

Especificaciones sobre las acciones que afectan a la estructura.

El diseño de la estructura de una cubierta verde tiene que cumplirlos criterios de diseño estructurales relevantes desritos en:

- **UNE-EN 1990:2003** Eurocódigos.
- **UNE-EN 1991** Eurocódigo 1: Acciones en estructuras

Viento

-Efecto succión: los materiales de la cubierta verde no se fijan mecánicamente y algunos se utilizan como lastre (sustrato).

-Hay que prevenir el efecto succión causado por el viento. Se debe incluir el peso suficiente para evitar esta succión y para calcularlo, debemos tener en cuenta los pesos en seco de los materiales que componen la solución de cubierta.

Cargas

-Hay que conocer la limitación de carga de la estructura y se deben considerar como cargas adicionales el peso del sistema de cubierta saturado de agua, las cargas de nieve y de cualquier carga de otros servicios (accesos para cubiertas verdes transitables, cargas puntuales de depósitos de agua o de árboles grandes...).

Pendiente de la cubierta

-El **CTE-DB-HA** recomienda una pendiente mínima del 1% en soporte de hormigón y del 3% en soporte de chapa.

-Una pendiente mínima de 2-3° es suficiente para la correcta evacuación del agua. Es importante tener el drenaje bien controlado por necesidades de la vegetación y mantener el equilibrio aire/agua para las raíces.

-Con una pendiente de hasta 10° y con una longitud de empuje máxima de 15 m desde la cumbrera al alero, por lo general no son necesarias medidas constructivas contra deslizamientos.

-Con una pendiente por encima de 20°, normalmente se necesitarán medidas constructivas contra deslizamientos.

-Cubiertas verdes con pendientes superiores a 30-35° deben estudiarse con especial atención para resolver problemas estructurales de deslizamiento y erosión que podrían plantearse.

Requisitos de construcción de las cubiertas

Los elementos estructurales e impermeabilizantes que constituyen una cubierta verde deberán satisfacer los requisitos esenciales que deben cumplir las cubiertas y que se indican a continuación:

- **Estabilidad y resistencia mecánica:** los componentes de la cubierta verde deben ser estables y resistentes a las acciones consideradas en el cálculo de la estructura de la edificación, y los materiales de recubrimiento deben resistir la acción del viento, de acuerdo con lo que se establece en la norma vigente **CTE-DB-SE-AE** Acciones en la edificación.
- **Seguridad en caso de incendio:** la resistencia al fuego de la cubierta verde y de los encuentros de ésta con medianerías, con elementos de compartimentación, así como las distancias entre lucernarios y huecos verticales, deben ajustarse a lo establecido en la norma vigente **CTE-DB-SI** Seguridad en caso de incendio.
- **Salubridad:** La cubierta verde debe proyectarse y construirse de forma tal que se evite la filtración de agua hasta las superficies interiores de la edificación. La cubierta debe proteger a la edificación de los agentes climáticos previsibles y facilitar la recogida y la evacuación del agua que recibe, en forma de lluvia, nieve, granizo, hielo o rocío y que asegure su estanqueidad, garantizando una vida útil, en condiciones normales de uso y de mantenimiento, de acuerdo con lo que se establece en la norma vigente **CTE-DB-HS-1** Protección frente a la humedad.
- **Seguridad de uso:** La cubierta verde debe permitir, como mínimo, el acceso para los trabajos de mantenimiento y de reparación, y en ella deben disponerse los elementos de seguridad adecuados para la realización de estos trabajos.
- **Protección contra el ruido:** El aislamiento al ruido aéreo de la cubierta verde en el espacio subyacente debe ajustarse a lo establecido en la norma vigente **CTE-DB-HR** Protección contra el ruido.
- **Ahorro de energía y protección térmica:** El coeficiente de transmisión térmica de la cubierta verde debe ajustarse a lo establecido en la norma vigente **CTE-DB-HE** Ahorro de energía.

Elementos emergentes

-En los puntos de encuentro con elementos emergentes (murete, casetón ascensor, peto, medianería, etc...), se colocará la impermeabilización de tal manera que su entrega en el elemento vertical, se elevará, como mínimo, 20 cm por encima de la protección de la cubierta.

