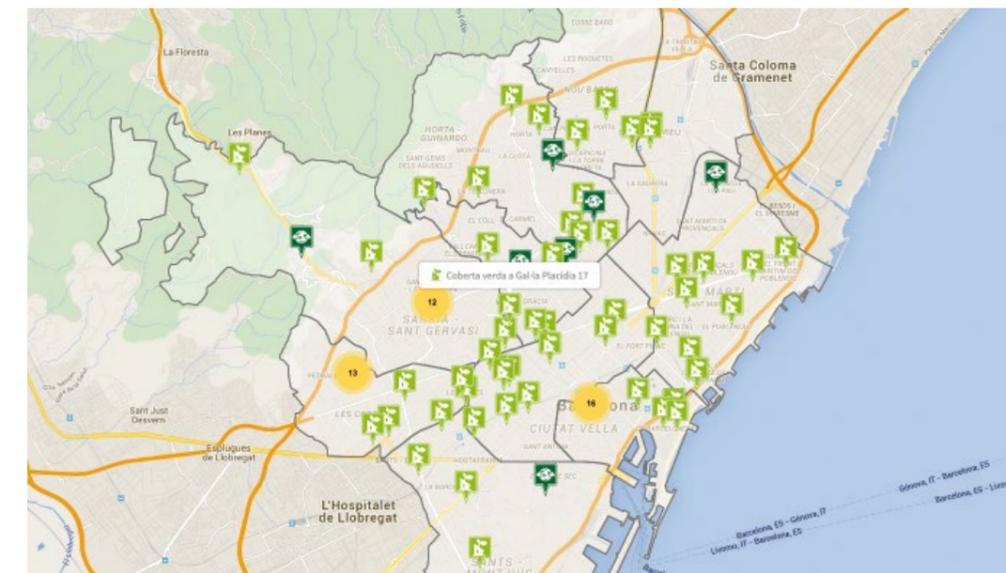
En este capítulo, se muestran los principales agentes que participan en el diseño y la construcción de una cubierta rehabilitada, así como el contacto de los diferentes colegios profesionales, asociaciones y enlaces relacionados con el tema.

Por otra parte, el Ayuntamiento de Barcelona ofrece asesoramiento en materia de rehabilitación de azoteas vivas y cubiertas verdes y sobre la tramitación de subvenciones a través del Instituto Municipal del Paisaje Urbano y la Calidad de Vida (IMPUCV), que dispone de una oficina especializada para dar apoyo a los profesionales, y por medio de una red de oficinas de Vivienda, una en cada distrito, donde se atiende a la ciudadanía y donde se informa de las diferentes campañas de ayudas a la rehabilitación en curso.

Para más información: www.ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana

Barcelona dispone del **Mapa Barcelona + Sostenible**, una herramienta que proporciona información práctica sobre los lugares de interés patrimonial ambiental, cultural y social, desde la óptica de la sostenibilidad y, al mismo tiempo, muestra experiencias, iniciativas y recursos existentes en la ciudad que contribuyen a la mejora del entorno urbano, a la construcción de una estructura social más equitativa e inclusiva y al enriquecimiento del tejido comunitario y vecinal.

El mapa se realiza de forma colaborativa entre ciudadanos, empresas, entidades y la Administración y permite, por ejemplo, buscar las cubiertas verdes que hay en la ciudad e introducir nuevas.



Participa: www.bcnostenible.cat

6.1 Profesionales

Implicados en la planificación y la gestión

Arquitecto o paisajista

- Diseña el proyecto, trabaja con el cliente o usuario y establece la distribución de espacios, vegetación, materiales, estética... Asimismo, define las partidas de obra y su planificación con la gestión de la obra y el mantenimiento futuro incluidos.
- Coordina y planifica la obra y los permisos de construcción
- Revisa el proceso e inspecciona la construcción.