-El borde superior de la impermeabilización deberá estar protegido o entregado a la obra adecuadamente para que no entre el agua de escorrentía.

-Todos los elementos emergentes se recomienda que vayan protegidos por una franja de gravas a su alrededor. Esto los protege de posibles agresiones mecánicas durante las labores de mantenimiento y del crecimiento de la vegetación.

Elementos pasantes

-De acuerdo con el CTE se recomienda situar conductos de ventilación, tuberías de gas, etc., de tal forma que queden separados, como mínimo, 1 m de los rincones o esquinas y 50 cm de los paramentos, para facilitar la entrega de la impermeabilización.

-Debe procurarse que los tubos y conductos que penetren desde la cubierta al interior del edificio se sitúen en paramentos por encima de la entrega vertical de la impermeabilización.

Dispositivos de desagüe

-El sistema de evacuación debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma **UNE-EN 12056-3:2001**.

-Durante la planificación se deben diseñar las instalaciones adecuadas para drenar y desaguar el agua sobrante en todas las áreas, y se deben considerar sin vegetación.

- El agua de fachadas y superficies pavimentadas colindantes, drenará mediante canaletas y rejillas hacia la capa drenante, para que las funciones y estructura de la capa de sustrato y vegetación no se vean alteradas.

-Los sumideros se encuentran en el nivel más bajo de la cubierta y se recomienda que estén, como mínimo, a 1 m de rincones o esquinas, a 50 cm de los paramentos para facilitar la entrega de la impermeabilización, y a 30 cm de la vegetación.

-Los sumideros no deben cubrirse nunca con sustrato o grava.

-Deben tener siempre una caja de registro, para ser visibles y accesibles para realizar la inspección y el mantenimiento periódico y asegurar un buen funcionamiento.

-No debe desarrollarse vegetación en las zonas de protección de los sumideros, ya que impediría un correcto desagüe.

-Las cajas se asentarán siempre sobre la capa de drenaje, para facilitar la libre circulación del agua sobrante.

-En las cubiertas inclinadas el volumen de escorrentía de agua pluvial sobre los aleros es mayor, se dimensionará adecuadamente el sistema de drenaje y la construcción de los aleros.

Franjas de gravas de protección

-No son zona de tránsito.

-Tienen una anchura a lo largo de los perímetros o alrededor de elementos emergentes, de entre 30 a 50 cm aprox.

-Las franjas de gravas en contacto con las zonas de vegetación, están delimitadas por un perfil de separación.

Caminos de circulación

-Para acceder a realizar mantenimiento, a instalaciones y elementos en la cubierta, se construirán caminos de circulación.

-Para circulación, las franjas tendrán una anchura aprox. de 80 cm.

Instalación de riego

-Se preverá siempre la instalación de un sistema de riego adecuado a la vegetación proyectada, en todas las cubiertas verdes intensivas, semiintensivas y extensivas.

-Los sistemas de riego recomendables en una cubierta verde, son sistemas de riego automáticos localizados con goteros autocompensantes.

Estabilización de árboles y arbustos

-Se tendrá en cuenta la disposición de los elementos estructurales en el caso de implantar árboles y arbustos de gran porte. Es importante que la ubicación pueda coincidir con los ejes de los soportes de dicha estructura. Estas plantas se deberán considerar individualmente a la hora de comprobar la estabilidad de la cubierta.

-Se debe evitar que se produzcan vuelcos por ráfagas fuertes de viento. Se adoptarán las medidas de seguridad pertinentes.

-Los anclajes y apoyos de los tutores no perforarán, en ningún caso, la impermeabilización.

Protección contra el deslizamiento y la erosión

Las medidas constructivas de protección contra los deslizamientos y erosiones están compuestas por:

- Petos o barreras antiempuje dispuestos perpendicularmente a la pendiente y de forma intermitente.
- Placas drenantes con estructura para mayor retención del sustrato.
- Mallas de yute para sujetar el sustrato a nivel superficial, mientras se desarrolla la vegetación para poder realizar ella misma esta función.

Requisitos de construcción de las áreas de vegetación

-Los contratistas deberán estar capacitados para realizar la instalación y deberán tener un conocimiento específico del sistema de cubierta verde, así como conocimientos generales en construcción y en jardinería.