Arquitecto técnico o ingeniero de estructuras

- Examina el edificio existente o el diseño propuesto para un edificio nuevo con el fin de determinar si los elementos estructurales son los más adecuados.
- Trabaja en coordinación con el arquitecto o el paisajista.

Facilitador o mediador de procesos participativos

- Proporciona herramientas para establecer un diálogo fluido entre las diferentes partes, tomar decisiones y favorecer acuerdos, con el objetivo de llegar a un consenso en el diseño de la azotea viva, resultado de la participación de los vecinos.

Administrador de fincas

- Da apoyo a la propiedad o comunidad de vecinos en los procesos relacionados con actuaciones en los inmuebles (obras, mantenimientos, impuestos, subvenciones...).
- Muchas veces es el interlocutor entre propietarios e inquilinos.
- Asesora en todos los procesos a las juntas de las comunidades de propietarios.

Implicados en la construcción de la cubierta

Empresas de construcción

- Construyen el edificio o instalan el refuerzo estructural necesario para soportar los nuevos usos de la azotea viva o de la cubierta verde.
- Instalan elementos de obra incorporados en el proyecto: pavimentos, muros, fijación de mobiliario.

Empresas de impermeabilización o de aislamientos

- Impermeabilizan la cubierta y asesoran al arquitecto en los acabados y sobre cómo llevar a cabo las uniones entre elementos de obra y la impermeabilización.
- Ofrecen garantía de estanquidad.
- Instalan aislantes acústicos o térmicos.

Empresas de jardinería especializadas en cubiertas verdes

- Construyen el proyecto paisajístico.
- Diseñan e instalan el sistema de riego.
- Proporcionan asesoramiento sobre el sustrato adecuado.
- Recomiendan la vegetación más adecuada para la cubierta.
- Proporcionan asesoramiento sobre sistemas de cubiertas verdes al arquitecto.
- Suministran e instalan todos los elementos de la cubierta verde: manta de protección y retención, lámina drenante, filtros, sustrato y vegetación.
- Asesoran sobre el mantenimiento y la gestión a largo plazo.

Empresas de instalación de alumbrado

- Asesoran al arquitecto en el diseño de la iluminación.
- Instalan la red eléctrica y el alumbrado.

Empresas instaladoras de energías renovables

- Diseñan y calculan las instalaciones de energías renovables, solar, térmica o aerogeneradores.
- Se encargan de la instalación de los diversos elementos.

Proveedores y fabricantes de materiales específicos de cubiertas verdes

- Asesoran al arquitecto o al paisajista y a los jardineros.
- Investigan sistemas de cubiertas verdes eficientes en nuestro clima.
- Suministran el material necesario para llevar a cabo la cubierta.

Proveedores y fabricantes de materiales específicos de impermeabilización

- Asesoran al arquitecto o al paisajista y a los impermeabilizadores
- Suministran el material necesario para llevar a cabo la cubierta.

Viveristas productores de vegetación para cubiertas verdes

- Investigan la vegetación adaptada a nuestra climatología y que se adapte bien a las cubiertas verdes.
- Producen la vegetación en el formato óptimo para plantarla en cubiertas vegetales.
- Informan y aconsejan a los jardineros.

Implicados en el mantenimiento

Empresas de jardinería y limpieza

- Se ocupan de la limpieza de la azotea, así como de las tareas de mantenimiento relacionadas con la vegetación, el sistema de riego y la red de evacuación de aguas.

Empresas de energías renovables

- Se encargan del mantenimiento de las placas solares o ACS, de acuerdo con la legislación vigente y las necesidades del edificio.

Empresas de instalaciones

- Hacen el mantenimiento de las instalaciones, de acuerdo con la legislación vigente y las necesidades del edificio.

Administradores de fincas

- Supervisan el mantenimiento de los contratistas.
- Negocian y gestionan los acuerdos contractuales.

Comunidades de propietarios

- Negocian y gestionan los acuerdos contractuales.
- Asignan presupuesto y recursos para actividades de mantenimiento.

Enlaces de interés

Asociación Española de Cubiertas Verdes (Asescuve). www.asescuve.org

Asociación Española de Paisajistas (AEP). www.aepaisajistas.org

Colegio de Administradores de Fincas de Barcelona-Lérida (CAFBL). www.cafbl.cat

Colegio de Ambientólogos de Cataluña (COAMB). www.coamb.cat

Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Barcelona (CAATEEB). www.apabcn.cat

Colegio de Arquitectos de Cataluña (COAC). www.arquitectes.cat

Colegio de Biólogos de Cataluña. www.cbiolegs.cat

Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Cataluña. www.agronoms.org

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Cataluña.

www.agricoles.org

Fundación de la Jardinería y el Paisaje. www.fjip-ntj.org



7. ANEXOS

7.1 Vegetación

Especies recomendadas para cubiertas verdes extensivas, extraído de la NTJ (Normas tecnológicas de jardinería) 11C.

Ajardinamientos especiales. Cubiertas verdes. Fundación de la Jardinería y el Paisaje.

CLAVES

(1) **Nombre científico:** nomenclatura según el Index of Garden Plants (The New Royal Horticultural Society Dictionary).

(2) **Grupo:** hc = herbácea cespitosa; hp = herbácea perennifolia; ps = planta suculenta; pv = planta vivaz; sa = subarbusto o mata.

(3) **Región climática:** AT = atlántico; MC = mediterráneo continental; ML = mediterráneo litoral; SA = subalpino.

(4) **Exposición a la luz solar:** ○ = pleno sol; ⊙ = media sombra; ● = sombra total.

Nombre científico (1)	Sinónimos	Familia	Grupo (2)	Altura (cm)	Región climática (3)	Exposición a la luz solar (4)
<i>Aeonium canariense</i>		Crassulaceae	ps	20-35	ML	○
<i>Aeonium sedifolium</i>		Crassulaceae	ps	15-40	ML	○
<i>Aethionema grandiflorum</i>		Brassicaceae	sa	15-30	AT, MC, ML	○
<i>Ajania pacifica</i>	<i>Chrysanthemum pacificum</i> , <i>Dendranthema pacificum</i>	Asteraceae	sa	30-40	AT, MC, ML	○
<i>Allium sphaerocephalon</i>		Liliaceae	pv	30-80	AT, MC, ML, SA	○
<i>Aloe saponaria</i>		Aloaceae	ps	40-70	ML	○
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>		Liliaceae	hc	10-40	AT, MC, ML	○
<i>Aptenia cordifolia</i>		Aizoaceae	ps	5	ML	○⊙
<i>Arenaria balearica</i>		Caryophyllaceae	hp	1-10	AT, ML	⊙
<i>Argyrobium zanonii</i>		Fabaceae	sa	10-30	AT, MC, ML	○
<i>Asparagus densiflorus</i>	<i>A. sprengeri</i>	Liliaceae	hp	40-60	AT, ML	○⊙
<i>Aster sedifolius</i>		Asteraceae	pv	20-50	AT, MC, ML, SA	⊙
<i>Asteriscus maritimus</i>		Asteraceae	sa	10-40	ML	○
<i>Astragalus massiliensis</i>	<i>A. tragacantha</i>	Fabaceae	sa	10-30	ML	○
<i>Ballota pseudodictamnus</i>		Lamiaceae	sa	30-50	AT, MC, ML	○
<i>Brachypodium phoenicoides</i>		Poaceae	hc	30-80	MC, ML	○
<i>Brachypodium retusum</i>		Poaceae	hc	20-60	MC, ML	○
<i>Brachyscome multifida</i>		Asteraceae	hp	15-30	ML	○
<i>Camphorosma monspeliaca</i>		Chenopodiaceae	sa	10-60	MC, ML	○
<i>Capparis spinosa</i>		Capparaceae	sa	30-50	ML	○
<i>Carpobrotus acinaciformis</i>		Aizoaceae	ps	10-20	ML	○
<i>Carpobrotus edulis</i>		Aizoaceae	ps	10-20	ML	○
<i>Centaurea cineraria</i>	<i>C. candidissima</i>	Asteraceae	hp	30-80	AT, MC, ML	○
<i>Centranthus ruber</i>		Valerianaceae	hp/pv	-60	AT, MC, ML	○⊙
<i>Cephalophyllum alstonii</i>		Aizoaceae	ps	7-12	ML	○
<i>Cineraria saxifraga</i>	<i>Senecio saxifraga</i>	Asteraceae	hp	20-30	ML	○⊙
<i>Cistus salviifolius</i>		Cistaceae	sa	20-70	AT, MC, ML	○⊙
<i>Convolvulus cneorum</i>		Convolvulaceae	sa	10-60	AT, MC, ML	○
<i>Convolvulus sabatius</i>	<i>C. mauritanicus</i>	Convolvulaceae	hp	10-15	AT, MC, ML	○
<i>Coris monspeliensis</i>		Primulaceae	sa	10-35	MC, ML	○

Nombre científico (1)	Sinónimos	Familia	Grupo (2)	Altura (cm)	Región climática (3)	Exposición a la luz solar (4)
<i>Coronilla minima</i>		Fabaceae	sa	10-50	AT, MC, ML	○
<i>Cotyledon tomentosa</i>		Crassulaceae	ps	30-50	ML	○
<i>Crassula lactea</i>		Crassulaceae	ps	15-30	ML	○
<i>Crassula marnieriana</i>		Crassulaceae	ps	-50	ML	○
<i>Crassula multicava</i>		Crassulaceae	ps	15-40	ML	○⊙
<i>Crassula muscosa</i>	<i>C. lycopodioides</i>	Crassulaceae	ps	10-50	ML	○⊙
<i>Crassula radicans</i>		Crassulaceae	ps	5-15	ML	○
<i>Cyanotis somaliensis</i>		Commelinaceae	hp	15-20	ML	○
<i>Delosperma cooperi</i>		Aizoaceae	ps	5-10	AT, MC, ML	○
<i>Delosperma lineare</i>		Aizoaceae	ps	5-18	ML	○
<i>Dicliptera suberecta</i>	<i>Jacobinia suberecta</i>	Acanthaceae	hp	40-60	AT, ML	○⊙
<i>Disphyma crassifolium</i>		Aizoaceae	ps	5-10	ML	○
<i>Dorycnium hirsutum</i>	<i>Lotus hirsutus</i>	Fabaceae	sa	20-60	MC, ML	○
<i>Drosanthemum floribundum</i>		Aizoaceae	ps	10-15	ML	○
<i>Drosanthemum hispidum</i>		Aizoaceae	ps	15-20	ML	○
<i>Echeveria elegans</i>		Crassulaceae	ps	3-5	ML	○⊙
<i>Einadia nutans</i>	<i>Rhagodia nutans</i>	Chenopodiaceae	hp	5-25	ML	○⊙
<i>Erigeron karvinskianus</i>		Asteraceae	hp	15-30	AT, MC, ML	○⊙
<i>Euphorbia resinifera</i>		Euphorbiaceae	ps	40-60	ML	○⊙
<i>Faucaria trigrina</i>		Aizoaceae	ps	10-15	ML	○⊙
<i>Felicia amelloides</i>		Asteraceae	sa	30-60	AT, ML	○⊙
<i>Fenestraria rhopalophylla</i>		Aizoaceae	ps	5	ML	○
<i>Festuca glauca</i>		Poaceae	hc	15-45	AT, MC, ML, SA	○
<i>Frankenia laevis</i>		Frankeniaceae	sa	5-15	AT, MC, ML	○
<i>Frankenia thymifolia</i>		Frankeniaceae	sa	5-30	MC, ML	○
<i>Gasteria acinacifolia</i>		Aloaceae	ps	-35	ML	○⊙
<i>Gazania rigens</i>		Asteraceae	hp	-30	AT, ML	○
<i>Glottiphyllum linguiforme</i>		Aizoaceae	ps	5-10	ML	○
<i>Graptopetalum paraguayense</i>		Crassulaceae	ps	20-30	ML	○⊙
<i>Halimione portulacoides</i>	<i>Atriplex portulacoides</i>	Chenopodiaceae	sa	20-80	AT, ML	○
<i>Haworthia fasciata</i>		Aloaceae	ps	5-15	ML	⊙
<i>Helianthemum apenninum</i>		Cistaceae	sa	10-50	AT, MC, ML, SA	○
<i>Helichrysum petiolare</i>	<i>H. petiolatum</i>	Asteraceae	sa	40-60	AT, ML	○
<i>Helichrysum rupestre</i>		Asteraceae	sa	10-60	ML	○
<i>Helichrysum stoechas</i>		Asteraceae	sa	10-50	AT, MC, ML	○
<i>Heliotropium amplexicaule</i>	<i>H. anchusifolium</i>	Boraginaceae	pv	10-30	ML	○
<i>Hippocrepis balearica</i>		Fabaceae	sa	20-50	ML	○
<i>Hippocrepis comosa</i>		Fabaceae	sa	10-40	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Hypericum ericoides</i>		Clusiaceae	sa	5-40	ML	○
<i>Hypericum olympicum</i>	<i>H. polyphyllum</i>	Clusiaceae	sa	10-25	AT, MC, ML, SA	○
<i>Iberis semperflorens</i>		Brassicaceae	sa	30-50	AT, MC, ML	○
<i>Isotoma axillaris</i>	<i>Solenopsis axillaris</i>	Campanulaceae	hp	30-35	ML	○
<i>Jovibarba hirta</i>	<i>Sempervivum hirtum</i>	Crassulaceae	ps	2-5	AT, MC, ML	○
<i>Kalanchoe delagonensis</i>	<i>K. tubiflora</i>	Crassulaceae	ps	30-80	ML	○
<i>Kalanchoe fedtschenkoi</i>		Crassulaceae	ps	20-50	ML	○
<i>Kalanchoe tomentosa</i>		Crassulaceae	ps	-50	ML	○
<i>Lampranthus aurantiacus</i>		Aizoaceae	ps	-50	ML	○
<i>Lampranthus blandus</i>		Aizoaceae	ps	25	ML	○

Nombre científico (1)	Sinónimos	Familia	Grupo (2)	Altura (cm)	Región climática (3)	Exposición a la luz solar (4)
<i>Lampranthus deltoides</i>	<i>Oscularia deltoides</i>	Aizoaceae	ps	5-35	ML	○
<i>Lampranthus spectabilis</i>		Aizoaceae	ps	25-30	ML	○
<i>Limonium caesium</i>		Plumbaginaceae	hp	20-60	MC, ML	○
<i>Limonium pectinatum</i>		Plumbaginaceae	sa	30-50	ML	○
<i>Linum suffruticosum</i>	<i>L. tenuifolium</i> ssp. <i>suffruticosum</i>	Linaceae	sa	5-50	MC, ML	○
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Alyssum maritimum</i>	Brassicaceae	pv	5-40	AT, MC, ML	○
<i>Lotus berthelotii</i>	<i>L. peliorhynchus</i>	Fabaceae	sa	10-30	ML	○
<i>Lotus creticus</i>		Fabaceae	sa	30-60	ML	○
<i>Lotus cytisoides</i>	<i>L. creticus</i> ssp. <i>cytisoides</i>	Fabaceae	sa	10-50	ML	○
<i>Lotus sessilifolius</i>		Fabaceae	sa	5-10	ML	○
<i>Lygeum spartum</i>		Poaceae	hc	40-70	MC, ML	○
<i>Medicago marina</i>		Fabaceae	hp	20-50	AT, ML	○
<i>Micromeria juliana</i>		Lamiaceae	sa	10-40	AT, MC, ML	○⊙
<i>Oenothera macrocarpa</i>	<i>O. missouriensis</i>	Onagraceae	hp/pv	15-20	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Ononis natrix</i>		Fabaceae	sa	15-50	AT, MC, ML	○
<i>Opuntia compressa</i>	<i>O. humifusa</i>	Cactaceae	ps	10-30	MC, ML	○
<i>Osteospermum barberiae</i>		Asteraceae	hp	10-50	AT, ML	○
<i>Osteospermum fruticosum</i>		Asteraceae	sa	30-60	AT, ML	○
<i>Otanthus maritimus</i>	<i>Diotis maritima</i>	Asteraceae	hp	-50	AT, ML	○
<i>Othonna cheirifolia</i>	<i>Othonnopsis cheirifolia</i>	Asteraceae	sa	25-40	AT, ML	○
<i>Pachyphytum oviferum</i>		Crassulaceae	ps	10-12	ML	○
<i>Paronychia argentea</i>		Caryophyllaceae	hp	10-30	AT, MC, ML	○
<i>Pelargonium x fragrans</i>		Geraniaceae	sa	20-45	ML	○
<i>Pelargonium peltatum</i>		Geraniaceae	sa	15-40	AT, ML	○
<i>Petrorhagia saxifraga</i>		Caryophyllaceae	hp	10-20	AT, ML, SA	○
<i>Phagnalon saxatile</i>		Asteraceae	sa	10-40	AT, MC, ML	○
<i>Phlomis italica</i>		Lamiaceae	sa	20-60	ML	○
<i>Phlomis lychnitis</i>		Lamiaceae	sa	20-50	AT, MC, ML	○
<i>Phyla nodiflora</i>	<i>Lippia nodiflora</i>	Verbenaceae	hp	3-15	ML	○⊙
<i>Plantago albicans</i>		Plantaginaceae	hp	10-40	MC, ML	○
<i>Polygonum capitatum</i>	<i>Persicaria capitata</i>	Polygonaceae	hp/pv	7-10	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Putoria calabrica</i>		Rubiaceae	sa	8-20	ML	○
<i>Rhodanthemum hosmariense</i>	<i>Leucanthemum hosmariense</i>	Asteraceae	sa	10-30	ML	○
<i>Rhombophyllum rhomboideum</i>		Aizoaceae	ps	5	ML	○
<i>Rosularia aizoon</i>	<i>R. pallida</i>	Crassulaceae	ps	10-15	AT, MC, ML	○
<i>Ruschia prostrata</i>		Aizoaceae	ps	5-7	ML	○
<i>Ruschia tumidula</i>		Aizoaceae	ps	-60	ML	○
<i>Salvia lavandulifolia</i>	<i>S. officinalis</i> ssp. <i>lavandulifolia</i>	Lamiaceae	sa	20-50	AT, MC, ML	○⊙
<i>Santolina chamaecyparissus</i>		Asteraceae	sa	10-50	AT, MC, ML	○
<i>Satureja montana</i>		Lamiaceae	sa	10-40	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Scabiosa farinosa</i>		Dipsacaceae	sa	30-50	ML	○⊙
<i>Scutellaria orientalis</i>		Lamiaceae	sa	7-25	AT, MC, ML	○
<i>Sedum album</i>		Crassulaceae	ps	5-10	AT, MC, ML, SA	○
<i>Sedum dasyphyllum</i>		Crassulaceae	ps	2-5	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Sedum floriferum</i>		Crassulaceae	ps	10-15	AT, MC, ML	○
<i>Sedum forsterianum</i>		Crassulaceae	ps	10-30	AT, MC, ML	○

Nombre científico (1)	Sinónimos	Familia	Grupo (2)	Altura (cm)	Región climática (3)	Exposición a la luz solar (4)
<i>Sedum hybridum</i>		Crassulaceae	ps	5-10	AT, MC, ML	○
<i>Sedum lydium</i>		Crassulaceae	ps	3-10	AT, MC, ML	○
<i>Sedum nussbaumerianum</i>		Crassulaceae	ps	-15	ML	○
<i>Sedum oreganum</i>		Crassulaceae	ps	-15	AT, MC, ML, SA	○
<i>Sedum pachyphyllum</i>		Crassulaceae	ps	20-30	AT, ML	○
<i>Sedum palmeri</i>		Crassulaceae	ps	10-20	AT, MC, ML	○⊙
<i>Sedum praealtum</i>		Crassulaceae	ps	30-60	AT, MC, ML	○
<i>Sedum rubrotinctum</i>		Crassulaceae	ps	15-25	ML	○
<i>Sedum rupestre</i>	<i>S. reflexum</i>	Crassulaceae	ps	10-30	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Sedum sediforme</i>		Crassulaceae	ps	15-60	AT, MC, ML	○
<i>Sedum sexangulare</i>		Crassulaceae	ps	5-10	AT, MC, ML	○
<i>Sedum spathulifolium</i>		Crassulaceae	ps	5-10	AT, MC, ML	○
<i>Sedum spectabile</i>	<i>Hylotelephium spectabile</i>	Crassulaceae	ps/pv	30-40	AT, MC, SA	○
<i>Sedum spurium</i>		Crassulaceae	ps/pv	5-15	AT, MC, ML	○
<i>Sempervivum tectorum</i>		Crassulaceae	ps	10-15	AT, MC, ML, SA	○
<i>Senecio mandraliscae</i>	<i>Kleinia mandraliscae</i>	Asteraceae	ps	15-30	ML	○
<i>Senecio mauritianus</i>		Asteraceae	sa	25-40	AT, ML	⊙
<i>Senecio rowleyanus</i>		Asteraceae	ps	5-20	ML	○
<i>Senecio viravira</i>	<i>S. leucostachys</i>	Asteraceae	sa	30-60	AT, ML	○
<i>Sideritis hirsuta</i>		Lamiaceae	sa	10-50	AT, MC, ML	○⊙
<i>Staehelina dubia</i>		Asteraceae	sa	10-40	MC, ML	○
<i>Tanacetum ptarmiciflorum</i>		Asteraceae	sa	40-60	AT, ML	○
<i>Teucrium chamaedrys</i>		Lamiaceae	sa	10-20	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Teucrium polium</i>		Lamiaceae	sa	10-45	AT, MC, ML	○
<i>Thymus x citriodorus</i>		Lamiaceae	sa	25-35	AT, MC, ML	○
<i>Thymus pseudolanuginosus</i>		Lamiaceae	sa	3-5	AT, MC, ML, SA	○⊙
<i>Thymus vulgaris</i>		Lamiaceae	sa	15-30	AT, MC, ML	○
<i>Thymus zygis</i>		Lamiaceae	sa	10-30	MC, ML	○
<i>Verbena peruviana</i>		Verbenaceae	hp	7-15	AT, ML	○
<i>Verbena tenera</i>		Verbenaceae	hp	8-20	AT, ML	○⊙
<i>Zephyranthes grandiflora</i>		Amaryllidaceae	pv	5-30	AT, ML	○⊙

72

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes

73

Ecología Urbana

Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes

8. BIBLIOGRAFÍA

Libros

BORJA, Jordi, MUXÍ, Zaida, **L'espai públic: ciutat i ciutadania**, Barcelona: Diputació de Barcelona, Àrea de Cooperació, Oficina Tècnica de Cooperació, 2001.

DELGADO, Manuel, JUAN, Anna, PIRANELLI, Marco, **Terrats de Barcelona. Entre el cel i la terra**, Barcelona: Instituto Municipal del Paisaje Urbano y la Calidad de Vida (IMPUCV), 2012.

GEHL, Jan, **La humanización del espacio urbano**, Barcelona: Reverté, 2006.

MARTÍNEZ, Andrés, **Habitar la cubierta**, Barcelona: Gustavo Gili, 2005.

Artículos

DREY, Sabine, “Nuevos mundos sobre cubiertas existentes: ejemplos de compactación urbana”, publicado en *Detail*, n.º 8: Cubiertas, 2011, pp. 808-814.

ENCAJES URBANOS, “Azoteas colectivas: reactivando espacios en desuso”, publicado en *Paisea* núm. 25, *La Cubierta Vegetal*, pp. 100-105.

SOLÀ-MORALES, Manuel, “Espacios públicos / Espacios colectivos”, publicado en *La Vanguardia*, 12-5-1992.

Tesis y trabajos

BCN ECOLOGIA, **Cobertes i murs verds a Barcelona. Estudi sobre les existents, el potencial i les estratègies d'implantació**, 2010.

ESPINET, UBACH arquitectes. **Habitar el terrat. Programa d'ús col·lectiu dels terrats de Barcelona i aplicació a l'illa CLIP**, 2012.

MILÀ, Marta. **De dalt estant. Recuperació de terrats com espai col·lectiu habitat**. Tesina del máster Laboratorio de la Vivienda en el Siglo XXI, 2014.

FOLCH, Ramón. **Rehabilitació arquitectònica i rescat socio-ambiental dels terrats i celoberts de Barcelona**. Sesión plenaria del Consejo Consultivo de Hábitat Urbano de Barcelona, 22 de julio de 2014.

Guías de cubiertas verdes

Alemania. **Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof sites**.

Londres. **Living Roofs and Walls**.

Melbourne. **Growing Green Guide**.

New York. **DDC Cool & Green Roof manual**.

Singapur. **A Concise Guide to Safe Practices for Rooftop Greenery**.

Sydney. **Green roof resource manual**.

Tokio. **Heat Island Measures Guideline, Green Wall Guideline**.

Toronto. **Guidelines for Biodiverse Green Roofs**

Normativa

FLL, “**Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing-Green Roofing Guidelines**”, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), 2008.

NTJ 11C, **Ajardinamientos especiales. Cubiertas verdes**, enero del 2012. Fundación de la Jardinería y el Paisaje.



Edita

Àrea de Ecologia Urbana. Ajuntament de Barcelona. Diciembre del 2015

Redacci3n

Elisabeth Contreras e Isabel Castillo
(Asescuve, Asociaci3n Espa1ola de Cubiertas Verdes)

Coordinaci3n t3cnica

Margarita Par3s y Coloma Rull

Coordinaci3n editorial

Lis Franc3s

Dise1o gr1fico y maquetaci3n

Knock Brand Design

Traducci3n versi3n castellana

Linguaserve I.S. SA

Maquetaci3n de la versi3n castellana

Endoradisseny

Ilustraciones

Merc3 Iglesias

Agradecimientos

El contenido de la gu3a para impulsar las azoteas vivas y las cubiertas verdes ha sido el fruto de un trabajo en el que han participado Octavi Borrue1, Gabino Carballo, Cristina Castells, Ariadna de Miquel, Sonia Frias, Nuria Garc3a, Tom1s Gea, Xavier Hern1ndez, Rosa L3pez, Xavier Olivella, Montse Rivero, Jordi Ribas, H3ctor Rodal y Sara Udina.

Tambi3n queremos agradecer la colaboraci3n a la Fundaci3n de la Jardiner3a y el Paisaje, a "Terrats en cultura", a la Agencia de Ecologia Urbana de Barcelona, a la Escuela Nostra Senyora de Lurdes de Barcelona, a Pich i Aguilera y a Batlle i Roig Arquitectes.



BCN
Guía de azoteas vivas
y cubiertas verdes