Capa de protección de la impermeabilización:

-Debe protegerse la impermeabilización durante la instalación de posibles daños mecánicos mediante mantas de protección y de retención de agua no tejidas.

-El modelo o nivel de manta de protección y de retención de agua se define en función del uso, de la inclinación y del tipo de vegetación a implantar.

-Se colocan encima de la impermeabilización y debajo de la placa drenante.

-Se instalarán con un solape mínimo de 10 cm entre ellas y subirán por los petos perimetrales protegiendo toda la impermeabilización.

Capa drenante:

-Debe cumplir las funciones de drenaje, aireación, retención de agua y contribuir a la protección mecánica de la impermeabilización.

-La placa drenante se coloca entre la manta de protección y de retención y la capa de sustrato (habiendo casi siempre la capa filtro entremedio de estas dos), a modo de drenaje.

-Sirve también como espacio útil para las raíces.

-El efecto drenaje debe estar asegurado incluso en condiciones de lluvia continuada e intensa y debe recoger el agua excedentaria de toda la superficie y conducirla hacia los puntos de desagüe.

Capa filtrante:

-Capa formada por una lámina filtrante o filtro, se sitúa sobre la placa drenante, ya sea integrada en ésta o de forma independiente.

-Tiene la función de impedir el paso de las partículas de finos del sustrato y la consecuente obturación de la placa drenante.

-Se debe cubrir toda la superficie de placa drenante con solapes de 20 cm entre sí.

-No puede quedar expuesta al sol. Debe cubrirse de inmediato por el sustrato, tanto por la acción solar, como para evitar la succión del viento. Cuando no sea posible cubrirla de inmediato, el tiempo de exposición debe ser el mínimo y no podrá exceder el máximo marcado en las especificaciones técnicas de cada tipo de filtro.

-En cubiertas inclinadas no se coloca lámina filtrante ya que podría provocar el deslizamiento del sustrato.

Capa de sustrato:

-El sustrato desempeña las funciones de suministrar nutrientes, agua y oxígeno, y de soporte físico de la vegetación.

-Se instala en paralelo a las capas subyacentes. La profundidad mínima prescrita deberá ser aplicada en todas las partes de la cubierta.

-Las sacas de sustrato deben protegerse del agua, y deben colocarse en estado seco tal y como fueron entregadas.

-Después del vertido del sustrato, se llevará a cabo su extendido mediante un rastrillado, para conformar los grosores requeridos.

-En caso necesario, se deberá valorar el aporte de un riego aéreo para mantener la capa de sustrato húmeda después de ser vertido y así evitar su desecación y prevenir una posible erosión eólica.

-Debe protegerse de la erosión hasta que quede totalmente cubierto por la vegetación, si hay una exposición a fuertes vientos. Si hubiera un intervalo largo entre la instalación de la capa de sustrato y la implantación de la capa de vegetación, puede ser necesario contemplar otras medidas adicionales para prevenir la erosión (p.ej. mallas de yute).

-Ver como se va manipular y verter el sustrato en la cubierta mediante contenedores flexibles, conocidos como big bags, con grifo para descarga o cortados por su base, pero que nunca deben apoyarse completamente sobre el soporte estructural.

Operaciones de mantenimiento

-Se recomienda establecer un plan de mantenimiento una vez construida la cubierta verde que contemple tanto el mantenimiento de elementos constructivos como de la vegetación.

-La cubierta debe ser accesible para las inspecciones.

-Las visitas periódicas de inspección y mantenimiento son imprescindibles para la conservación correcta de la cubierta verde y para una protección duradera de la impermeabilización. Sirven para controlar el buen estado de la cubierta, supervisar el desarrollo de la vegetación y la correcta evacuación del agua.

-La periodicidad e intensidad del mantenimiento, variará en función del tipo de vegetación y del sistema y los materiales que se hayan implantado en la cubierta. Deberán ir en concordancia con las condiciones particulares de cada cubierta: situación, orientación, incidencia de los vientos dominantes y sobre todo con el tipo de vegetación (extensiva, semiintensiva o intensiva) y su uso.

Para ampliar esta información y profundizar en datos y pautas más concretas, se debe consultar la Normativa NTJ 11C o la Alemana FLL 2008 "Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline"