



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Estudio de Alternativas para la construcción de cubiertas verdes en Cantabria

Trabajo realizado por:

Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras

Dirigido:

Jorge Rodríguez Hernández

Alberto Valle Álvarez

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, a Julio de 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO

ÍNDICE GENERAL

Documento nº 1. Memoria y Anejos a la Memoria.....	1
Memoria.....	1
Anejo nº 1. Descripción general de las cubiertas verdes.....	38
Anejo nº 2. Principales empresas de cubiertas verdes.....	52
Anejo nº 3. Climatología de Cantabria.....	76
Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria.....	89
Anejo nº 5. Criterios de diseño generales.....	109
Anejo nº 6. Detalles constructivos.....	117
Anejo nº 7. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	132
Documento nº 2. Planos.....	139
Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.....	152
Documento nº 4. Presupuesto.....	201

DOCUMENTO Nº 1.

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.

Índice

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.....	1
1. Antecedentes.....	3
1.1. Normativa del Trabajo Fin de Grado para el Graduado en Ingeniería Civil	3
1.2. Estructura del documento.....	3
1.2. Justificación general y objetivos	5
1.3. Justificación particular.....	6
1.3. Objetivos.....	11
2. Descripción de las cubiertas verdes.....	12
2.1. Definición	12
2.4. Clasificación	13
2.2. Beneficios.....	15
2.3. Construcción	16
2.5. Principales marcas	18
3. Criterios de diseño generales	21
4. Descripción de Cantabria.....	22
4.1. Comarcas y arquitectura.....	22
4.2. Climatología	24
5. Criterios de diseño aplicados a Cantabria	26
5.1. Arquitectura.....	26
5.2. Vegetación.....	26
6. Catálogo de cubiertas para Cantabria	28
6.1. Cubiertas extensivas.....	28
6.2. Cubiertas intensivas	30
7. Ejemplo de aplicación	32
8. Conclusiones	35
9. Bibliografía.....	36

1. Antecedentes

En este apartado de antecedentes se indica el tipo de Trabajo Fin de Grado que se va a desarrollar, indicando la justificación general y los objetivos que se persiguen. Además se detalla el marco particular que ha llevado a considerar el desarrollo del tema de la construcción de cubiertas verdes.

1.1. Normativa del Trabajo Fin de Grado para el Graduado en Ingeniería Civil

Según la Normativa del Trabajo Fin de Grado (TFG) para el Graduado en Ingeniería Civil:

“El TFG consistirá en la realización por parte del estudiante de un trabajo original, autónomo y personal, bajo la dirección de un profesor, en el que se apliquen y desarrollen los conocimientos, capacidades y competencias adquiridas a lo largo de la titulación.”

“El estudio puede abarcar cualquier campo de la ingeniería civil y tratarse de un cálculo detallado, una comparación de procedimientos constructivos, un estudio de alternativas, un desarrollo de ensayos de laboratorio, un desarrollo de modelos numéricos, etc... En este apartado se incluyen los trabajos relacionados con desarrollo de software y los trabajos de investigación.”

Por tanto, de acuerdo con esta normativa, el presente TFG corresponde a la tipología de Estudio o Trabajo sobre cualquier aspecto de la Ingeniería Civil ya que se trata de un Estudio de alternativas para la construcción de cubiertas verdes en Cantabria.

Además la autora declara haber empleado conocimientos, capacidades y competencias adquiridas durante el estudio de la titulación, destacando el uso hecho de los contenidos de las asignaturas Materiales de Construcción, Hidráulica e Hidrología, Edificación, Impacto Ambiental, Proyectos, Sostenibilidad en la Construcción y Gestión Ambiental.

1.2. Estructura del documento

Este documento consta de cuatro partes fundamentales, correspondientes a la estructura clásica de un proyecto de construcción: memoria, planos, pliego de prescripciones técnicas particulares y presupuesto.

La memoria se ha dividido en ocho capítulos, acompañados de siete anejos en los que se detallan temas específicos como climatología, vegetación o seguridad y salud.

En los planos se ha recogido el catálogo propuesto de alternativas, especificando detalles constructivos y materiales a emplear. Así como planos de situación y climatología de Cantabria.

En el pliego de prescripciones técnicas particulares se ha dividido en nueve apartados en los que

Documento nº 1. Memoria y Anejos a la Memoria

se describen los materiales de construcción básicos y las unidades de obra, así como elementos singulares de las cubiertas o las disposiciones finales a tener en cuenta.

Al tratarse de un estudio de alternativas, en el presupuesto se ha sustituido el apartado de mediciones por un apartado de precios complementarios de la vegetación. Además, se recogen los precios asociados a cada alternativa, haciendo posible su comparación para cada aplicación particular.

1.2. Justificación general y objetivos

A lo largo de las últimas décadas la sociedad se ha dado cuenta del creciente impacto del modelo de vida humano con los sistemas naturales. Actualmente nos encontramos en un período de incertidumbre y riesgo ante el agotamiento de los recursos naturales, tras haber pasado una de las épocas de mayor crecimiento económico de la historia.

Esta crisis ambiental presenta múltiples dimensiones. El desbordamiento de la huella ecológica del planeta y la superación de su capacidad; el cambio climático y sus efectos; la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los servicios ambientales; los problemas derivados del agotamiento de recursos básicos como el petróleo, otros materiales o ciertos alimentos. En el fondo, se evidencia la fricción entre los actuales patrones del desarrollo humano y la preservación de los ciclos vitales del planeta.

Uno de los mayores problemas a afrontar en el futuro es la concentración de la población en las ciudades, sus formas de vida y su movilidad. Según la División de Población de la ONU, el 72% de la población del continente vive en zonas urbanas, generando hasta el 80% de las emisiones de gases del efecto invernadero. En Europa el 80% de los habitantes son urbanos y en España está por el orden del 70%. Dado que las ciudades han perdido la capacidad de producir lo que necesitan y consumen, éstas provocan grandes impactos ambientales que repercuten en los sistemas rurales que son los que ocupan la mayoría del territorio. Los colapsos o insuficiencias de las redes de servicio o la dependencia cada vez más fuerte sobre la cadena de alimentación global, que está evidentemente fuera de control, prueban que nuestras ciudades están perdiendo la relación con su entorno.

Los factores demográficos y un aumento del consumo como consecuencia de una mayor renta per cápita son los principales responsables de la presión ejercida sobre los recursos. Según la UNESCO la población mundial está creciendo a un ritmo de 80 millones de personas al año, lo que implica una demanda de agua dulce de aproximadamente 64 mil millones de metros cúbicos anuales (UNESCO, 2014). El modelo de sociedad es decisivo respecto a las consecuencias que sobre el medio ambiente tiene la acción de los seres humanos: el modelo de producción, distribución y consumo, la organización política, las relaciones sociales, el tipo de hábitat. Las infraestructuras verdes ayudan a reforzar las adaptaciones locales de la ciudad al cambio climático ayudando a mejorar la sostenibilidad y la calidad de vida. (*Tesis Master Caroline Heredia, 2012*).

1.3. Justificación particular

En primer lugar, las cubiertas verdes tienen importancia ya que proporcionan una serie de beneficios en el edificio sobre el que se instalan, pero su mayor valor reside en que si se analiza la composición de los elementos impermeables que se pueden encontrar en las ciudades, se observa que existen dos elementos que predominan sobre los demás, constituyendo el grueso de las áreas impermeabilizadas: las cubiertas y las vías de tránsito de vehículos y personas. En la actualidad se puede estimar que alrededor del 40% de las zonas impermeables de las ciudades corresponden a las cubiertas. Esto hace que tengan una gran importancia en la **gestión de las escorrentías** que se generan en las áreas urbanas. Además, las cubiertas verdes forman parte de la llamada **arquitectura bioclimática** ya que tiene en cuenta las condiciones climáticas de cada lugar y aprovecha los recursos disponibles para disminuir los impactos ambientales de la vivienda.

Actualmente está en marcha la **Estrategia Europa 2020** que define los objetivos de la Política de Cohesión para este periodo. La UE establece una serie de objetivos ambiciosos que deben alcanzarse en 2020 y que están relacionados con 5 áreas principales: empleo, innovación, cambio climático, educación y pobreza.

Se ha llegado a la conclusión durante la realización de este Trabajo de Fin de Grado de que la construcción de cubiertas verdes puede ayudar a cumplir los objetivos tanto del área relacionada con el empleo como con el cambio climático. Los objetivos marcados en cuanto a estos aspectos son:

- Empleo. El 75 % de la población de entre 20 y 64 años debería estar empleada. (España 61,6%, Canarias 55% - datos 2011 Eurostat).
- Cambio climático. Reducción del 20% de emisiones de gases de efecto invernadero, del 20% de energía de fuentes renovables y aumento en un 20% de la eficiencia energética.

La construcción de las cubiertas verdes puede ayudar a generar empleo en Cantabria dado que abriría nuevas líneas de negocio en cuanto a la generación de tepes de especies herbáceas típicas de esta Comunidad Autónoma dado que durante la realización de este TFG no se han encontrado empresas que sean capaces de distribuir tepes realizados con este tipo de semillas.

En cuanto al cambio climático las cubiertas verdes consiguen reducir los gases de efecto invernadero ya que están provistas de plantas que transforman el dióxido de carbono, que es un gas de efecto invernadero, en oxígeno, necesario para la vida. Además, aumentan la eficiencia energética de los edificios en los que se instalan dado que proporcionan un aislamiento térmico mayor que el que se consigue con una cubierta convencional.

El desarrollo de proyectos que lleven al cumplimiento de los objetivos de la Estrategia Europa 2020 optarán a ser beneficiarios de ayudas de los fondos europeos gracias a la **Política de Cohesión 2014-2020**, que designa un marco político de solidaridad a escala europea. Por tanto, los proyectos de nueva construcción o de rehabilitación de cubiertas que incluyan cubiertas verdes, tendrán opciones importantes en cuanto al logro de estas ayudas dado que contribuyen a conseguir los dos objetivos de la Estrategia Europa 2020 citados anteriormente.

A escala estatal, España ha elaborado su Acuerdo de Asociación, al igual que deben hacerlo el resto de países miembros de la Unión Europea. El **Acuerdo de Asociación del Reino de España** concluye que España debe cambiar su perfil inversor (sobre todo en el ámbito de los fondos FEDER) hacia nuevas prioridades: más investigación e innovación, desarrollo de infraestructuras y servicios TIC, desarrollo de las pequeñas y medianas empresas y fomento de una economía baja en carbono. Estas prioridades se traducen en 11 objetivos temáticos según los Reglamentos, denominados objetivos temáticos coherentes con la Estrategia Europa 2020, que se presentan a continuación:

Objetivos temáticos(OT) establecidos por el artículo 9 del Reglamento (UE) Nº 1303/2013	
Nº	Descripción
OT01	Potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.
OT02	Mejorar el uso y la calidad de las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el acceso a las mismas.
OT03	Mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas, del sector agrícola (en el caso del FEADER) y del sector de la pesca y la acuicultura (en el caso del FEMP).
OT04	Favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores.
OT05	Promover la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de riesgos.
OT06	Proteger el medio ambiente y promover la eficiencia de los recursos.
OT07	Promover el transporte sostenible y eliminar los estrangulamientos en las infraestructuras de red fundamentales.
OT08	Promover el empleo y favorecer la movilidad laboral.
OT09	Promover la inclusión social y luchar contra la pobreza.
OT10	Invertir en la educación, el desarrollo de las capacidades y el aprendizaje permanente.
OT11	Mejorar la capacidad institucional y la eficiencia de la administración pública.

Además, para cada objetivo temático, el Reglamento (UE) Nº 1301/2013 ya determina las prioridades de inversión a las que hay que ajustarse por parte de los Programas Operativos. No se nombran en este TFG todas las prioridades de inversión de cada objetivo temático, si no aquellos que se consideran que pueden ser conseguidos con la construcción de cubiertas verdes.

Prioridades de Inversión (PI) establecidas por el Reglamento (UE) Nº 1301/2013 para cada Objetivo temático (OT)	
Nº	Descripción
OT03	Mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas, del sector agrícola (en el caso del FEADER) y del sector de la pesca y la acuicultura (en el caso del FEMP).
PI.3.1	La promoción del espíritu empresarial, en particular facilitando el aprovechamiento económico de nuevas ideas e impulsando la creación de nuevas empresas, también mediante viveros de empresas
PI.3.3	El apoyo a la creación y ampliación de capacidades avanzadas para el desarrollo de productos y de servicios
PI.3.4	El apoyo a la capacidad de las pymes para crecer en los mercados regionales, nacionales e internacionales, y para implicarse en procesos de innovación
OT04	Favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores
PI.4.2	El fomento de la eficiencia energética y el uso de energías renovables por parte de las empresas
PI.4.3	El apoyo de la eficiencia energética, de la gestión inteligente de la energía y del uso de energías renovables en las infraestructuras públicas, incluidos los edificios públicos, y en las viviendas
PI.4.5	El fomento de estrategias de reducción del carbono para todo tipo de territorio, especialmente las zonas urbanas, incluido el fomento de la movilidad urbana multimodal sostenible y las medidas de adaptación con efecto de mitigación
OT05	Promover la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de riesgos
PI.5.2	El fomento de la inversión para hacer frente a riesgos específicos, garantizando una resiliencia frente a las catástrofes y desarrollando sistemas de gestión de catástrofes
OT06	Proteger el medio ambiente y promover la eficiencia de los recursos
PI.6.2	La inversión en el sector del agua para cumplir los requisitos del acervo de la Unión en materia de medio ambiente y para dar respuesta a las necesidades, identificadas por los Estados miembros, de una inversión que vaya más allá de dichos requisitos
PI.6.4	La protección y el restablecimiento de la biodiversidad y del suelo y el fomento de los servicios de los ecosistemas, inclusive a través de Natura 2000 y de infraestructuras ecológicas
PI.6.5	Acciones para mejorar el entorno urbano, revitalizar las ciudades, rehabilitar y descontaminar viejas zonas industriales (incluidas zonas de reconversión), reducir la contaminación atmosférica y promover medidas de reducción del ruido
PI.6.6	El fomento de tecnologías innovadoras para la mejora de la protección medioambiental y la eficiencia de los recursos en el sector de los residuos y el sector del agua, y con respecto al suelo o a la reducción de la contaminación atmosférica
PI.6.7	El apoyo a la transición industrial hacia una economía eficiente en el uso de los recursos, la promoción del crecimiento ecológico, la innovación ecológica y la gestión del impacto medioambiental en los sectores público y privado
OT08	Promover el empleo y favorecer la movilidad laboral
PI.8.1	La prestación de apoyo al desarrollo de viveros de empresas y de ayuda a la inversión en favor del trabajo por cuenta propia, de las micro-empresas, y de la creación de empresas
PI.8.2	La prestación de apoyo al crecimiento generador de empleo mediante el desarrollo de las posibilidades endógenas como parte de una estrategia territorial para zonas específicas, incluida la reconversión de las regiones industriales en declive y la mejora de la accesibilidad a recursos concretos naturales y culturales y el desarrollo de los mismos

Los objetivos temáticos y las prioridades de inversión están tasados y no son susceptibles de cambio, de forma que cada Estado miembro en general, y cada Comunidad Autónoma en particular, deben presentar un Programa Operativo con una selección de los objetivos temáticos y prioridades de inversión para contribuir a la estrategia de la UE. Sin embargo hay una serie de criterios concretos de obligado cumplimiento que para el caso de las regiones más desarrolladas, como es el caso de Cantabria, se concreta en lo siguiente:

i) al menos un 80 % de los recursos totales del FEDER a nivel nacional se asignarán a dos o más de los objetivos temáticos establecidos en el artículo 9, párrafo primero, puntos 1, 2, 3 y 4, del Reglamento (UE) n o 1303/2013:

- 1) potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación;
- 2) mejorar el uso y la calidad de las tecnologías de la información y de la comunicación y el acceso a las mismas;
- 3) mejorar la competitividad de las pyme, del sector agrícola (en el caso del FEADER) y del sector de la pesca y la acuicultura (en el caso del FEMP);
- 4) favorecer la transición a una economía baja en carbono en todos los sectores

ii) al menos un 20 % de los recursos totales del FEDER a nivel nacional se asignarán al objetivo temático establecido en el artículo 9, párrafo primero, punto 4, del Reglamento (UE) n o 1303/2013:

- 4) favorecer la transición a una economía baja en carbono en todos los sectores

Las **cubiertas verdes** ayudan a mejorar la competitividad de las PYMES ya que generan una nueva idea de negocio en cuanto a los tepes de especies típicas de Cantabria, como ya se ha comentado anteriormente, y generan un nuevo mercado regional en este ámbito. Además, favorecen la transición a una economía baja en carbono ya que mejoran la eficiencia energética de los edificios en los que se instalan y reducen los gases de efecto invernadero. Por lo tanto, la construcción de este tipo de cubiertas ayuda a conseguir dos de los objetivos a los que mayor porcentaje de ayudas irán destinadas.

Se considera que las cubiertas verdes tienen, en Cantabria, un gran potencial de construcción en áreas urbanas por los motivos comentados en el primer párrafo de esta justificación particular. Por tanto, contribuyen al logro del desarrollo urbanístico que persigue la **Declaración de Toledo**, firmada por los Ministros de Desarrollo Urbano de los países miembros de la UE en Junio de 2010. El potencial de las mismas situadas en áreas urbanas reside en que, tal y como se recoge la declaración, *“las áreas metropolitanas, urbanas y las ciudades resultan actores clave en la sostenibilidad global y más específicamente en la lucha contra el cambio climático, pues son los lugares donde se concentra principalmente el consumo de recursos (tanto materiales como energéticos) y la producción de residuos y emisiones (entre ellas, y muy significativamente las de Gases de Efecto Invernadero)”*.

Además, Cantabria está situada dentro de un área caracterizada por lluvias abundantes que pueden llegar a ocasionar inundaciones y sobrepresiones en los sistemas de alcantarillado. Dicho esto, la implantación de cubiertas verdes en zonas urbanas, caracterizadas por su impermeabilidad, ayudaría, en gran medida, a la resolución de este tipo de problemas, retrasando el caudal punta de avenida y minimizando los esfuerzos sobre el sistema de alcantarillado.

En el caso específico de la ciudad de Santander, se encuentra en marcha el **Plan Estratégico Santander 2010-2020** en el que se marcan 5 objetivos principales, uno de los cuales es “*conseguir una ciudad sostenible, abierta y accesible*” con el que se persigue, dentro de otros objetivos, resaltar el interés paisajístico y medioambiental de la ciudad, así como la reducción del consumo energético.

Dado que las cubiertas ocupan un gran porcentaje del área de la ciudad que ya está construida, y por tanto, no se puede llevar a cabo, en esa parte, la construcción de un parque que mejore el interés paisajístico del lugar, las cubiertas constituyen el lugar idóneo para implantar especies vegetales que mejoren tanto el paisaje como el medio ambiente. Además, en cada edificio en el que se instale una cubierta verde, se verá aumentado el aislamiento térmico y como consecuencia se reducirá el consumo energético.

Debido a estas afirmaciones se ha elegido realizar un *Estudio de alternativas para la construcción de cubiertas verdes en Cantabria* como tema para este Trabajo de Fin de Grado dentro de los estudios de Ingeniería Civil mención en Construcciones Civiles.

1.3. Objetivos

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) se plantea el cumplimiento de los siguientes objetivos particulares, más allá de la superación de los objetivos generales asociados a cualquier TFG:

- *“Describir la técnica detallada de las cubiertas verdes como solución constructiva”*: Describir de manera detallada la técnica constructiva de las cubiertas verdes, analizando sus diferentes tipologías y los distintos materiales de construcción empleados.
- *“Destacar las principales empresas del sector en la actualidad”*: Identificar y describir la actividad de las principales empresas del sector de la construcción que actualmente ofertan este tipo de cubiertas.
- *“Detallar las condiciones climatológicas y de flora de Cantabria”*: Estudiar las condiciones climatológicas y de flora de Cantabria, como características fundamentales a tener en cuenta a la hora de diseñar una cubierta verde a construir en la región.
- *“Adaptar los criterios generales de diseño de cubiertas verdes al caso de Cantabria”*: Analizar la vigencia de los criterios generales de diseño de cubiertas verdes en el ámbito de Cantabria, teniendo en cuenta las particularidades de la región estudiadas previamente.
- *“Plantear diseños particulares adaptados a las distintas zonas de Cantabria”*: Proponer un catálogo detallado de secciones de cubiertas verdes para su aplicación en Cantabria, recogiendo diseños particulares adaptados a las distintas zonas de la región.
- *“Estudiar un ejemplo concreto como ilustración final”*: Presentar un ejemplo de aplicación concreto en una zona de Cantabria, cuantificando los beneficios asociados a la construcción de cubiertas verdes para un caso particular, y sirviendo como muestra final de la viabilidad y potencial futuro de esta técnica constructiva.

2. Descripción de las cubiertas verdes

A continuación se realiza una introducción en la que se presenta una descripción de las cubiertas verdes resaltando sus beneficios privados y públicos así como su importancia, con la finalidad de introducir al lector en el tema de las cubiertas ajardinadas.

2.1. Definición

Según el CTE se denomina cubierta a aquellos cerramientos superiores, en contacto con el aire, cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal llamándose fachadas si la inclinación es mayor.

La misión fundamental de la cubierta, al igual que de las fachadas, es la protección del espacio interior de los edificios frente a los agentes atmosféricos como la lluvia y el viento. Además es un elemento de disipación térmica y de protección acústica y lumínica del interior del edificio.

Mientras que las fachadas determinan la separación vertical entre el espacio interior y exterior, la cubierta asume el papel de protección en la parte superior del edificio. Por este motivo la función de aislamiento térmico y acústico de la cubierta es coincidente con los cerramientos verticales y adquiere una mayor relevancia la necesidad de que la cubierta constituya una adecuada protección frente a agentes climatológicos como la lluvia o la nieve, que le afectan de una manera mucho más directa.

La principal función de una cubierta es impedir que el agua entre en el interior del edificio, por ello sus principales características serán la estanqueidad y la impermeabilidad. Además deberá tener la resistencia suficiente para soportar las cargas y sobrecargas a las que está sometida: peso propio, sobrecarga de nieve, sobrecarga de uso, etc.

La cubierta también debe presentar durabilidad frente al deterioro constante que provocan las condiciones atmosféricas adversas a las que está sometida. Además deberá proporcionar el adecuado aislamiento térmico que impida la pérdida de calor o de frío, y el aislamiento acústico necesario para conservar el confort en su interior.

En particular, las Cubiertas verdes son un tipo de cubierta caracterizado por emplear la vegetación como envolvente de la estructura. Estos sistemas multicapa recubren tejados, terrazas y balcones de todo tipo con el objetivo de mejorar el comportamiento de la construcción sobre la que se aplican. (*Universidad de Cantabria, 2014*)

Las cubiertas verdes ofrecen importantes beneficios frente a las cubiertas convencionales en relación a las características que éstas deben cumplir y que han sido mencionadas anteriormente.

2.4. Clasificación

A continuación se presenta una clasificación de las cubiertas verdes en función de la vegetación, del espesor del sustrato y de la tecnología usada durante la construcción. Esta clasificación consiste en un resumen de la desarrollada en el Anejo nº 1. Descripción general de las Cubiertas Verdes.

En función de la vegetación y el espesor del sustrato

Atendiendo a este criterio existen tres tipos de cubiertas verdes: las cubiertas ecológicas extensivas, la terraza jardín semi-intensiva y las cubiertas ajardinadas intensivas. Las diferencias entre ellas radican en la profundidad del sustrato, en las necesidades de mantenimiento y en la variedad de plantas empleadas.

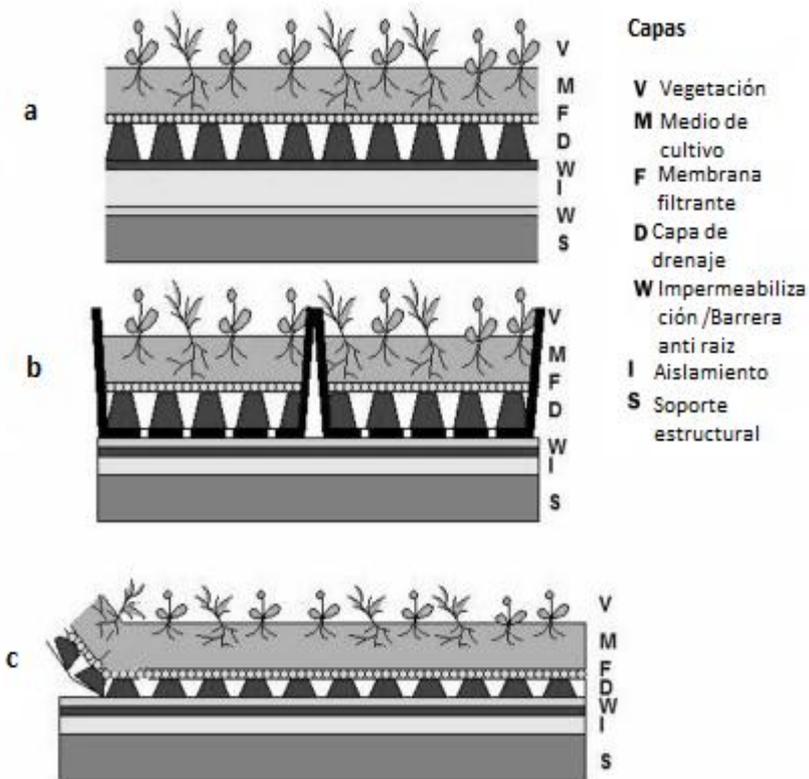
De forma resumida tenemos:

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

(ASESCUVE, 2014)

En función de la tecnología usada durante la construcción:

La clasificación que sigue solo es aplicable a las cubiertas extensivas ya que estas tecnologías solo pueden utilizarse en este tipo de cubiertas. Esto se debe a que la vegetación presente en las cubiertas intensivas e incluso en las terrazas jardín semi-intensivas es de mayor porte y por tanto, sus raíces son mayores y necesitan un espesor de sustrato que no puede ser incluido en un tepal o "bandeja" de vegetación.



(a) Sistema completo

Cada elemento es instalado como una parte integral de la cubierta

(b) Sistema modular

Se instalan "bandejas" de vegetación, cultivadas ex situ, sobre el sistema de cubierta existente

(c) Alfombras de vegetación pre cultivadas

El medio de cultivo, la vegetación, el drenaje y la barrera anti raíz se extienden sobre la cubierta existente.

(Digital commons, 2014)

2.2. Beneficios

Los techos ajardinados proveen una serie de beneficios privados, es decir, para quien los construye. Del mismo modo que las cubiertas verdes ofrecen beneficios para quien las construye, también lo hacen para el conjunto de la sociedad. A continuación se ofrece una descripción de los principales beneficios de ambos tipos, que se puede consultar de forma ampliada en el Anejo nº 1. Descripción general de las Cubiertas Verdes.

Beneficios privados

Las cubiertas verdes son capaces de aumentar la vida de la impermeabilización ya que la protegen de los esfuerzos causados por las temperaturas y las acciones físicas.

El aislamiento acústico mejora puesto que reducen la reflexión del sonido. De la misma forma el aislamiento térmico aumenta lo que permite reducir el consumo energético. Dada esta característica un edificio dotado de cubierta verde, obtiene una protección contra el calor derivada del efecto de la transpiración de la vegetación.

Todo esto hace a las cubiertas verdes idóneas para formar parte de la llamada arquitectura bioclimática ya que tiene en cuenta las condiciones climáticas de cada lugar y aprovecha los recursos disponibles para disminuir los impactos ambientales de la vivienda.

Por último, este tipo de cubierta permite el desarrollo de una serie de usos (refugio natural, uso recreativo, deportivo...) que no son propios de una cubierta convencional.

Beneficios públicos

La construcción de una cubierta verde permite que se cree en el entorno un hábitat natural, tanto para animales como para plantas, de forma que se pueda compensar la pérdida de zonas verdes en las ciudades y se permita la conexión entre refugios de flora y fauna que se encuentran aislados dentro de las mismas.

Cabe destacar la capacidad de este tipo de cubiertas para retener las aguas pluviales de manera que ayudan a evitar las inundaciones locales, reduciendo la sobrecarga en el sistema de alcantarillado.

Una ciudad está compuesta, en su mayor parte, por elementos impermeables que presentan el problema de que absorben el calor proveniente de la radiación durante el día y lo expulsan por la noche, aumentando la temperatura dentro del núcleo urbano. Este efecto, conocido como isla de calor urbano, se ve reducido con la presencia de techos ajardinados gracias a los procesos de transpiración y humidificación del aire seco.

Los niveles de contaminación en las ciudades son, en la actualidad, un problema que genera distintas afecciones a la salud de quienes viven en ellas. Las plantas presentes en las cubiertas verdes, ayudan a filtrar el aire reduciendo esta contaminación.

Por último queda comentar un beneficio que puede ser un tanto subjetivo: la mejora del paisaje urbano. Esto se debe a que, en general, las ciudades son cromáticamente monótonas y la implantación de "islas vegetales" rompe esta monotonía ayudando a mejorar la salud física y mental de los habitantes.

2.3. Construcción

A continuación se exponen una serie de generalidades en cuanto a la construcción de cubiertas verdes. Sin embargo, la definición de cada uno de los materiales que la forman aparece detallada en el Anejo nº 1. Descripción general de las Cubiertas Verdes.

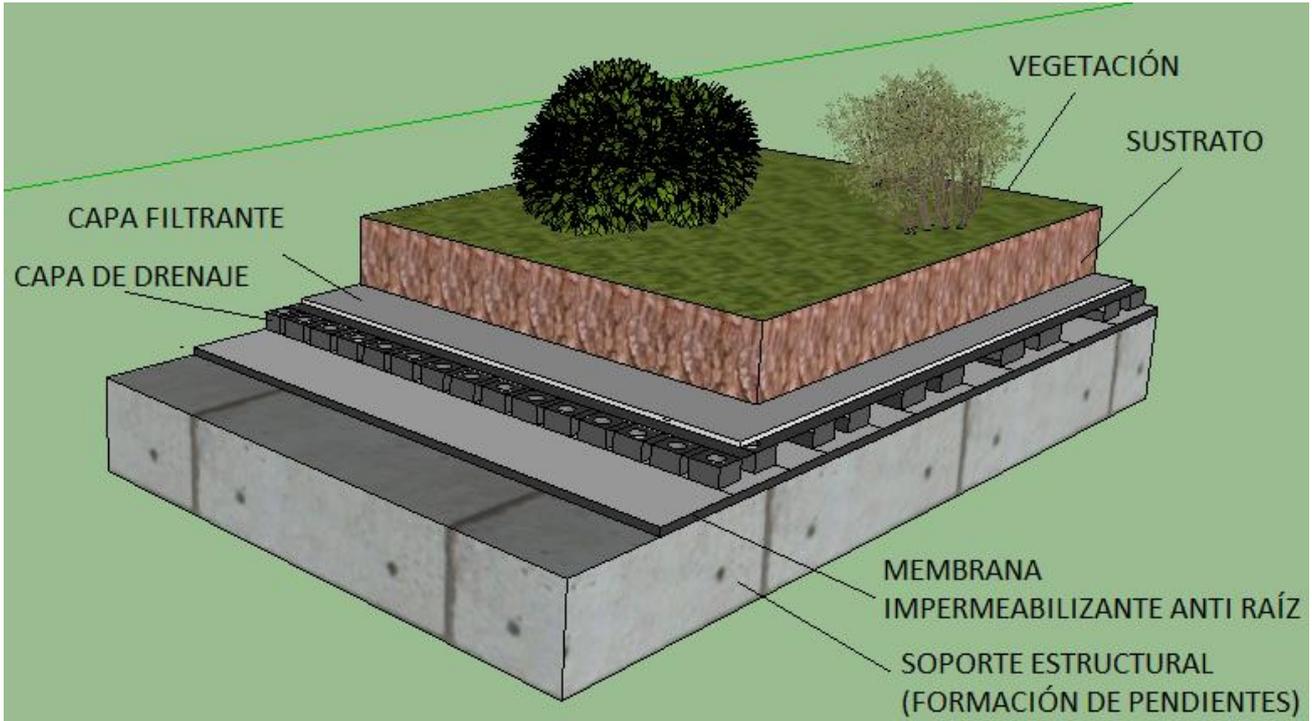
Existen grandes diferencias entre los elementos que forman parte de las cubiertas planas y aquellos necesarios en las cubiertas inclinadas puesto que cada una de ellas presenta distintos problemas.

En las cubiertas planas deberá preverse una capa de drenaje para evitar encharcamientos. El sustrato se dispondrá en dos capas: la capa superior o la capa de soporte de la vegetación que estará formada por un suelo nutritivo que sirva de soporte para las raíces; y la capa inferior o de drenaje cuya finalidad es desviar el agua pero también almacenarla. Entre ambas capas se dispone una capa de filtro, generalmente de fieltro, que evita que parte del suelo se transforme en barro líquido y se escurra en la capa de drenaje.

En el caso de tratarse de un techo con una inclinación superior al 5% esta separación deja de ser necesaria. Se dispondrá una capa soporte de la vegetación a la que se añadirán partículas porosas (arcilla expandida, pizarra expandida, lava expandida, escoria, piedra pómez o similares) para conseguir un efecto de drenaje suficiente. Estas partículas porosas tendrán mayor cuantía en la zona inferior de la cubierta que en la superior.

Dado que se consigue un mayor aislamiento contra más censo sea el colchón de vegetación. Para alcanzar este objetivo se suelen usar techos de solo pasto o de pasto y hierbas en techos inclinados con una única capa de sustrato de 14-18 cm de espesor. Con espesores inferiores el riesgo de secado aumenta, en especial en cubiertas orientadas al sol, y con espesores mayores el peso de la cubierta aumenta y se podrían asentar árboles. En el caso de que los espesores de sustrato debieran ser inferiores se usarán especies tipo Sedum que son más resistentes aunque ofrecen un colchón menos denso.

La estructura más simple y común de una cubierta vegetal está compuesta por 5 capas diferentes: una capa de impermeabilización, una capa de material drenante, un elemento de filtro (generalmente un geotextil), una capa de sustrato ubicada encima, y por último la vegetación.



Basado en Arquitectura México (2014)

2.5. Principales marcas

Este apartado pretende presentar, de forma resumida, las principales marcas que comercializan con cubiertas verdes en España y los productos asociados a ellas que se pueden adquirir. Toda la información referente a este tema aparece desarrollada en el Anejo nº 2. Principales empresas de cubiertas verdes.

Se presentan tres empresas que han sido consideradas, para la realización de este TFG, las más importantes en este ámbito.

Aunque se presenten solo estas tres existen otras empresas que realizan, no tanto sistemas integrales para la construcción de cubiertas verdes, si no que comercializan con elementos de impermeabilización especiales para las mismas como puede ser la empresa de impermeabilizaciones DANOSA.

Intemper

Se trata de una empresa que ejecuta obras de instalación de sistemas de impermeabilización, distribuye y suministra materiales para capas impermeables y que fabrica losa Filtrón, cubiertas y fachadas vegetales.

Tiene un departamento de Investigación y Desarrollo que trata temas sobre cubiertas ecológicas y reverdecimiento de edificaciones. (INTEMPER, 2014).

Dentro de los sistemas que comercializa Intemper destacan el *TF Ecológico Aljibe*, provisto de un depósito para aguas pluviales; el *TF Ecológico*, para cubiertas invertidas; el *Jardín Intemper*, para azoteas planas, el *TF Jardín*, pensado para ser transitable; y el *TF Jardín Aljibe*, transitable y con almacenamiento de agua de lluvia.

ZinCo

ZinCo es una empresa pionera y uno de los líderes mundiales en cubiertas verdes extensivas e intensivas. Sus proyectos de investigación y el desarrollo de sus sistemas permiten a arquitectos e ingenieros ofrecer soluciones provistas de vegetación tanto a inversores particulares como a promotores de grandes obras públicas (ZinCo, 2014).

Esta empresa suministra diferentes sistemas en función del tipo de cubierta que se vaya a proyectar, entre los que están:

1. Para cubiertas extensivas: El sistema *Sedum tapizante*, que se instala en cubiertas en las que se busque un mantenimiento bajo; El sistema *Tapizante floral*, para cubiertas en las que se desee un toque de color durante la floración; la *Cubierta ajardinada inclinada hasta 20°*, en la que son necesarios elementos para soportar las fuerzas de empuje debidas a la pendiente; la *Cubierta ajardinada hasta 35°*, provista de un sistema especial de sujeción; las cubiertas *Abovedadas*, con elementos de retención y drenaje adecuados; la *Cubierta plana con pendiente de 0°*, en las que se debe evitar el encharcamiento del sustrato; y la *Cubierta invertida*, con el material aislante colocado sobre la impermeabilización.
2. Para cubiertas semi-intensivas disponen de una gama prefijada dentro del sistema llamado *Plantas aromáticas* que está compuesta por especies tipo Sedum, arbustos de escasa altura y plantas aromáticas como el tomillo.

3. Para cubiertas intensivas: El sistema *Pradera floral*, provisto de elementos que permiten el riego por capilaridad; la *Cubierta jardín*, que permite usar gran variedad de plantas y combinarlas con el uso peatonal de la cubierta; y la *Cubierta con césped*, que necesita una serie de cuidados especiales debido a la naturaleza “delicada” del césped.

Sánchez – Pando

Se trata de una empresa nacida en el norte de España que comercializa con gran cantidad de productos del mundo de la impermeabilización. No se dedica únicamente a las cubiertas verdes pero desarrolla sistemas especiales para la construcción de las mismas como elementos impermeabilizantes y de drenaje.

En la actualidad la principal gama de productos de la empresa, aquella que sustenta aproximadamente el 70% de su facturación, es la representada por las láminas asfálticas que se agrupan bajo la denominación genérica de KUBERTOL. (*SanchezPando, 2014*)

En relación con las cubiertas verdes, la empresa Sánchez-Pando, comercializa con la *cubierta ecológica KUBERTOL* que presenta dos variantes principales de la misma en función del elemento de drenaje utilizado.

3. Criterios de diseño generales

En este apartado se exponen una serie de criterios para el diseño y construcción de cubiertas verdes que son aplicables en cualquier lugar, en base a los cuales se presentarán posteriormente aquellos criterios específicos de la región cántabra.

Lo primero que se debe tener en cuenta a la hora de proyectar una cubierta verde es la inclinación que va a tener la misma. Cuanto mayor sea ésta, más resistencia deberán tener las especies vegetales que se coloquen y el riesgo de inestabilidad será mayor.

Una vez conocemos la inclinación de la cubierta debemos elegir qué tipo de vegetación vamos a colocar, ya que ésta viene condicionada por la inclinación como se ha comentado en el párrafo anterior. Para elegir que especies en particular vamos a colocar en una cubierta verde debemos atender principalmente a las precipitaciones, la insolación y las temperaturas.

Como siguiente criterio tenemos el aislamiento térmico el cual aumenta al aumentar la cobertura vegetal y el espesor del sustrato. Y acorde con este tenemos la resistencia estructural de la cubierta ya que cuanto mayor sea el espesor del sustrato y la carga de la vegetación mayor resistencia estructural será necesaria.

Para finalizar, debemos tener en cuenta la gestión del agua pluvial ya que a mayor porte de la vegetación y mayor espesor de sustrato se retiene más agua de precipitación y se retrasa el caudal punta de escorrentía.

Además de estos criterios, existen otros que deben tenerse en cuenta los cuales aparecen desarrollados en el Anejo nº 5. Criterios de diseño generales.

4. Descripción de Cantabria

Cantabria es una comunidad autónoma de carácter uniprovincial situada en la zona norte de la Península Ibérica, enclavada en la parte centro-oriental de la Cornisa Cantábrica. Su capital es la ciudad de Santander, siendo ésta también su localidad más poblada.

Limita al este con el País Vasco, concretamente con la provincia de Vizcaya; al sur con Castilla y León, provincias de León, Palencia y Burgos; al oeste con el Principado de Asturias; y al norte con el Mar Cantábrico. Cabe señalar que un pequeño enclave perteneciente a Cantabria, Villaverde de Trucíos, se encuentra incluido dentro de la provincia de Vizcaya.

Aproximadamente el 82% de la comunidad autónoma se encuentra al norte de la divisoria hidrográfica que separa la vertiente cantábrica de la Meseta Castellana, mientras que el 18% restante pertenece a las cuencas del Ebro y, en mucha menor medida, del Duero (*Guía de la naturaleza de Cantabria, 1986*).

La superficie de Cantabria es de 5326 km², con una longitud de costas de 284 km (*Wikipedia, 2014*).

El relieve en Cantabria es, en general abrupto, con la excepción de los fondos de los valles más grandes y la zona litoral.

Por su situación en el norte de la península Ibérica, en la fachada costera occidental del continente europeo, el clima de Cantabria es de tipo oceánico atlántico, con un régimen de temperaturas suave y templado, una oscilación térmica limitada y con persistentes precipitaciones durante el año, más acentuado durante los meses de invierno. No obstante, presenta algunos rasgos de transición hacia el dominio mediterráneo, particularmente evidentes en verano (persistencia de tiempo anticiclónico, y posibilidad de sufrir episodios de precipitaciones muy intensas asociadas a fenómenos de “gota fría”). (*Gobierno de Cantabria, 2014*). El clima de Cantabria ha sido estudiado en el [Anejo nº 3. Climatología de Cantabria](#).

4.1. Comarcas y arquitectura

Cantabria consta de una serie de comarcas naturales como son: Franja costera, La Liébana, Valle del Nansa, Valle del Saja, Valle del Besaya, Valle del Pas, Valle del Miera, Valle del Asón-Gándara, Comarca de Campoo y Comarca de los valles. Cada una de ellas se caracteriza por poseer unos tipos de cultivo característicos que se puede conocer de forma detallada en el [Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria](#).

La arquitectura cántabra se caracteriza por construcciones provistas de chimeneas, así como cubiertas inclinadas y provistas de canalones. Todo esto se debe al clima de la región y a las abundantes lluvias que en ella tienen lugar. Las características de este tipo de arquitectura así como los detalles constructivos que se deben tener en cuenta al realizar la cubierta aparecen expuestos en el [Anejo nº 6. Detalles constructivos](#).

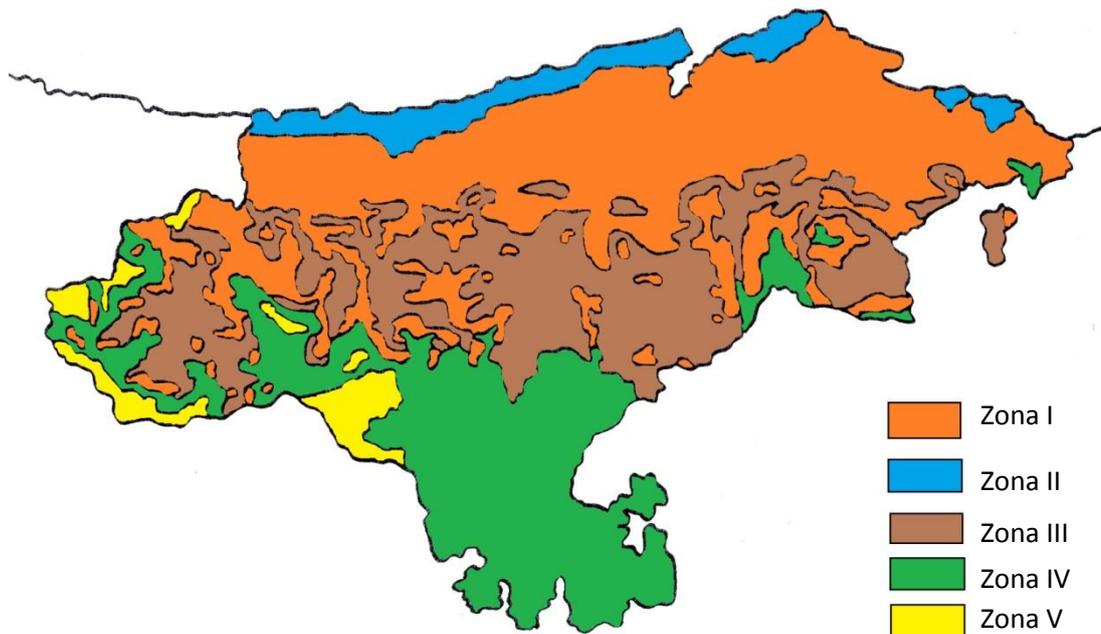
La vegetación presente en Cantabria depende de la comarca natural en la que nos encontremos.

Sabiendo la comarca de la que se trata conoceremos el tipo de cultivo predominante y, para cada cultivo, se tiene una serie de plantas características del mismo. Estas tablas de especies autóctonas pueden ser consultadas en el Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria.

4.2. Climatología

En base a los criterios que aparecen reflejados en el Anejo nº 3. Climatología de Cantabria se considera, para la realización de este TFG, Cantabria dividida en 5 zonas según el tipo de clima. Estas zonas son:

- **Zona I:** constituye aquella abarcada por el clima marítimo cálido (MA), el marítimo fresco (Ma) y el mediterráneo marítimo fresco (Ma). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 5 °C, estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- **Zona II:** la correspondiente al clima marítimo cálido super marítimo (Mm). La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 8º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 10º y 21º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º.
- **Zona III:** Incluye el clima templado cálido (TE) y el mediterráneo templado (TE). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 5 y 10 °C, estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- **Zona IV:** formada por el clima patagoniano húmedo (Pd) y el mediterráneo templado fresco (Pa). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 10 °C, estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es superior a 17 °C.
- **Zona V:** Incluye el clima patagoniano húmedo frío (pa) y el mediterráneo templado fresco frío (pa). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 10 °C, estación libre de heladas en meses superior a 2,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es superior a 10 °C.



A partir de esta información se ha realizado un mapa para ilustrar las diferentes zonas climáticas presentes en Cantabria que se puede encontrar en el apartado de planos de este TFG.

5. Criterios de diseño aplicados a Cantabria

Dando cumplimiento a uno de los principales objetivos planteados en este TFG, a partir de todo lo visto anteriormente, la aplicación a Cantabria se realiza siguiendo los siguientes criterios:

5.1. Arquitectura

La arquitectura Cántabra se caracteriza por la presencia de chimeneas que atraviesan la cubierta, la existencia de canalones y las cubiertas inclinadas. Esto se debe tenerse en cuenta a la hora de proyectar y construir la misma, lo que viene plasmado en el Anejo nº 6. Detalles constructivos.

En caso de que se trate de un proyecto de construcción de una nueva cubierta se recomienda que, dado que en Cantabria las lluvias son abundantes a lo largo del año, la inclinación de la misma en esta región deberá ser de, al menos, el 5% para evitar los problemas de encharcamiento ya citados anteriormente. Al mismo tiempo, esta inclinación no se recomienda que sea muy elevada (>20°) ya que presentará problemas de deslizamiento del sustrato y el drenaje tendrá lugar demasiado rápido con lo que las plantas no dispondrán de tiempo suficiente para absorber los nutrientes necesarios para su crecimiento.

5.2. Vegetación

Proyectaremos una cubierta extensiva en viviendas que no estén ocupadas permanentemente ya que su mantenimiento se reduce a una o dos veces al año. Sin embargo, una cubierta verde intensiva, nos obliga a un mantenimiento constante por lo que sólo se proyectarán en viviendas permanentes.

Se realizará una cubierta extensiva cuando la cubierta sobre la que se va a proyectar sea inclinada. Así como cuando se construya sobre viviendas ya edificadas sobre las que se lleven a cabo actuaciones de rehabilitación. Esto último se debe a que, aunque la cubierta sea plana, la estructura portante no suele cumplir las exigencias de resistencia estructural que requiere una cubierta verde.

Si lo que queremos es una solución híbrida entre las dos anteriores elegiremos una terraza jardín semi-intensiva.

La vegetación tipo Sedum es la que más resiste la climatología extrema y la que menos mantenimiento necesita, por lo que si vamos a proyectar una cubierta verde en viviendas que no están ocupadas permanentemente podremos usar esta familia de plantas. Entre ellas destacan los sistemas que vienen desarrollados en el Anejo nº 5. Criterios de diseño generales.

Atendiendo a las comarcas naturales definidas en el Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria. se conoce el tipo de cultivo presente en cada zona. Sabiendo esto, se consultará este mismo Anejo para conocer las especies autóctonas del lugar en el que se proyecte la cubierta. Esto se debe tener en cuenta ya que se debe plantar, en la medida de lo posible, vegetación propia de la zona.

5.3. Resistencia estructural

En zonas en las que exista probabilidad de nevadas se deberá construir una estructura de soporte con una capacidad de carga que permita soportar, además de la carga del sustrato y la vegetación, la sobrecarga que podría causar la nieve en caso de producirse.

Dada la zona climática en la que se encuentra Cantabria, la sobrecarga de nieve a considerar será, en función de la altitud, la siguiente:

Altitud [m]	0	200	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
Carga de nieve [kN/m ²]	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,7	2,3	3,2	4,3

(Prontuarios, 2014)

Es necesario considerar la sobrecarga debida al peso del agua almacenada si la cubierta a proyectar va a estar provista de aljibe. Esta sobrecarga será función de la cantidad de agua que se vaya a almacenar:

$$\text{Sobrecarga agua [kN/m}^2] = 9,81 \text{ [m/s}^2] * V \text{ [m}^3\text{/m}^2]$$

Siendo V el volumen de agua almacenado por m² de superficie de cubierta.

En general, como aparece detallado en el Anejo nº5. Criterios de diseño generales, el almacenamiento de agua no se realizará sobre la cubierta si no enterrado para proteger a la misma de la luz y la temperatura. Sin embargo, se debe tener en cuenta la sobrecarga por agua en aquellos sistemas que almacenan una pequeña cantidad de ésta para ser utilizada en el riego por capilaridad.

Puede ser interesante la implantación de este tipo de cubiertas provistas de aljibe en zonas de la región que puedan quedar aisladas o en aquellas que tengan un aumento importante de la población durante el periodo estival, como por ejemplo, la zona oriental de la Comunidad Autónoma o la ciudad de Santander.

6. Catálogo de cubiertas para Cantabria

En base a la información recopilada para llevar a cabo este TFG se proponen para Cantabria 6 tipos diferentes de cubiertas verdes en función de la climatología y los agentes externos a los que va a estar expuesta la misma. Se debe tener en cuenta que se proponen infinidad de opciones de las cuales se han extraído las 6 que han sido consideradas como las más relevantes para Cantabria.

Se trata de una división en la que se han valorado los diferentes elementos constructivos que forman parte de las cubiertas verdes. La descripción de cada uno de estos componentes que integran los diferentes tipos de cubiertas verdes aparece detallada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente TFG.

6.1. Cubiertas extensivas

En primer lugar se proponen cubiertas de tipo extensivo que son especialmente recomendables para edificios en los que no se vaya a realizar un mantenimiento continuado de la cubierta.

Aclarar que en el caso de las cubiertas extensivas solo se propone la disposición tradicional de la cubierta en lugar de la tradicional y la invertida. Esto se debe a la falta de información sobre cubiertas extensivas invertidas, no a la consideración de que no sean adecuadas para su aplicación en Cantabria ya que la capa de aislamiento térmico/acústico actuaría como protección adicional de la membrana impermeable.

6.1.1. Cubierta extensiva tradicional con membrana de impermeabilización monocapa.

Por tanto, esta propuesta se centra en una cubierta de tipo extensivo cuya aplicación se propone en zonas de Cantabria que cuenten con una población de más de 10000 habitantes. Esto se debe a que la capa de impermeabilización está formada por una sola membrana impermeable, que actúa a la vez como membrana de protección contra la perforación de raíces, y por tanto es más sensible a las acciones que puedan dañarla. Se considera que en un núcleo urbano estas acciones (presión hidrostática, presión del viento, energía cinética del agua de lluvia, etc.) son menores y por tanto se pueden colocar en él cubiertas con una sola membrana de protección/impermeabilización. Además, las posibles reparaciones tienen un coste menor en núcleos urbanos al minimizar la necesidad de transporte de materiales, equipos y técnicos especializados, y facilitar las acciones necesarias, en comparación con el medio rural o aislado.

6.1.2. Cubierta extensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

Este tipo de cubierta es especialmente adecuado para zonas aisladas con probabilidad de nevadas, siempre que la capa vegetal que se instale en la misma esté compuesta por especies que resistan las condiciones climáticas extremas propias de los climas con presencia de nieve, como por ejemplo el Sedum.

Además, al contar con una capa de impermeabilización/protección formada por dos o más membranas se propone su instalación en zonas rurales de Cantabria que pueden estar más expuestas a las acciones climáticas capaces de dañar esta capa de la cubierta.

6.2. Cubiertas intensivas

En segundo lugar se proponen una serie de cubiertas de tipo intensivo que se consideran adecuadas para su construcción en edificios en los cuales se pueda y vaya a realizar un mantenimiento continuo de la cubierta.

Se debe tener en cuenta que una cubierta intensiva proporciona, por un lado, mayor protección a la capa de impermeabilización debido a la capa de medio de cultivo que ésta tiene encima. Sin embargo, también presenta el inconveniente de que la vegetación de mayor porte instalada en la misma tiene raíces más fuertes que pueden dañarla.

6.2.1. Cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización monocapa.

Se trata de la cubierta intensiva con menor protección de la capa de impermeabilización ya que solo cuenta con una capa de medio de cultivo de pocos centímetros de espesor. Por ello, se propone su utilización en poblaciones de más de 10000 habitantes, considerando que en un núcleo urbano la presión hidrostática, presión del viento, energía cinética del agua de lluvia, etc. son menores y las posibles reparaciones tienen un coste menor que en un medio rural o aislado. Se citan como ejemplos de poblaciones de más de 10.000 habitantes en Cantabria, Santander con 178.465 (2012), Laredo con 12.094 habitantes (2012), Torrelavega con 55.553 habitantes (2011) y Castro Urdiales con 32.522 habitantes (2012).

6.2.2. Cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

Este tipo de cubierta cuenta con dos o más membranas impermeables por lo que la probabilidad de daño de la capa disminuye. Es por esto por lo que se propone su aplicación en zonas que no estén muy pobladas pero tampoco se encuentren aisladas y expuestas totalmente a las condiciones climáticas adversas. Se considera que son adecuadas para ser construidas en áreas de Cantabria con una población de entre 5.000 y 10.000 habitantes, como por ejemplo, Renedo de Piélagos con 5.183 habitantes (2013), Cabezón de la Sal con 8.234 habitantes (2012), Colindres con 7.948 habitantes (2011) y Santa María de Cayón con 9.005 habitantes en 2011.

6.2.3. Cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización monocapa.

Al tratarse de una cubierta invertida la membrana impermeable queda protegida por la capa de aislamiento térmico/acústico. Esto permite que la cubierta sea situada en zonas donde las temperaturas sean variables entre el día y la noche. Considerando que la protección ofrecida por la capa de aislamiento térmico/acústico es mayor que la que genera una segunda membrana impermeable se propone la instalación de este tipo de cubierta en poblaciones con menos de 5000 habitantes, sacando mayor provecho de su baja probabilidad de fallo. Poblaciones adecuadas para la instalación de este tipo de cubiertas en Cantabria podrían ser: Solares con 4.009 habitantes (2010), Somo con 1.686 habitantes (2008), Potes con 1.481 habitantes (2011) y Noja con 2.653 habitantes en 2012.

6.2.4. Cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización multicapa.

En esta cubierta intensiva la capa impermeable cuenta con la doble protección proporcionada

por el aislamiento térmico/acústico y por la presencia de más de una membrana de impermeabilización, por lo que es la más protegida de entre las propuestas en este TFG.

Por tanto, se considera adecuada para su instalación en zonas aisladas en las que la acción del viento y la lluvia son más fuertes. Además, en este tipo de cubierta la membrana impermeable resistirá mejor las temperaturas extremas ya que contará con la protección de la capa vegetal, del medio de cultivo y del aislamiento térmico/acústico, por lo que puede ser instalada en zonas con diferencias de temperaturas notables entre el día y la noche, así como en zonas con nieve, teniendo siempre en cuenta las especies vegetales que se vayan a plantar.

7. Ejemplo de aplicación

Para explicar los efectos que tendría la construcción de cubiertas verdes en zonas urbanas se ha tomado como ejemplo una pequeña parte de la ciudad de Santander ubicada en la zona de Puertochico. La elección de esta zona se debe a que, tal como se ha indicado en la justificación particular de este TFG, la mayor mejora derivada de la construcción de cubiertas verdes se consigue en áreas impermeables como son las zonas urbanas.

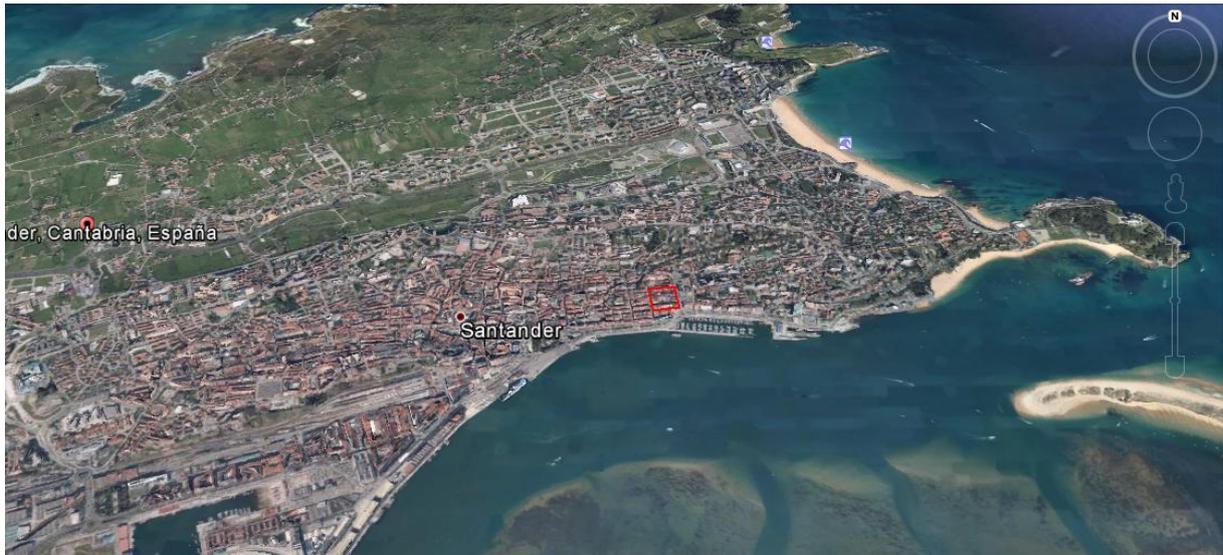


Imagen extraída de Google Earth



Imagen extraída de Google Earth

Esta área tiene una superficie, calculada a partir de las medidas del rectángulo de la imagen anterior proporcionadas por Google Earth, de aproximadamente 19.500 m². De estos 19.500 m²,

11.505 m² son cubiertas impermeables, en su mayoría inclinadas.



Imagen extraída de Google Earth

Algunos de los efectos que derivarían de la transformación, mediante obras de rehabilitación, de estas cubiertas tradicionales en cubiertas verdes extensivas (ya que la gran mayoría de las cubiertas de Santander son inclinadas) son:

- **Retención de aguas pluviales.** Tal y como ya se ha comentado en el Anejo nº 1. Descripción general de las cubiertas verdes, éstas absorben y evaporan el 50% de la precipitación anual. Según un estudio climatológico de las precipitaciones realizado en la estación de Santander-Ojaiz nº 1112-E (*El tiempo, 2014*), Santander tiene una precipitación media acumulada anual de unos 1.130 l/m² que serían unos 13.000 m³ de lluvia acumulados en el área ocupada por las cubiertas de esta zona (11.505 m²). Por lo tanto, 6.500 m³ de lluvia serían retenidos por las cubiertas verdes que se instalaran en esta pequeña área a lo largo de un año.
- **Reducción de la contaminación.** Un metro cuadrado de cubierta verde filtra en torno a 0,2 kg de polvo de aerosol y partículas de niebla tóxica al año (Anejo nº 1. Descripción general de las cubiertas verdes). Por tanto en los 11.505 m² de cubierta de esta zona se filtrarían unos 2300 kg de este tipo de contaminación al año. Además, según el artículo de Getter *et al.* (2009), un estudio realizado en East Lansing, EEUU, en una cubierta con un espesor de sustrato de 6 cm, se capturaron de media 168 g de Carbono por m² en dos años. Por tanto trasladando este dato al área estudiada en la ciudad de Santander se reducirían 966.420 g de CO₂ a lo largo de un año. Si un coche de gasolina produce una media de 19 kg de CO₂ cada 100 km (Estrategia Aragonesa de Cambio climático y energías

limpias), esta área de la ciudad de Santander eliminaría el CO₂ que generaría un coche que circulara unos 5.100 km.

Estos efectos se conseguirían fácilmente si se desarrollara un plan enmarcado dentro de la Estrategia Europa 2020, descrita en la justificación particular de este TFG, en el cual se fomentara con diferentes ayudas la construcción de este tipo de cubiertas. Sin embargo, no son la única opción a considerar puesto que se debería realizar un estudio sobre las diferentes cubiertas que existen en la ciudad y determinar si es más viable la instalación de paneles solares para producir energías renovables, en áreas con suficiente tiempo de exposición solar al año, o si la cantidad de radiación incidente sobre una determinada cubierta hace que no sea rentable su utilización para producir energía eléctrica y, sin embargo, se permita la posibilidad de construir una cubierta verde con las ventajas que se han comentado en este TFG.

8. Conclusiones

En cuanto a los **objetivos particulares** que se pretendían conseguir con la realización del presente Trabajo de Fin de Grado, se considera que se han cumplido por los siguientes motivos:

- El primer objetivo consiste en *“Describir la técnica detallada de las cubiertas verdes como solución constructiva”* se considera en general cumplido a lo largo del Apartado 2. Descripción de las cubiertas verdes, en el que se ha presentado una definición detallada de en qué consiste una cubierta verde, así como de los componentes que la forman y los tipos de cubiertas que se pueden encontrar actualmente. Además, las cubiertas verdes han sido definidas como parte de la arquitectura bioclimática en los beneficios particulares de las mismas.
- El siguiente objetivo *“Destacar las principales empresas del sector en la actualidad”*, se ha realizado principalmente en el Anejo nº 2. Principales empresas de Cubiertas verdes. Con el cumplimiento de este objetivo se dan a conocer las empresas más importantes del sector para proporcionar información sobre los diferentes sistemas que desarrollan y sobre dónde pueden encontrarse productos adecuados.
- En cuanto a *“Detallar las condiciones climatológicas y de flora de Cantabria”*, se ha desarrollado una descripción muy detallada de la climatología de la región, en la que se incluyen temperaturas, precipitaciones, etc., a lo largo del Anejo nº 3. Climatología de Cantabria. La flora más típica de la Cantabria actual se encuentra muy relacionada con el clima de la Comunidad Autónoma y se presenta en el Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria, en función de la zona en la que nos encontremos. Por tanto, se ha cumplido este objetivo.
- Como siguiente objetivo encontramos *“Adaptar los criterios generales de diseño de cubiertas verdes al caso de Cantabria”*, se ha desarrollado llevando a cabo una descripción de la comunidad autónoma de Cantabria durante el Apartado 4. Descripción de Cantabria, tanto en cuanto a su clima como a su arquitectura y vegetación más típicas. En base a estos datos, se ha realizado una adaptación de los criterios generales de diseño de una cubierta verde (Apartado 3. Criterios de diseño generales) a la zona de Cantabria a lo largo del Apartado 5. Criterios de diseño aplicados a Cantabria.
- En cuanto a *“Plantear diseños particulares adaptados a las distintas zonas de Cantabria”* se ha realizado un catálogo de cubiertas verdes para la Comunidad Autónoma en función del tamaño de la población en la que se vaya a construir la misma (Apartado 6. Catálogo de cubiertas para Cantabria). Además, se ha dividido Cantabria en diferentes zonas climáticas caracterizadas por un tipo de cultivo determinado (Anejo nº 4. Vegetación de Cantabria) con lo que se pretende que las cubiertas verdes se construyan con un tipo u otro de vegetación en función del lugar en el que se encuentren emplazadas.
- Por último se planteó *“Estudiar un ejemplo concreto como ilustración final”*. Este ejemplo se presenta en el Apartado 7. Ejemplo de aplicación, y en él se elige un área de la ciudad de Santander y se estudia el impacto que tendría sustituir todas sus cubiertas convencionales por cubiertas verdes. Por consiguiente, se han ilustrado las consecuencias que derivan de la construcción de cubiertas verdes en un área predominantemente impermeable de Cantabria.

9. Bibliografía

Aqua España (2011). *Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificio, Aqua España, 2011.*

Arquitectura México (2014) <http://arquitecturamexico.files.wordpress.com> Consultada por última vez en marzo de 2014.

ASESCUVE (2014) <http://www.asescuve.org/cubiertas-verdes> Consultada por última vez en marzo de 2014

Base de precios Five (2014).

<http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base12/index.htm?http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base12/tip1/cia0/EQA.htm> Consultada por última vez en mayo de 2014.

Base de precios (2014).

http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/calculaprecio.asp?Valor=2%7C0_0%7C0%7CQAY010%7Cgay_010: 0 0 0 0 5 Consultada por última vez en mayo de 2014.

Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs (2009). Autor: Getter *et al.* Getter, K. L.; Rowe, D. B.; Robertson, G. P.; Cregg, B. M.; Andresen, J. A.. *Environ.Sci.Technol.* 2009, 43, 7564–7570. DOI: 10.1021/es901539x

Digital commons (2014).

<http://digitalcommons.ryerson.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=arch> Consultada por última vez en marzo de 2014.

El tiempo (2014). <http://www.tiempo.com/ram/2256/estudio-climatolgico-de-las-precipitaciones-en-la-estacin-de-santander-ojaiz/> Consultada por última vez en abril de 2014.

Estrategia Aragonesa de Cambio climático y energías limpias (2014). <http://calcarbono.servicios4.aragon.es/> Consultada por última vez en Junio de 2014.

Gobierno de Cantabria (2014). *Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Gestión Integral de Infraestructuras de Cantabria 2014-2021*, por la Conserjería de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria realizado por la empresa Servicios Ambientales Integrales.

Guía de la naturaleza de Cantabria (1986). *Guía de la naturaleza de Cantabria*. Autores: Antonio Cendrero Uceda, José Ramón Díaz de Terán Mira, Emilio Flor Pérez, Enrique Francés Arriola, José Ramón González Lastra, José María Martínez Incera. Ediciones de librería Estudio.

IGRA (2014.) www.igra-world.com Consultada por última vez en marzo de 2014

INTEMPER (2014). <http://www.intermper.com/> Consultada por última vez en marzo de 2014.

NTE18 (2014).

http://www.normativaconstruccion.com/Publish/Construccion_Urbanismo/pdf_popup.php?Documento=nte18.pdf&category=documentos Consultada por última vez en abril de 2014.

Prontuarios (2014). <http://prontuarios.info/acciones/nieve> Consultada por última vez en marzo de 2014.

Recomendaciones técnicas para proyectos de cubiertas vegetales (2014). Autor: Grupo Técnico de Techos Verdes.

Sánchez-Pando (2014). <http://www.sanchezpando.com/> Consultada por última vez en abril de 2014.

Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos (2009). *Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos*. Autor: Gernot Minke. Editorial Fin de Siglo.

Tesis Master Caroline Heredia (2012).

http://oa.upm.es/14256/2/TESIS_MASTER_CAROLINE_HEREDIA_A_2.pdf Consultada por última vez en marzo de 2014.

Texsha synthetics (2014). <http://www.texasynthetics.com/es/sis.asp?m=0&sid=1213#> Consultada por última vez en abril de 2014.

UNESCO (2014). <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact1-demographics-consumption/> Consultada por última vez en marzo de 2014

Universidad de Cantabria (2014). Apuntes de la asignatura *Sostenibilidad en la Construcción* impartida en el curso 2013-2014

Viajejet (2014). <http://viajejet.com/wp-content/viajes/mapa-fisico-cantabria.png> Consultada por última vez en marzo de 2014.

Wikipedia (2014). <http://es.wikipedia.org/wiki/Cantabria> Consultada por última vez en marzo de 2014.

ZinCo (2014). <http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/index.php> Consultada por última vez en marzo de 2014.

ANEJO Nº 1.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CUBIERTAS VERDES.

Contenido

ANEJO Nº 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CUBIERTAS VERDES.....	38
Descripción de las cubiertas verdes	40
Definición de cubiertas verdes.....	40
Beneficios privados	41
Beneficios públicos.....	42
Importancia de las cubiertas verdes	43
Componentes de la construcción de cubiertas verdes	44
Generalidades	44
Estructura y aislamiento térmico	45
Membrana de techo y protección contra la perforación de las raíces	46
Protección contra daños mecánicos	46
Capa de drenaje	47
Sustrato	47
Clasificación de las cubiertas verdes	48
En función de la vegetación y el espesor del sustrato	48
Cubierta ecológica extensiva.....	48
Cubierta ajardinada intensiva	50
Terraza jardín semi-intensiva	50
En función de la tecnología usada durante la construcción:	51
Sistema completo.....	51
Sistema modular	51
Alfombras de vegetación pre cultivadas	51

Descripción de las cubiertas verdes

La información contenida en este apartado ha sido extraída en gran parte de *International Green Roof Association (IGRA, 2014)*

Definición de cubiertas verdes

Según el CTE se denomina cubierta a aquellos cerramientos superiores, en contacto con el aire, cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal llamándose fachadas si la inclinación es mayor.

La misión fundamental de la cubierta, al igual que de las fachadas, es la protección del espacio interior de los edificios frente a los agentes atmosféricos como la lluvia y el viento. Además es un elemento de disipación térmica y de protección acústica y lumínica del interior del edificio.

Mientras que las fachadas determinan la separación vertical entre el espacio interior y exterior, la cubierta asume el papel de protección en la parte superior del edificio. Por este motivo la función de aislamiento térmico y acústico de la cubierta es coincidente con los cerramientos verticales y adquiere una mayor relevancia la necesidad de que la cubierta constituya una adecuada protección frente a agentes climatológicos como la lluvia o la nieve, que le afectan de una manera mucho más directa.

La principal función de una cubierta es impedir que el agua entre en el interior del edificio, por ello sus principales características serán la estanqueidad y la impermeabilidad. Además deberá tener la resistencia suficiente para soportar las cargas y sobrecargas a las que está sometida: peso propio, sobrecarga de nieve, sobrecarga de uso, etc.

La cubierta también debe presentar durabilidad frente al deterioro constante que provocan las condiciones atmosféricas adversas a las que está sometida. Además deberá proporcionar el adecuado aislamiento térmico que impida la pérdida de calor o de frío, y el aislamiento acústico necesario para conservar el confort en su interior.

En particular, las Cubiertas verdes son un tipo de cubierta caracterizado por emplear la vegetación como envolvente de la estructura. Estos sistemas multicapa recubren tejados, terrazas y balcones de todo tipo con el objetivo de mejorar el comportamiento de la construcción sobre la que se aplican. (*Universidad de Cantabria, 2014*)

Las cubiertas verdes ofrecen importantes beneficios frente a las cubiertas convencionales en relación a las características que éstas deben cumplir y que han sido mencionadas anteriormente.

Beneficios privados

Aumenta la vida de la impermeabilización

La esperanza de vida de un tejado convencional es de unos 15 a 25 años. Esto se debe a los esfuerzos, tanto físicos como químicos y biológicos, sobre la superficie impermeable de la cubierta a lo largo de los años. Las diferencias de temperatura de más de 100°C durante el año y de más de 60°C en 24 horas, así como la radiación ultravioleta y las altas proporciones de Ozono aceleran el envejecimiento de la impermeabilización que da como resultado: fatiga del material, contracciones y formación de grietas y fugas. Las cubiertas verdes proporcionan protección a la impermeabilización ya que la capa vegetal amortigua los esfuerzos debidos a la temperatura durante el invierno y el verano y consigue que no se sobrepasen normalmente las diferencias de temperatura de 35°C durante el año y de 15°C durante el día. Además, las cubiertas vegetales protegen la impermeabilización en caso de acciones físicas como granizo, viento, vandalismo, etc.

Reducción de los niveles de ruido

Las cubiertas verdes reducen la reflexión del sonido hasta en 3 dB y mejoran el aislamiento acústico hasta en 8 dB. Esto es importante para la gente que vive cerca de aeropuertos, discotecas ruidosas o zonas industriales.

Aislamiento térmico

Las cubiertas verdes constituyen un aislamiento térmico adicional con lo que se consigue una reducción del uso de energía y, por tanto, un beneficio económico. Sin embargo, en el pasado no fue posible cuantificar este efecto e integrar las cubiertas vegetales en la balanza energética de los edificios. Esta brecha fue cerrada a principio de los 90 cuando varios edificios con cubiertas verdes fueron certificados oficialmente con valores de resistencia térmica por el Instituto Alemán de Ingeniería de la Construcción. Dependiendo del aislamiento térmico inicial, se pueden ahorrar entre 1 y 2 litros de combustible por metro cuadrado con este aislamiento adicional que proporcionan las cubiertas verdes.

Protección contra el calor

Durante los meses de verano las cubiertas verdes reducen las temperaturas interiores a través de la transpiración. De acuerdo con los ensayos de Drefahl (1995), el microclima de un apartamento bajo una cubierta verde es comparable al de uno situado en una planta baja. El sobrecalentamiento típico de un ático en verano puede evitarse con tejados vegetados, por lo que se reducirá el uso de aire acondicionado y el consumo de energía.

Uso del espacio

Las cubiertas verdes ofrecen varias posibilidades de uso entre las que se incluyen: refugios naturales para plantas e insectos, tejados ajardinados para uso recreativo, cafeterías y áreas para practicar deporte. Si se cumplen los requisitos técnicos y de construcción para el edificio, no hay prácticamente límites para el diseño paisajístico con plantas perennes, pequeños árboles, terrazas o jardines. Los jardines en el tejado mejoran el ambiente de trabajo y ofrecen áreas recreativas, incluso en conurbaciones.

Beneficios públicos

Hábitat natural para animales y plantas.

El cierre del paisaje debido a las actividades de construcción tiene varios efectos negativos en los ecosistemas y el hábitat humano. Esto ocurre en particular en áreas urbanas en las que se impermeabiliza una gran parte de su superficie total. Los tejados vegetados pueden compensar la pérdida de zonas verdes y conectar refugios aislados para la flora y la fauna dentro de los centros estériles de la ciudad. Las cubiertas extensivas con poco mantenimiento promueven especialmente la biodiversidad ya que, por ejemplo, abejas salvajes, mariposas y escarabajos encuentran allí alimento y refugio. El ciclo natural de plantación, la auto-siembra y la selección de esfuerzos conduce a sistemas ecológicos de carácter único.

Retención de aguas pluviales

Las cubiertas verdes son instrumentos importantes para prevenir las inundaciones a nivel local. Dependiendo del sistema de cubierta verde y la profundidad del medio de cultivo, la escorrentía inmediata puede reducirse entre un 50 y un 90%. En términos medios, una azotea verde de 5 cm de espesor, se ha demostrado que absorbe y evapora el 50% de la precipitación anual. La mayoría de esta agua vuelve directamente al ciclo natural por transpiración / evaporación en la cubierta verde y el agua excedente es filtrada y drenada con cierto retraso temporal evitando así las inundaciones. Esto lleva a la reducción del estrés sobre el sistema de alcantarillado tanto durante el año como en los períodos de flujo máximo, lo que permite instalar menos o dimensionar menores sistemas de este tipo. En combinación con otras formas modernas de gestión del agua es posible conseguir que las aguas pluviales sean infiltradas totalmente en el suelo.

Efecto isla de calor urbano.

El calentamiento global, el aumento de las superficies impermeables y el exceso de calor proveniente de los edificios residenciales, la industria y el tráfico conducen a un aumento de temperatura dentro de las aglomeraciones urbanas. La causa es la gran cantidad de piedra, asfalto y hormigón en las ciudades que absorben la radiación del sol durante el día, y lo liberan por la noche. La diferencia de temperatura resultante producida entre la ciudad y sus alrededores se denomina efecto isla de calor urbano. En verano este efecto puede alcanzar cerca de 10°C. El efecto isla de calor urbano recude drásticamente la calidad de vida y deteriora la salud de los habitantes de la ciudad. “Aires acondicionados” naturales como zonas verdes y parques pueden absorber hasta el 80% de la entrada de energía; sin embargo, en lugares densamente poblados las zonas verdes son poco comunes. Los techos con superficie ajardinada son una alternativa, dado que reducen el efecto isla de calor urbano a través de los procesos de transpiración y humidificación del aire seco. Este proceso conduce un a un clima mejor para los ocupantes de apartamentos y edificios contiguos.

Reducción de los niveles de contaminación

La contaminación del aire interno de la ciudad puede causar efectos adversos serios sobre la salud, los cuales han sido demostrados por numerosos estudios durante los últimos años. En particular, los óxidos de nitrógeno, monóxidos de carbono, componentes orgánicos volátiles y gases de escape diesel están creando peligrosas combinaciones de sustancias tóxicas para los habitantes de los núcleos urbanos. Las plantas son capaces de mejorar la calidad del aire. Un

metro cuadrado de cubierta verde puede filtrar, aproximadamente, 0,2 kg de polvo de aerosol y partículas de niebla tóxica al año. Además, nitratos y otros materiales perjudiciales del aire y de la lluvia son depositados en el medio de cultivo.

Mejora el paisaje urbano

Las cubiertas verdes mejoran visualmente la calidad de vida en las ciudades. Unas pocas “islas” florecientes son capaces de interrumpir la monotonía del gris del centro de la ciudad y mejorar la salud mental y física de los habitantes. No sólo en ciudades, sino también en zonas rurales, las cubiertas verdes permiten a los edificios industriales combinarse en perfecta armonía con el paisaje.

Importancia de las cubiertas verdes

Además de la importancia que las cubiertas tienen en el edificio sobre el que se instalan, si se analiza la composición de los elementos impermeables que se pueden encontrar en las ciudades, se observa que existen dos elementos que predominan sobre los demás, constituyendo el grueso de las áreas impermeabilizadas: las cubiertas y las vías de tránsito de vehículos y personas.

En la actualidad se puede estimar que alrededor del 40% de las zonas impermeables de las ciudades corresponden a las cubiertas. Esto hace que tengan una gran importancia en la gestión de las escorrentías que se generan en las áreas urbanas.

Componentes de la construcción de cubiertas verdes

La información de este anejo ha sido extraída del libro *Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos*.

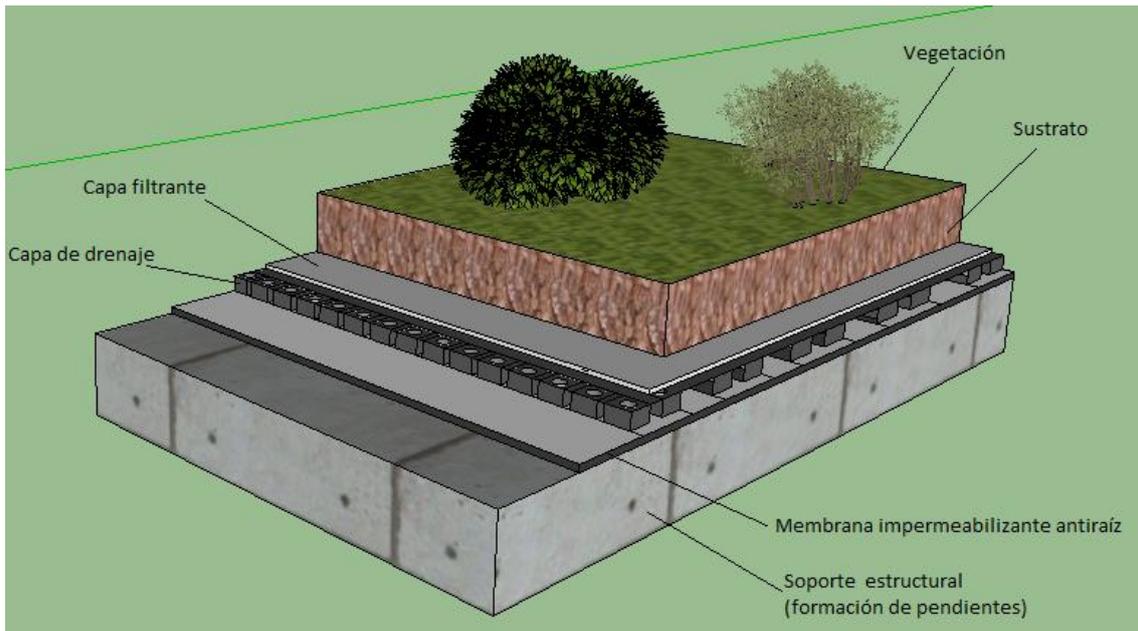
Generalidades

Como se ha comentado anteriormente, en las cubiertas planas deberá preverse una capa de drenaje para evitar encharcamientos. El sustrato se dispondrá en dos capas: la capa superior o la capa de soporte de la vegetación que estará formada por un suelo nutritivo que sirva de soporte para las raíces; y la capa inferior o de drenaje cuya finalidad es desviar el agua pero también almacenarla. Entre ambas capas se dispone una capa de filtro, generalmente de fieltro, que evita que parte del suelo se transforme en barro líquido y se escurra en la capa de drenaje.

En el caso de tratarse de un techo con una inclinación superior al 5% esta separación deja de ser necesaria. Se dispondrá una capa soporte de la vegetación a la que se añadirán partículas porosas (arcilla expandida, pizarra expandida, lava expandida, escoria, piedra pómez o similares) para conseguir un efecto de drenaje suficiente. Estas partículas porosas tendrán mayor cuantía en la zona inferior de la cubierta que en la superior.

Como se ha citado previamente, se consigue un mayor aislamiento contra más censo sea el colchón de vegetación. Para alcanzar este objetivo se suelen usar techos de solo pasto o de pasto y hierbas en techos inclinados con una única capa de sustrato de 14-18 cm de espesor. Con espesores inferiores el riesgo de secado aumenta, en especial en cubiertas orientadas al sol, y con espesores mayores el peso de la cubierta aumenta y se podrían asentar árboles. En el caso de que los espesores de sustrato debieran ser inferiores se usarán especies tipo Sedum que son más resistentes aunque ofrecen un colchón menos denso.

La estructura más simple y común de una cubierta vegetal está compuesta por 5 capas diferentes: una capa de impermeabilización, una capa de material drenante, un elemento de filtro (generalmente un geotextil), una capa de sustrato ubicada encima, y por último la vegetación.



Basado en Arquitectura México (2014)

Estructura y aislamiento térmico

Aquellas cubiertas que tengan suficiente capacidad portante para soportar la carga producida por una cubierta verde servirán como estructura.

Según la disposición de la capa de aislamiento térmico adicional, se distinguen dos tipos de techos:

- Techos fríos
- Techos calientes

Los *techos fríos* son aquellos en los que se dispone una capa de aire fina entre el aislamiento térmico y la cubierta verde. Ésta sirve para compensar la presión de vapor y es necesaria en construcciones que no dispongan de barrera de vapor.

No es aconsejable construir cubiertas verdes bajo el principio del techo frío puesto que las condiciones positivas de aislamiento térmico en invierno y de enfriamiento en verano no mejoran la habitabilidad bajo esta cubierta.

Los *techos calientes* no tienen cámara ventilada por lo que los beneficios que produce la cubierta verde son apreciados en las habitaciones bajo ella. Es necesario colocar una barrera de vapor bajo el aislamiento térmico para evitar que el vapor de agua entre en contacto con la capa aislante y se condense sobre ella.

Membrana de techo y protección contra la perforación de las raíces

De forma general, la capa impermeable hace las veces de protección contra la perforación de raíces. Sin embargo, para los techos habituales de bitumen y con juntas separadas es necesario colocar una membrana de protección adicional.

Cuando una rendija no está bien pegada o soldada, entra agua capilar en su interior y pueden crecer dentro puntas de raíces con sensores de humedad. Además, los solapes deben ser siempre soldados con aire caliente o alta frecuencia, ya que las raíces de algunas plantas fortalecen sus puntas cuando captan humedad mediante el almacenamiento de cristales de silicato y así pueden atravesar grietas o juntas.

Si se realiza una cubierta verde sobre un edificio ya construido provisto de membranas de techo que no son resistentes a las raíces, un método de protección consiste en colocar una lámina de polietileno sobre ellas. Hay que tener en cuenta que se debe prever un solape de, al menos, 150 cm ya que en el solape se mantiene el agua capilar durante largos periodos de tiempo y las raíces tenderían a crecer dentro.

Un segundo método que se aplica a menudo en cubiertas verdes de países escandinavos consiste en extender una lámina entramada de polietileno de alta densidad sobre la capa de bitumen del techo. Esta lámina tiene 2 cm de espesor, se coloca con 25 cm de solape y, normalmente, se pega con una masilla especial para juntas.

Están en el mercado en Europa las siguientes membranas protectoras para raíces:

- *Membranas polímero-elastómero-bituminosas*, elaboradas con una mezcla de bitumen con materias sintéticas.
- *Membranas de PVC*, fabricadas con PVC blando que generalmente no resiste el bitumen, el polystrol ni los productos aceitosos protectores de la madera. Para evitar que la membrana se ablande, pudiendo llegar a descomponer el material, se separa ésta de los materiales bituminosos con un material sintético, con una lámina de fibra de vidrio (mínimo 200 g/m²) o con una lámina de polietileno (mínimo 0,2 mm de espesor).
- *Membranas de polietileno*, son de polietileno clorado. Tienen una resistencia muy alta, pero no se pueden realizar uniones resistentes a las raíces en obra.
- *Membranas de tela con revestimiento de polylefino*, son más caras que las membranas revestidas de PVC y la soldadura es dificultosa. El trabajo solo debería ser realizado por empresas especializadas con experiencia.
- *Membranas de etileno copolimerizado bituminoso (ECB)*, compatibles con el bitumen y de fácil trabajabilidad.
- *Membranas EPDM*, contienen etileno, propileno, terpolímero y caucho. Tienen una elasticidad alta pero es difícil conseguir uniones herméticas.

Protección contra daños mecánicos

Es necesario colocar una capa de arena o un fieltro cuando la base para la membrana de protección contra la perforación de las raíces es rugosa o desigual o cuando deben absorberse movimientos específicos del material.

Capa de drenaje

La capa de drenaje tiene dos finalidades principales: evacuar el agua excedente y, hasta cierto grado, almacenar agua. Los materiales más aptos son los minerales porosos y livianos, granos gruesos, arcilla expandida, pizarra expandida, lava expandida, piedra pómez y materiales reciclados de escoria y ladrillo. Para conseguir capacidad de almacenaje de agua (15-25% de volumen) los materiales deben ser preponderadamente de poros abiertos.

En los techos planos o con poca inclinación, para impedir que el sustrato se haga lodo y pase a la capa de drenaje, se cubre ésta con un fieltro o tela. Esta medida es, generalmente, innecesaria en techos con pendiente fuerte ya que el drenaje se ve reforzado por la inclinación.

Sustrato

Es la capa de soporte de la vegetación, donde las raíces realizan su trabajo. Debe actuar como materia nutriente, almacenaje de agua y, además, tener volumen de aire suficiente en los poros para que las raíces tengan capacidad de anclaje.

Debe haber armonía entre el sustrato y la vegetación. En cubiertas extensivas de césped pobre, sedum y hierbas silvestres, conviene que el sustrato no contenga demasiado humus. Si como sustrato se utiliza tierra de suelo, se debe procurar que no tenga mucho contenido en arcilla (menos del 20% de arcilla y limo, es decir, de granulometría inferior a 0,06 mm) y se deberá empobrecer con entre 25 y 75% de minerales livianos con granulometría de 0 a 16 mm. Para esto último se adaptan bien la piedra pómez, lava, pizarra expandida, arcilla expandida partida y material reciclado de ladrillos porosos de arcilla y piedra pómez. Si el sustrato es demasiado rico en nutrientes los pastos crecen demasiado y se secan debido a la acción del viento.

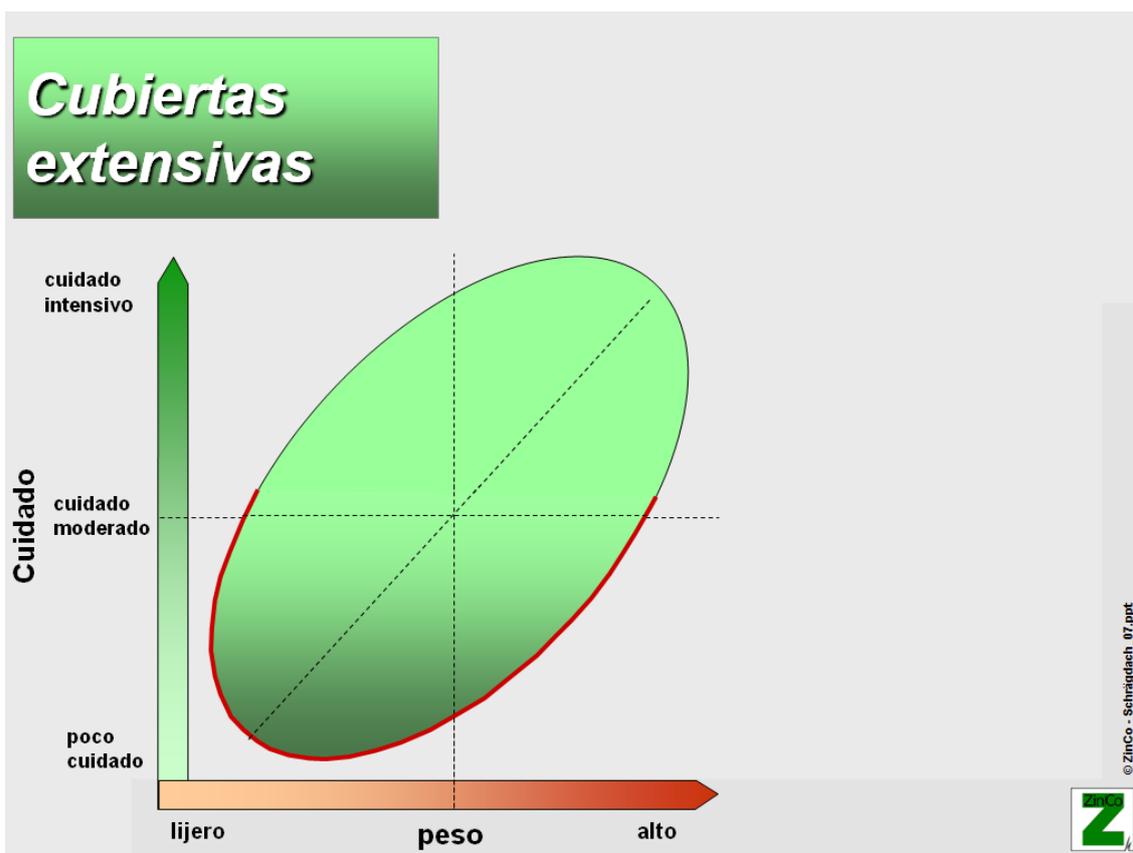
Clasificación de las cubiertas verdes

En función de la vegetación y el espesor del sustrato

Existen dos tipos básicos de cubiertas verdes: las cubiertas ecológicas extensivas y las cubiertas ajardinadas intensivas. Además se puede considerar un tercer tipo, la terraza jardín semi-intensiva, intermedio entre los dos anteriores. La diferencia entre ellas radica en la profundidad del sustrato, en las necesidades de mantenimiento y en la variedad de plantas empleadas.

Cubierta ecológica extensiva

La cubierta ecológica extensiva es aquella en la que la vegetación requiere un mantenimiento mínimo una vez que se ha consolidado, de tal forma que se ha de realizar inspección una o dos veces al año y el abastecimiento de agua y nutrientes se realiza principalmente por procesos naturales. Las especies que se usan son de bajo porte, de tipo herbáceo, musgoso o suculento (suculentas, herbáceas perennifolias, cespitosas y vivaces) las cuales precisan poco riego. El sustrato está formado por un mineral poroso, con espesores de 10 a 25 cm. Este tipo de cubierta es la que menos sobrecarga aporta a la estructura (50-150 Kg/m²) y por ello la más empleada en rehabilitación.



(ZinCo,2014)

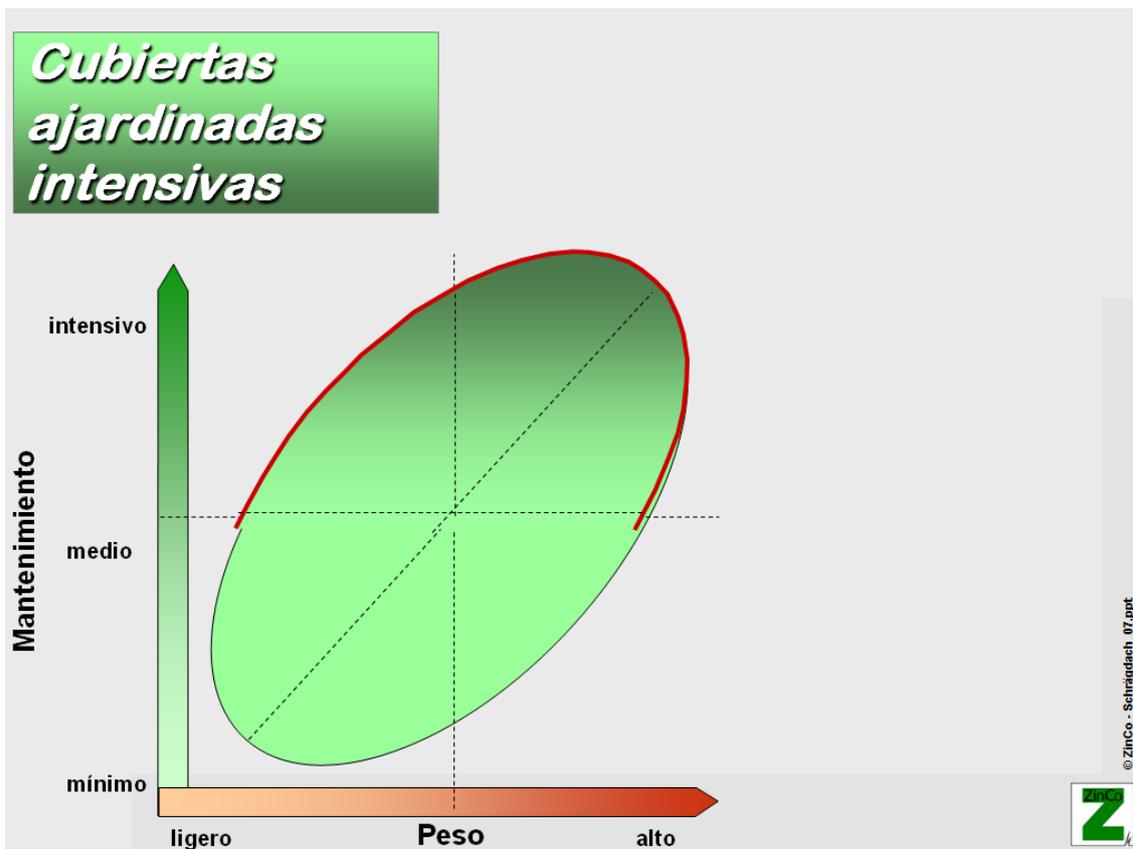
Cubiertas inclinadas: las cubiertas extensivas también se pueden instalar en cubiertas inclinadas. Se pueden vegetar cubiertas con inclinación entre 10º y 35º, con un sistema adecuado para cada caso. Para evitar que los esfuerzos de empuje se acumulen en puntos concretos se utilizan barreras de retención para transferir las fuerzas. El sustrato se debe proteger contra la erosión de manera adecuada y la vegetación y la siembra se deben adecuar a la exposición solar y a las pendientes.



(ZinCo,2014)

Cubierta ajardinada intensiva

La cubierta ajardinada intensiva es aquella en la cual se instala una vegetación de alto porte, incluyendo arbustos y árboles pequeños (cespitosas, herbáceas perennifolias, vivaces subarbutivas y arbutivas). Por el tipo de vegetación empleada, este tipo de cubiertas suele requerir de un mantenimiento periódico mediante tareas habituales en jardinería como cortar el césped, abonado, riego, escardas, etc. Además, precisa de una capa de sustrato profunda, para retener más agua, y rica en materia orgánica, de espesor adecuado a la vegetación (>15 cm). Este tipo de cubierta, por sus características, incrementa los requerimientos estructurales (Mayor de 300 Kg/m²), limitando su uso a nuevas construcciones.



(ZinCo,2014)

Terraza jardín semi-intensiva

Este tipo de cubierta es una solución híbrida entre las dos anteriores, con espesores de sustrato mineral poroso entre 15 y 30 cm, lo que aporta sobrecargas medias (150-300 Kg/m²). Aunque la vegetación empleada en este tipo de cubiertas es también de bajo porte, requiere en general de un cierto nivel de mantenimiento, en el que se incluye un riego moderado, por emplearse variedades menos resistentes que las usadas en las cubiertas extensivas.

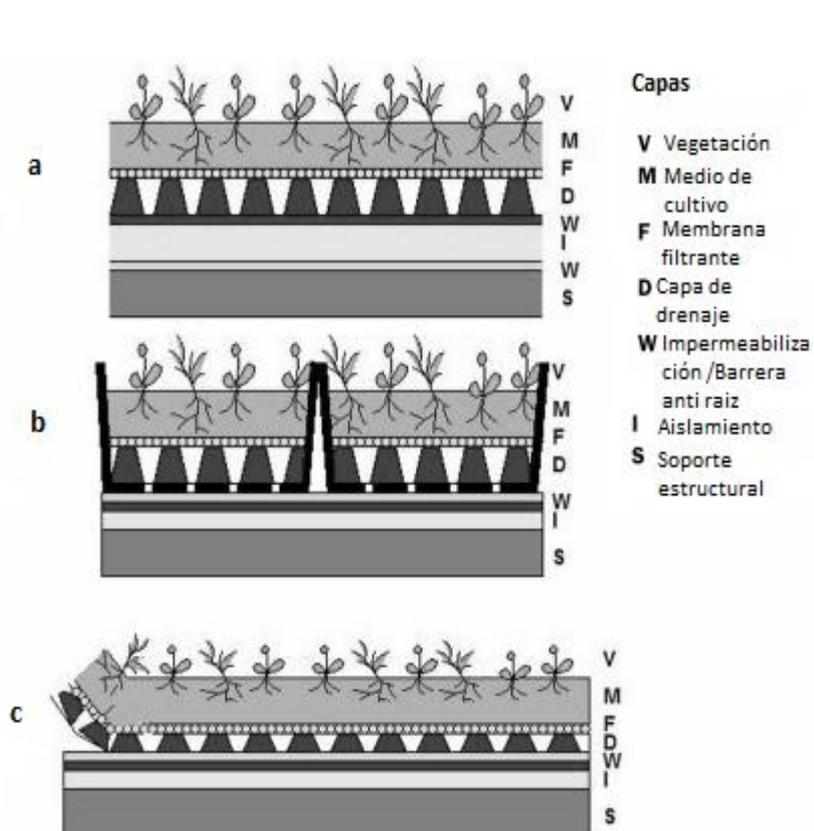
En resumen tenemos que:

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

(ASESCUVE, 2014)

En función de la tecnología usada durante la construcción:

Esta clasificación solo es válida para cubiertas extensivas.



(Digital Commons, 2014)

(a)

Sistema completo

Cada elemento es instalado como una parte integral de la cubierta

(b)

Sistema modular

Se instalan “bandejas” de vegetación, cultivadas ex situ, sobre el sistema de cubierta existente

(c)

Alfombras de vegetación pre cultivadas

El medio de cultivo, la vegetación, el drenaje y la barrera anti raíz se extienden sobre la cubierta existente.

ANEJO Nº 2.

PRINCIPALES EMPRESAS DE CUBIERTAS VERDES

Contenido

ANEJO Nº2. PRINCIPALES EMPRESAS DE CUBIERTAS VERDES	52
Introducción	54
Intemper.....	54
Sistemas intermper ecológicos	55
Comparativa entre cargas de algunos sistemas de cubiertas ajardinadas	61
ZinCo.....	63
Sistemas para cubiertas verdes.....	63
Sánchez – Pando	74

Introducción

Este Anejo pretende presentar, de forma resumida, las principales marcas que comercializan con cubiertas verdes en España y los productos asociados a ellas que se pueden adquirir.

Se presentan tres empresas que han sido consideradas, para la realización de este TFG, las más importantes en este ámbito. Estas empresas comercializan sus productos en Cantabria pero los depósitos mayoristas y distribuidores no están presentes en la región. De todas formas, realizan sus proyectos en cualquier parte de España.

Las empresas presentadas en este Anejo son Intemper, ZinCo y Sánchez-Pando, estando dedicada ésta última a la producción de productos de impermeabilización pero con desarrollo de elementos especiales para la construcción de cubiertas verdes.

Intemper

Se trata de una empresa que ejecuta obras de instalación de sistemas de impermeabilización, distribuye y suministra materiales para capas impermeables y que fabrica losa Filtrón, cubiertas y fachadas vegetales.

Tiene un departamento de Investigación y Desarrollo que trata temas sobre cubiertas ecológicas y reverdecimiento de edificaciones. (*INTEMPER, 2014*).

Durante la realización de este TFG, la empresa Intemper España ha presentado un concurso de acreedores, con lo que ya no comercializa los productos que se presentan a continuación.

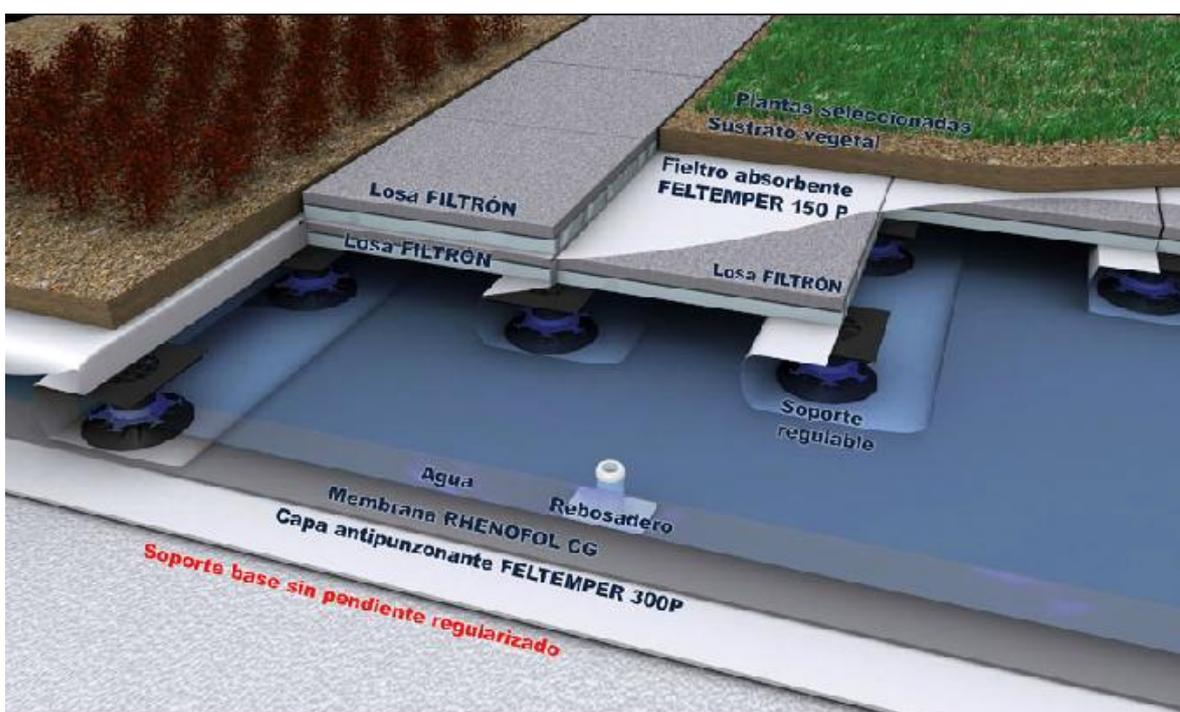
Sistemas intertemp ecológicos

1.- TF Ecológico Aljibe

Definición: sistema de cubierta invertida y transitable provisto para ser instalado en azoteas planas con *Losa Filtrón* y con depósito de aguas pluviales. Gracias a la resistencia frente a los efectos nocivos del agua encharcada y a las propiedades drenantes y de resistencia a flexotracción de la losa filtrón se pueden proyectar “azoteas aljibe”. Así se dispondrá de una reserva de agua de lluvia para el abastecimiento por capilaridad de las plantas, protección pasiva contra incendios, etc.

Componentes:

- I. Plantas tapizantes: autóctonas muy resistentes a temperaturas extremas seleccionadas en función del clima.
- II. Capa de poco espesor (7-10 cm) de sustrato ecológico especial.
- III. Filtro sintético FELTEMPER 150P_ que bajará entre las losas hasta entrar en contacto con el depósito de agua y a modo de mecha suministra el agua a las plantas. Así mismo, este filtro actuará como una capa antipunzonante entre el soporte regulable y la membrana impermeabilizante.
- IV. Losa Filtrón, pavimento aislante y drenante colocada sobre soportes.
- V. Soportes regulables en altura, en función de la cantidad de agua que se desee almacenar, provistos de una placa de ampliación de 400 cm².
- VI. Membrana impermeabilizante formada con lámina RHENOFOL CG, resistente a las raíces y los efectos nocivos del agua encharcada.
- VII. Capa antipunzonante de filtro sintético FELTEMPER 300P.



Documento nº 1. Memoria y Anejos a la Memoria

Anejo nº 2. Principales Empresas de Cubiertas Verdes

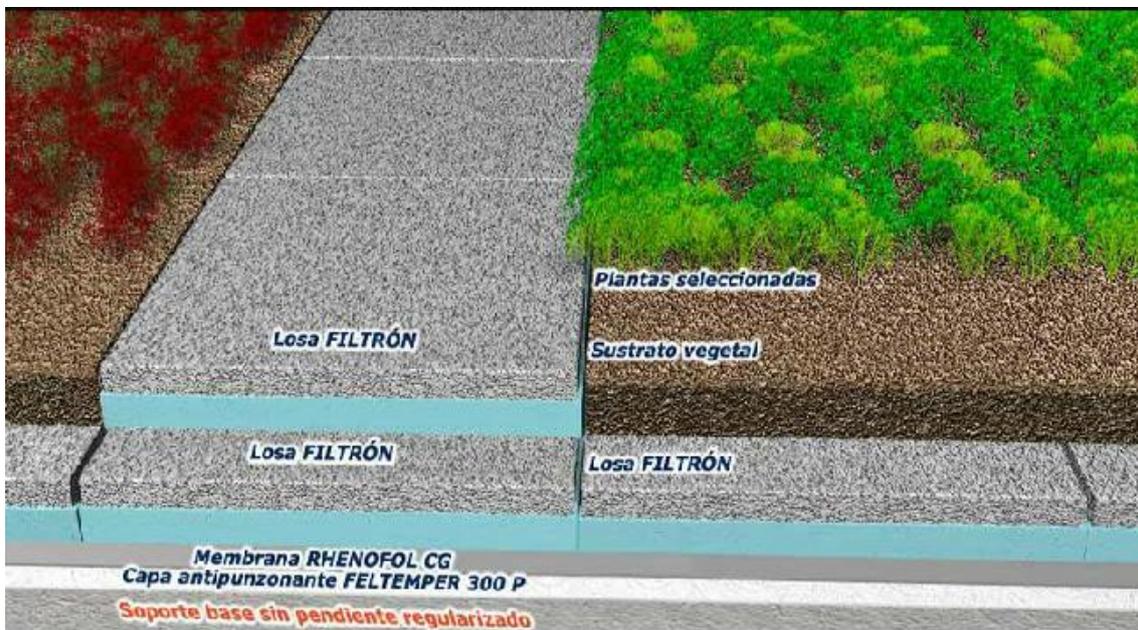
INTEMPER (2014)

2.- TF Ecológico

Definición: sistema de cubierta invertida provisto para ser instalado en azoteas planas con Losa Filtrón y con una superficie vegetal ligera que precisa un mínimo mantenimiento.

Componentes:

- I. Plantas tapizantes autóctonas muy resistentes a las temperaturas extremas seleccionadas en función del clima.
- II. Capa de poco espesor (7-10 cm) de sustrato ecológico especial.
- III. Losa FILTRÓN que aporta aislamiento y drenaje al sistema, protege la membrana de daños producidos por herramientas de jardinería.
- IV. Membrana impermeabilizante formada con lámina RHENOFOL CG, resistentes a raíces.
- V. Capa antipunzonante de fieltro sintético FELTEMPER 300P.



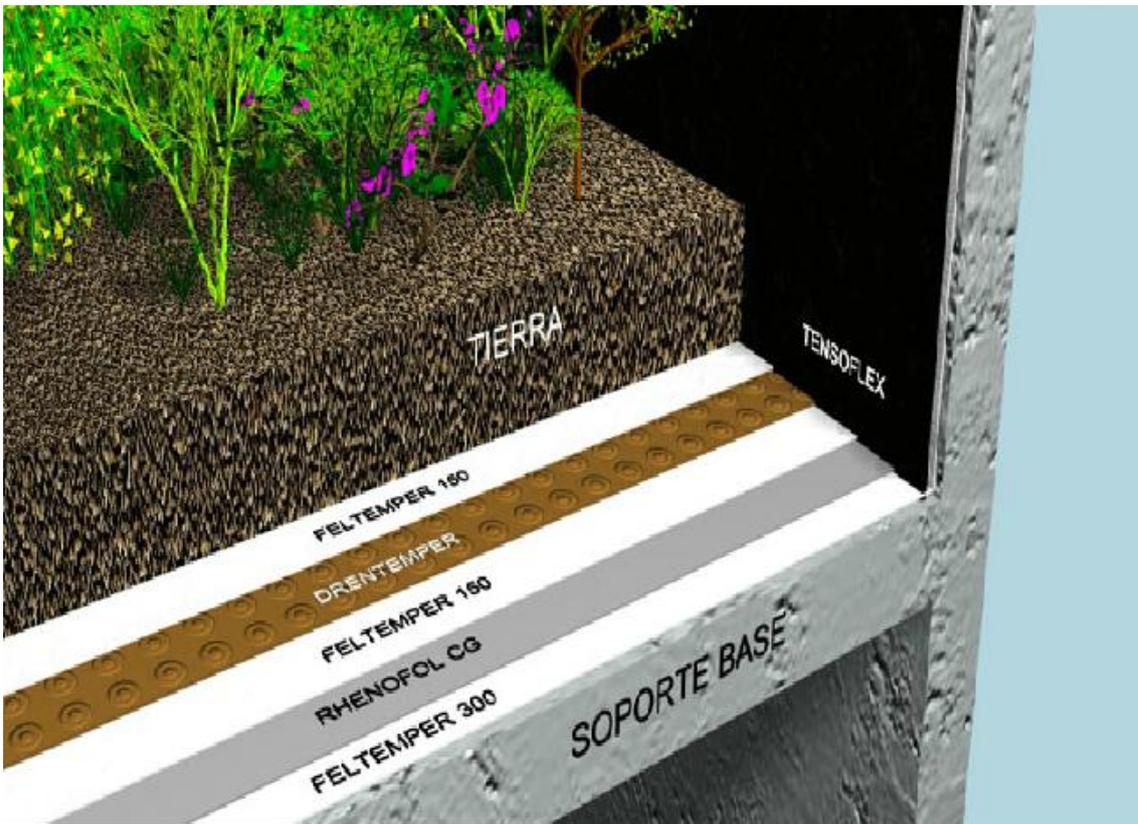
INTEMPER (2014)

3.- Jardín Intemper

Definición: sistema de cubierta ajardinada provisto para ser instalado en azoteas planas.

Componentes:

- I. Plantas para ajardinamiento.
- II. Capa de tierra vegetal cribada y abonada.
- III. Capa auxiliar filtrante y separadora FELTEMPER 150P.
- IV. Capa auxiliar drenante DRETEMPER.
- V. Membrana impermeabilizante formada con lámina RHENOFOL CG, resistente a raíces.
- VI. Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético FELTEMPER 300P.



INTEMPER (2014)

4.- TF Jardín

Definición: sistema de cubierta invertida ajardinada transitable provisto para ser instalado en azoteas planas con losa Filtrón.

Componentes:

- I. Plantas para ajardinamiento.
- II. Capa de tierra vegetal cribada y abonada.
- III. Losa FILTRÓN colocada en seco sobre la impermeabilización. Aporta aislamiento térmico y el drenaje necesario para la capa vegetal. Permite que en cualquier zona de la cubierta se coloquen muretes y se pongan jardineras sin necesidad de tener en cuenta desagües ni impermeabilizaciones independientes.
- IV. Membrana impermeabilizante formada con lámina RHENOFOL CG, resistente a raíces.
- V. Capa auxiliar antipunzonante de fieltro sintético FELTEMPER 300P.



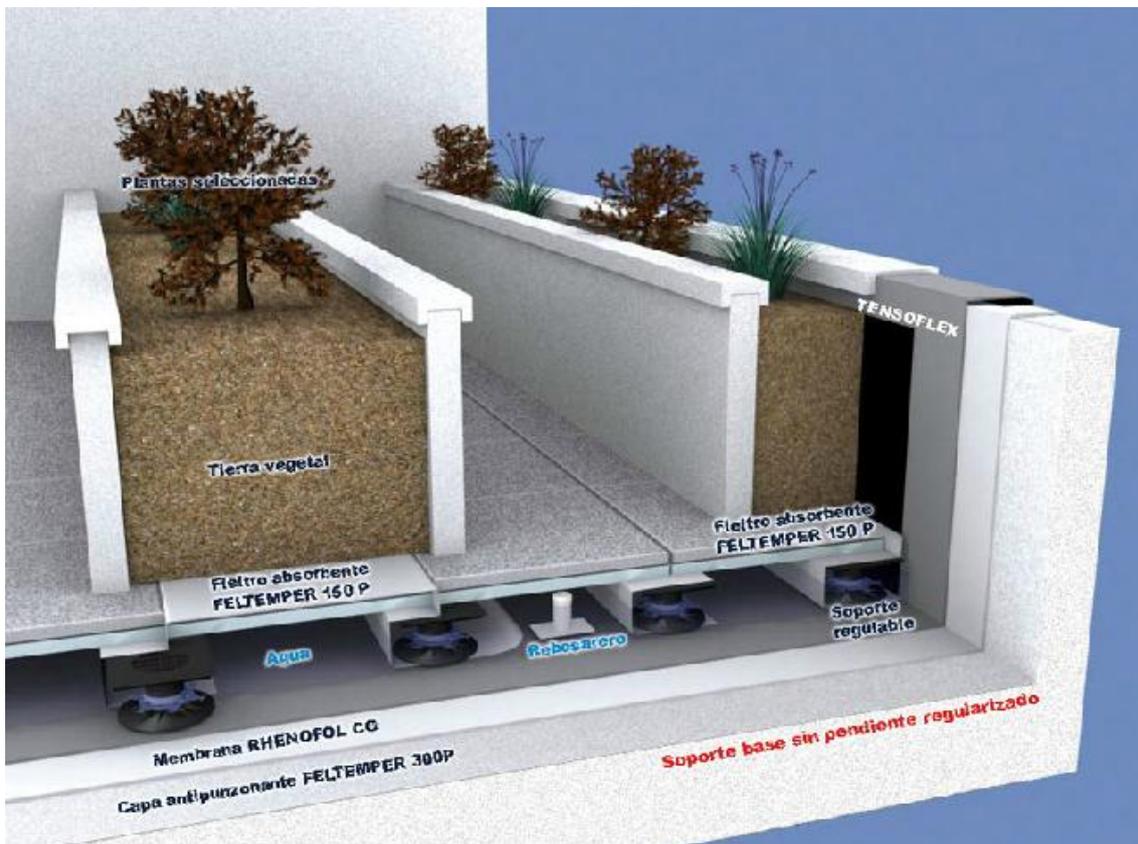
INTEMPER (2014)

5.- TF Jardín Aljibe

Definición: sistema de cubierta invertida y transitable provisto para ser instalado en azoteas planas con Losa Filtrón que recoge y almacena agua de lluvia, cubierto con un acabado ajardinado.

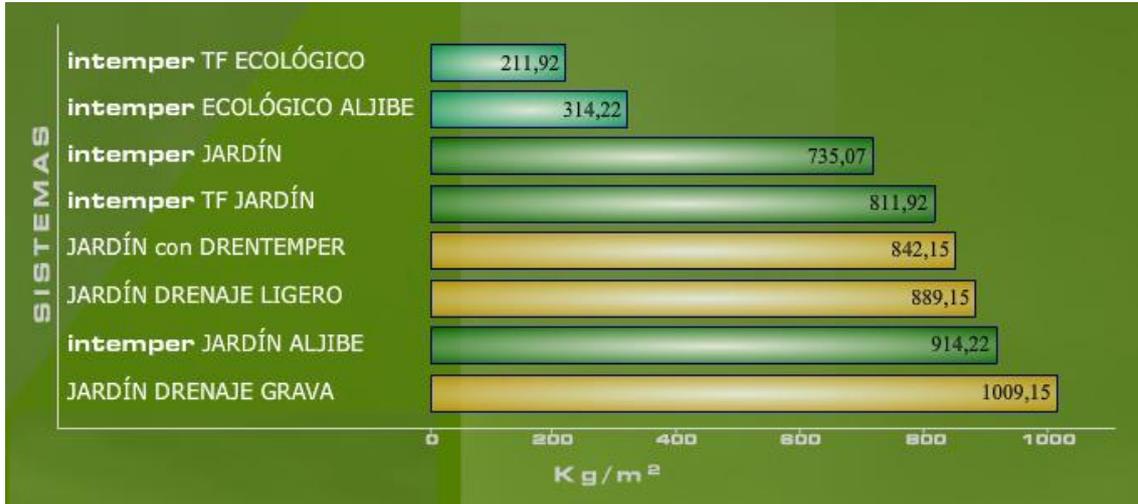
Componentes:

- I. Plantas para ajardinamiento.
- II. Capa de tierra vegetal cribada y abonada.
- III. Filtro sintético FELTEMPER 150P que bajará entre las losas hasta entrar en contacto con el depósito de agua y a modo de mecha suministra el agua a las plantas. Así mismo, este filtro actuará como una capa antipunzonante entre el soporte regulable y la membrana impermeabilizante.
- IV. Losa Filtrón, pavimento aislante y drenante colocada sobre soportes regulables.
- V. Soportes regulables en altura, en función de la cantidad de agua que se desee almacenar, provistos de una placa de ampliación de 400 cm².
- VI. Membrana impermeabilizante formada con lámina RHENOFOL CG, resistentete a las raíces y los efectos nocivos del agua encharcada.
- VII. Capa antipunzonante de fieltro sintético FELTEMPER 300P.



INTEMPER (2014)

Comparativa entre cargas de algunos sistemas de cubiertas ajardinadas



INTEMPER (2014)

SISTEMAS inemper ECOLÓGICOS LIGEROS	TF ECOLÓGICO	ECOLÓGICO ALJIBE
Mortero de regularización	30	30
Filtro Feltemper-300	0,3	0,3
Membrana impermeabilizante Rhenofol CG	1,62	1,62
Losa Filtrón	80	
Depósito de agua 10 cm		100
Losa Filtrón sobre soportes		82
Filtro absorbente Feltemper-150 (2 m² por m²)		0,3
Sustrato ecológico saturado de humedad, 8 cm	80	80
Plantas especiales 16 ud/m2 , máximo crecimiento	20	20
carga kg / m²	211,92	314,22

INTEMPER (2014)

SISTEMAS intemper ECOLÓGICOS JARDÍN	TF JARDÍN	intemper JARDÍN	JARDÍN ALJIBE
Mortero de regularización	30	30	30
Filtro Feltemper-300	0,3	0,3	0,3
Membrana impermeabilizante Renofol CG	1,62	1,62	1,62
Losa Filtrón	80		
Drentemper		3	
Filtro Feltemper-150		0,15	
Depósito de agua 10 cm			100
Losa Filtrón sobre soportes			82
Filtro absorbente Feltemper-150 (2 m ² por m ²)			0,3
Tierra vegetal saturada de humedad, 50 cm espesor	600	600	600
Plantas variadas de jardín	100	100	100
carga kg / m²	811,92	735,07	914,22

INTEMPER (2014)

SISTEMAS TRADICIONALES JARDÍN MENBRANA BITUMINOSA	JARDÍN drenaje ligero	JARDÍN con DRENTEMPER	JARDÍN drenaje grava
Formación pendientes, carga en limatesa e = 20 cm	100	100	100
Mortero de regularización	30	30	30
Membrana bituminosa bicapa	9	9	9
Árido ligero de drenaje 10 cm	50		
Grava de drenaje 10 cm			170
Drentemper		3	
Filtro Feltemper-150	0,15	0,15	0,15
Tierra vegetal saturada de humedad, 50 cm espesor	600	600	600
Plantas variadas de jardín	100	100	100
carga kg / m²	889,15	842,15	1.009,15

INTEMPER (2014)

ZinCo

ZinCo es una empresa pionera y uno de los líderes mundiales en cubiertas verdes extensivas e intensivas. Sus proyectos de investigación y el desarrollo de sus sistemas permiten a arquitectos e ingenieros ofrecer soluciones provistas de vegetación tanto a inversores particulares como a promotores de grandes obras públicas (ZinCo,2014).

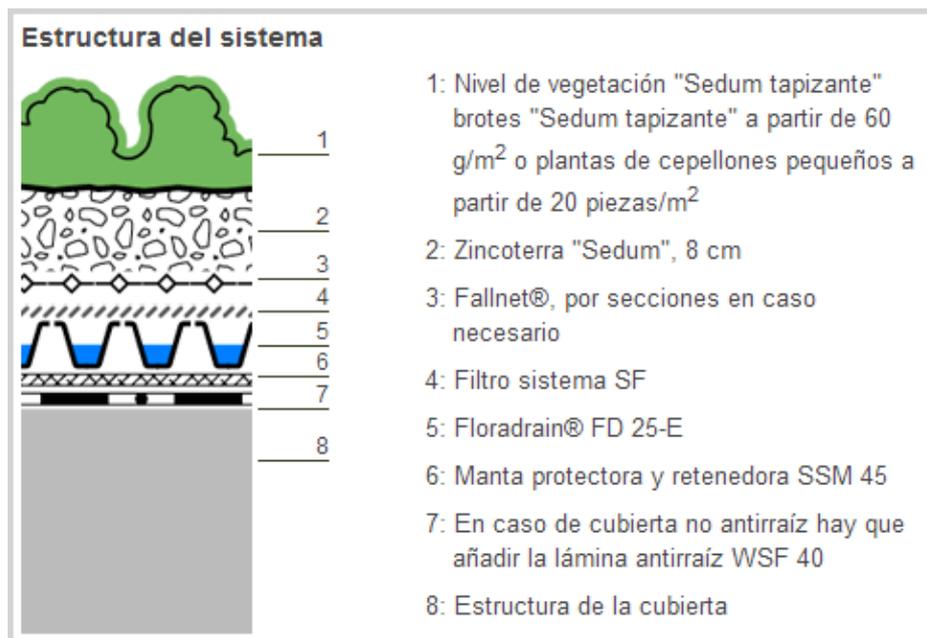
Sistemas para cubiertas verdes

1. Extensivas

1.1. **Sedum tapizante:** La cubierta ecológica tipo "Sedum tapizante" es un ajardinamiento extensivo de cubrimiento de superficie. Se usa este tipo de cubierta donde, además de poco peso, se requieren también bajos costes de mantenimiento. Las especies de Sedum, en combinación con la estructura del sistema, proporcionan un ajardinamiento duradero de poco mantenimiento.

Las diferentes especies de Sedum contenidas en la comunidad de plantas "Sedum tapizante" tienen su floración principal en el verano temprano, predominando los colores florales amarillo y rojo/blanco. En el resto de las estaciones, la cubierta "Sedum tapizante" se presenta en los diferentes matices verdes de las especies de Sedum, que se combinan también con las coloraciones rojas de las hojas, especialmente en otoño.

La cubierta ecológica tipo "Sedum tapizante" se realiza o bien por la siembra de brotes o por plantas de cepellones pequeños.

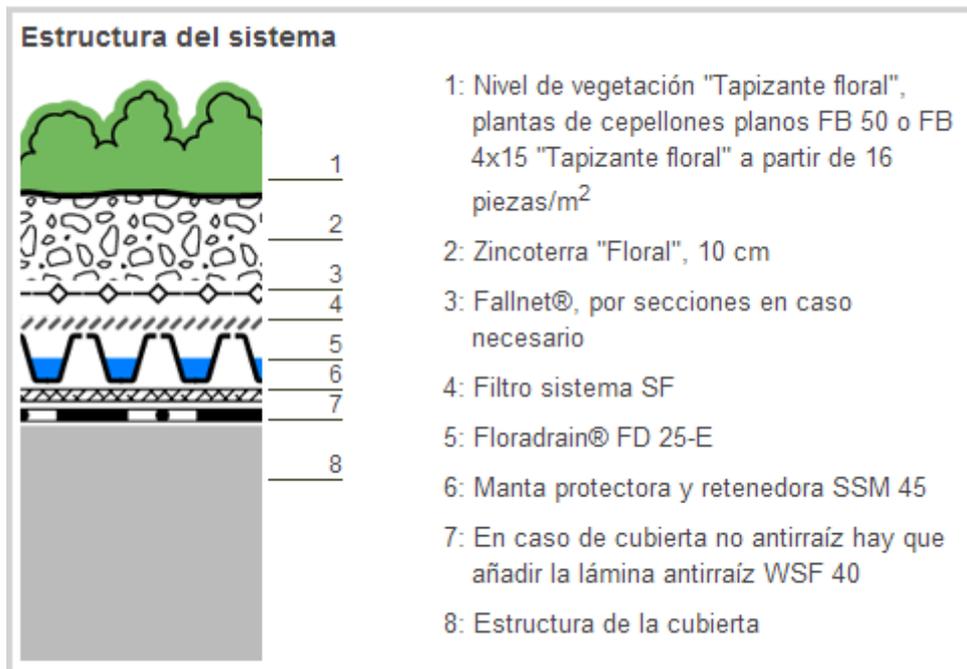


ZinCo (2014)

1.2. **Tapizante floral:** Con el sistema tipo "Tapizante floral" se puede realizar un ajardinamiento extensivo con carácter creativo. Las especies de Sedum y otras plantas vivaces sirven como subplantación y, por tanto, para cubrimiento de superficie.

Las plantas vivaces del sistema tipo "Tapizante floral", como por ejemplo las clavelinas de los cartujos que tienen una altura de hasta 40 cm y que aguantan las sequías, crean acentos florales desde la primavera hasta el otoño. Gracias a la gran variedad de especies de este sistema se consigue una duración de la floración larga.

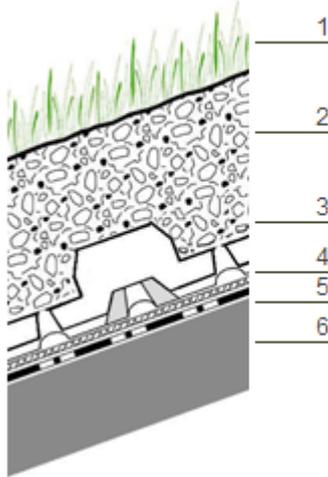
El sistema "Tapizante floral" se realiza mediante plantas especiales de cepellones planos. El espesor del sustrato en la estructura del sistema asciende a 10 cm como mínimo de sustrato Zincoterra "Floral".



ZinCo (2014)

1.3. **Cubierta ajardinada inclinada hasta 20º:** Generalmente se realizan ajardinamientos extensivos en cubiertas planas, pero pueden desarrollarse, del mismo modo, en cubiertas inclinadas. Sin embargo, a partir de una inclinación de 10°, la estructura de las capas tiene que adaptarse a las condiciones impuestas por la pendiente. Para este fin se usan elementos Floraset FS 75 que soportan las fuerzas de empuje, además de una manta con mayor capacidad de retención de agua, y un tejido de yute que protege contra la erosión.

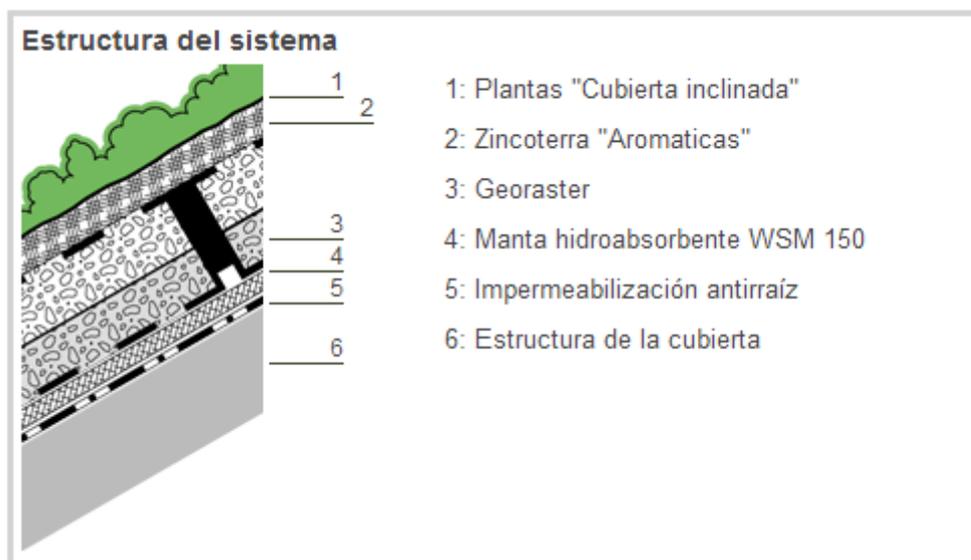
Estructura del sistema



- 1: Plantas "Cubierta inclinada"
- 2: Zincoterra "Floral" (> 70 mm más que la altura del Floraset)
- 3: Elemento Floraset® FS 75
- 4: Manta protectora e hidratante BSM 64
- 5: Impermeabilización antirraíz
- 6: Estructura de la cubierta

ZinCo (2014)

1.4. **Cubierta ajardinada inclinada hasta 35°:** Con los elementos del sistema ZinCo Georaster es posible el ajardinamiento de cubiertas con una pendiente superior a 25°. Los elementos Georaster se colocan fácilmente sin necesidad de utilizar herramientas con lo que se consigue inmediatamente una adherencia firme en toda la superficie. Una superficie que haya sido revestida con estos elementos modulares puede transitarse con seguridad y rellenarse con tierra vegetal. Gracias al reducido volumen de los elementos Georaster, queda un espacio relativamente amplio en el que las plantas pueden enraizar. Con este sistema se debe conseguir que las fuerzas de empuje que se producen sean desviadas y absorbidas por fuertes petos y, en casos puntuales, por barreras antiempuje adicionales.



ZinCo (2014)

1.5. **Abovedadas:** Las cubiertas ovaladas y abovedadas requieren una serie de atenciones técnicas especiales que garanticen su durabilidad, cumpliendo con los requisitos necesarios.

Aparte de una sólida estructura que admita las cargas del sustrato, es necesario prestar especial atención a la adecuada construcción de los petos en ambas vertientes y que el desagüe de las aguas pluviales sea suficiente y esté muy bien calculado. Las pendientes de las cubiertas ovaladas pueden variar desde 0° hasta inclinaciones muy pronunciadas, de forma que son varios los elementos de retención y de drenaje que se aplican, según las necesidades.

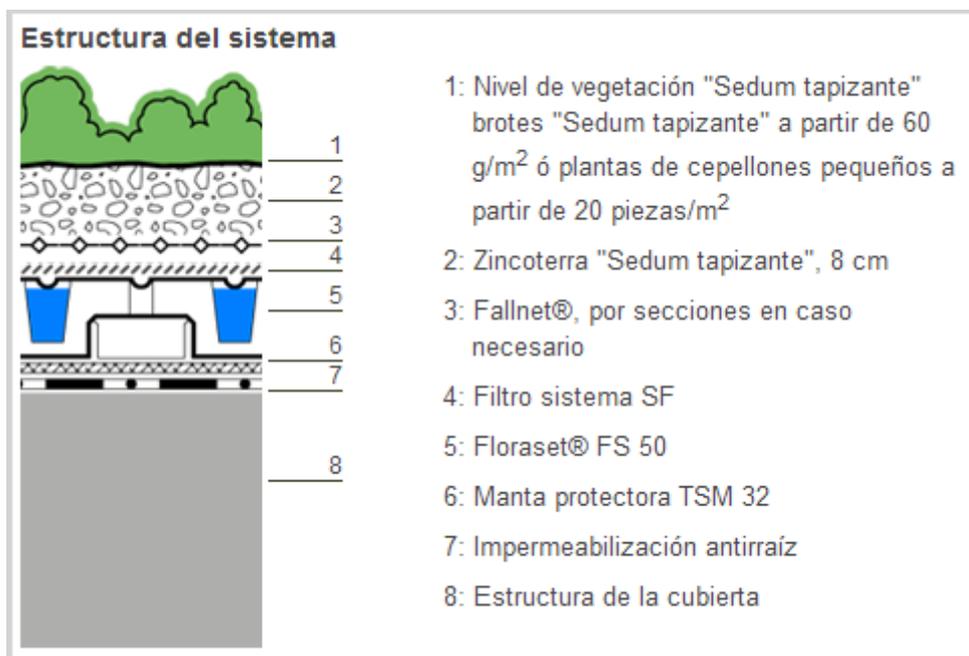
Aunque el tipo de plantación estará compuesto mayoritariamente por plantas suculentas de escasa altura, existen cubiertas abovedadas con plantas aromáticas, césped e incluso aptas para el tránsito peatonal. En este último caso hay que prever sistemas adecuados de seguridad como la implantación de barandillas.

Se recomienda que el riego sea por sistema de goteo. Los sistemas de drenaje y de retención de agua favorecen una economía considerable del consumo de agua y garantizan de esta forma un balance hídrico equilibrado. Es preciso prestar atención a la adecuada elección del sistema, ya que no todos los elementos son aptos para este tipo de cubiertas y puede ser preciso utilizar en una misma cubierta diferentes modelos.

1.6. **Cubierta plana con pendiente 0º:** Por lo general una cubierta plana ha de tener una pendiente de $> 2 \%$. No obstante, se admite una excepción si la impermeabilización bituminosa dispone de una doble capa o las láminas de la impermeabilización sintética tienen un espesor mínimo de 1,2 mm.

La cubierta provista de aljibe retiene, además de las aguas pluviales y de riego, el agua almacenada en los cubitos de los elementos del sistema. Estas aguas retenidas y almacenadas sobre la cubierta representan una reserva de riego por capilaridad y difusión valiosa para la humidificación del sustrato y, por lo tanto, de las plantas.

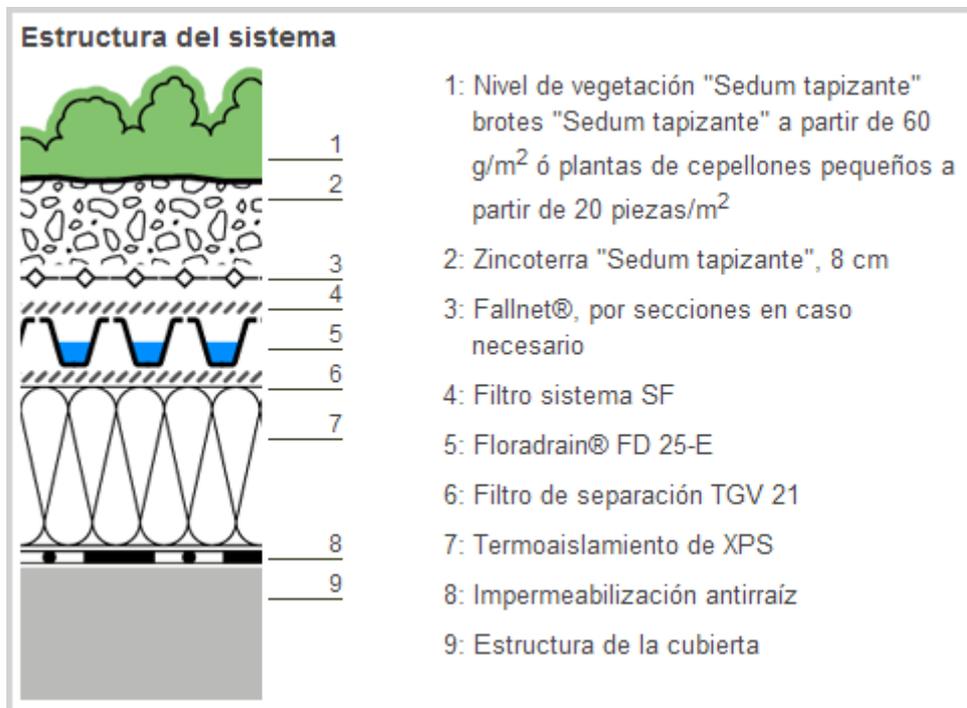
Se advierte que, una cubierta plana sin pendiente que no está pensada para la construcción del sistema aljibe, precisa elementos de retención y drenaje lo suficientemente altos para distanciar el agua retenida, por ejemplo en charcos sobre la cubierta, del sustrato. Si el sustrato permanece constantemente dentro de los charcos de agua, se deteriora y produce la pérdida de las plantas en esa zona.



ZinCo (2014)

1.7. **Cubierta invertida:** La cubierta invertida prevé la colocación del material aislante sobre la impermeabilización. Esto hace necesario prestar una atención especial a las humedades bajo del sistema de la cubierta ajardinada ya que el material aislante puede empaparse de agua por lo que precisa, a consecuencia, que pueda evaporar las humedades libremente y secarse, una vez que el ambiente esté de nuevo seco.

Como consecuencia es absolutamente necesario utilizar materiales que permitan que el aislamiento pueda evaporar las humedades, quedando invalidada la colocación de mantas retenedoras que eviten la evaporación. Los elementos de retención y de drenaje ZinCo disponen de orificios en su parte superior que garantizan una evaporación libre de las humedades del material aislante. En lugar de una manta retenedora colocamos entre el material aislante y el elemento ZinCo de retención y de drenaje, el filtro especial tipo TG que protege el material aislante y permite evaporar su humedad.



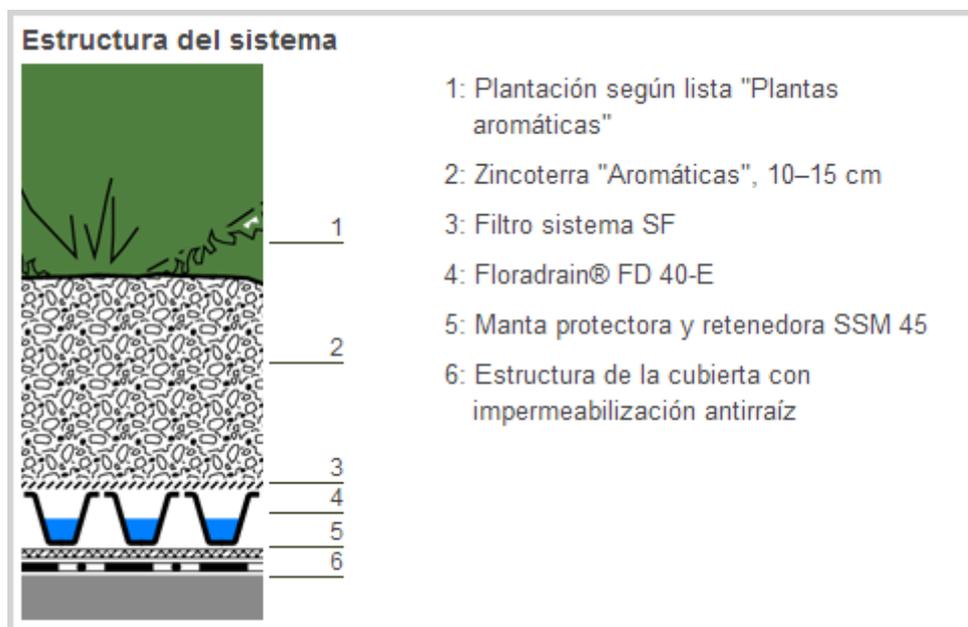
ZinCo (2014)

2. Semi-intensivas

2.1. **Con plantas aromáticas:** Mientras en los sistemas “Jardín” la elección de plantas, arbustos y árboles va por cuenta autónoma del cliente y usuario de la cubierta, el sistema “Plantas aromáticas” es una gama prefijada por ZinCo.

Se compone principalmente de plantas de la familia de los Sedum, arbustos de escasa altura y plantas aromáticas como por ejemplo el tomillo, el orégano, la lavanda etc. complementadas con diferentes especies de claveles. De esta forma conseguimos una cubierta aromática y floreciente.

La combinación adecuada de las plantas y el sustrato ZincoTerra “Aromáticas” para este sistema, junto con las condiciones que ofrece el Sistema Floradrain FD 40, forman la base para un desarrollo duradero de este tipo de cubierta. Una vez que las plantas están bien arraigadas, la cubierta tipo “Plantas aromáticas” precisa muy poco mantenimiento.



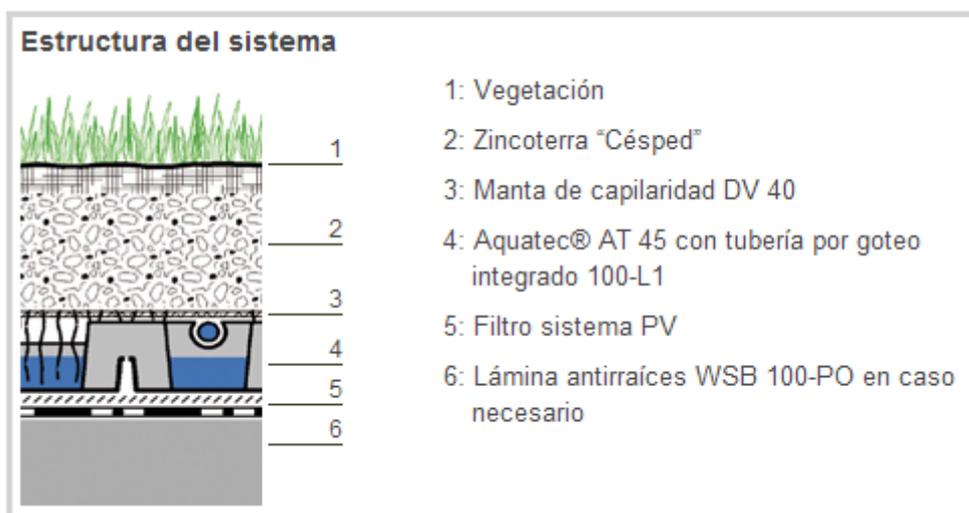
ZinCo (2014)

3. Intensivas

3.1. **Pradera floral:** El sistema "Pradera Floral" de ZinCo brinda nuevos horizontes gracias a la aplicación del riego por capilaridad abriendo un gran abanico de posibilidades arquitectónicas y paisajísticas. El sistema combina un elemento de drenaje y de retención de agua, Aquatec AT 45, con tuberías de goteo insertadas en muescas preparadas a tal efecto en la placa de drenaje y una manta de capilaridad, la DV 40. El sistema de riego localizado llena los huecos de la placa Aquatec AT 45 llegando hasta el sustrato y la vegetación por capilaridad, gracias a los flecos de la manta.

Con este novedoso concepto se reducen considerablemente las cargas estructurales totales de la cubierta. Una cubierta de césped, por ejemplo, es factible con sólo 10 cm de espesor de sustrato, lo que permite su instalación en cubiertas estructuralmente ligeras.

El sistema es apto para cubiertas planas y cubiertas con inclinaciones de hasta 5° de pendiente e, incluso, en cubiertas invertidas. Prácticamente todo el sistema de riego queda oculto y, por lo tanto, el aspecto final de la cubierta es perfecto. El consumo de agua es considerablemente más reducido que con riego por aspersión y apenas hay evaporación en superficie, ni pérdidas por el efecto del viento, eliminándose también las molestias que el riego aéreo pueda provocar.

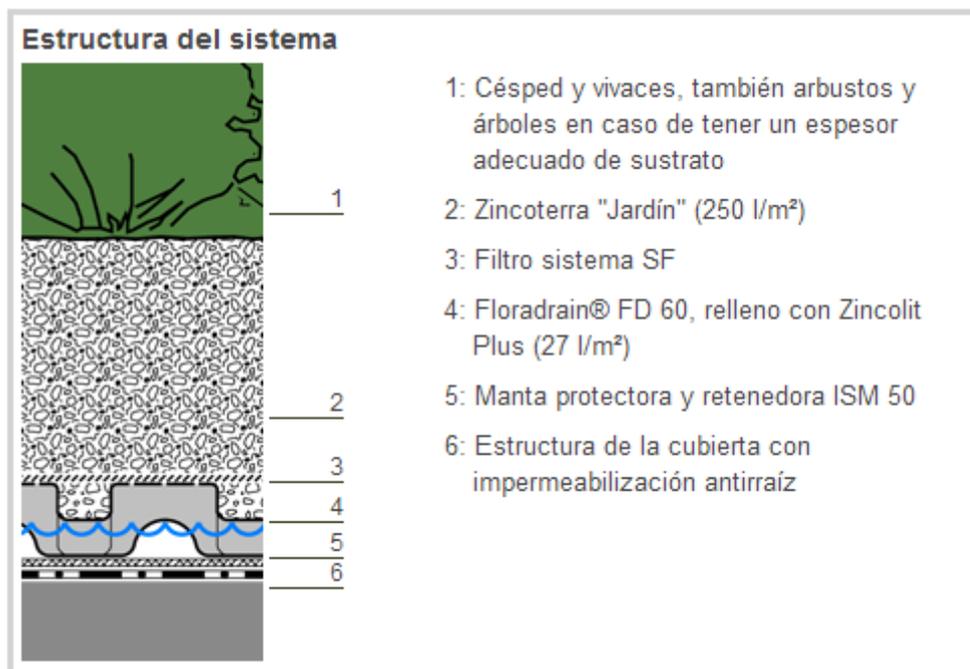


ZinCo (2014)

3.2. **Cubierta jardín:** El sistema "jardín" es una construcción multifuncional que permite la realización de casi todo tipo de ajardinamiento, reteniendo agua en abundancia para su riego por capilaridad y difusión. Sirve para césped, arbustos e incluso arboles, si la capa vegetal corresponde a las necesidades de la plantación. Es perfectamente útil para la combinación de zonas ajardinadas con otras utilidades de la cubierta, como por ejemplo, pavimentos para acceso peatonal, terrazas, zonas de juego y recreo e incluso para paso de vehículos pesados.

El sistema Floradrain FD 60 sirve además de encofrado perdido para construcciones de zonas hormigonadas, para la fijación de soportes etc., sin tener que perforar la impermeabilización y la cubierta. El agua procedente de las precipitaciones puede circular libremente en todos los sentidos por debajo de las construcciones de hormigón para llegar a los sumideros previstos. Este sistema corresponde a las normas alemanas DIN 4095.

En cubiertas sin pendiente puede realizarse un aljibe controlado a una profundidad de hasta 4 cm para alimentar la capa vegetal con humedad, sin tener que instalar sistemas de riego aparte. Este tipo de riego por capilaridad y difusión va en función del espesor de la capa vegetal. Permite el crecimiento de plantas, arbustos y árboles de considerable altura en capas vegetales de reducido grosor, para disminuir las sobrecargas de las cubiertas y construcciones estructurales del edificio.

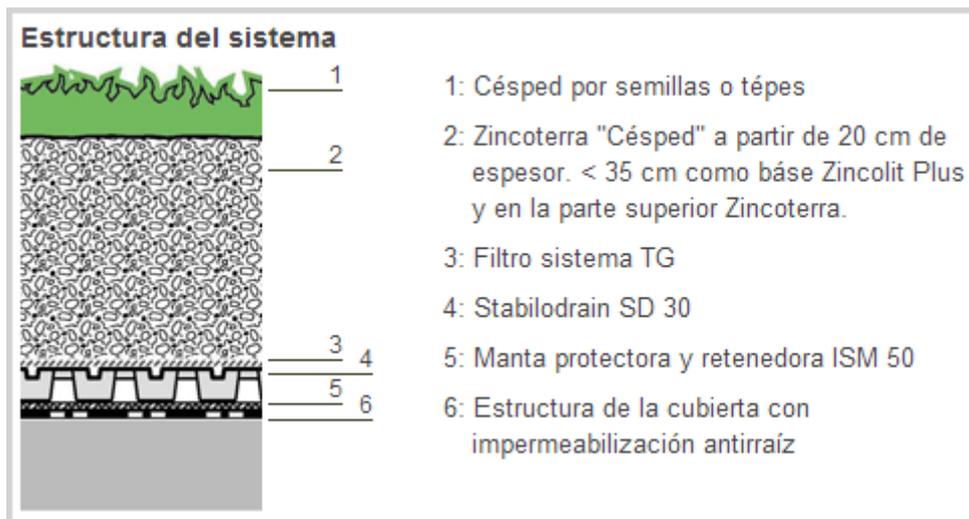


ZinCo (2014)

3.3. **Cubiertas con césped:** Una superficie con césped necesita una atención especial para que sea persistente, sea sobre una cubierta o a nivel del suelo natural.

Se puede sembrar con semillas adecuadas o simplemente desenrollar tepes de césped precultivado como si se hiciera sobre el suelo natural. No obstante, y sobre todo para la colocación de tepes, es preciso utilizar una mezcla adecuada a base de arena lavada. Otro factor importante es la elección correcta del tipo de césped, dependiendo del clima y de la utilidad de la cubierta. Una vez aclarados estos dos factores, se elige la construcción necesaria de los componentes del sistema, el riego y su fertilización.

El césped sobre cubiertas no dispone de una profundidad de tierra igual a la existente en el terreno natural. Por este motivo es preciso prever un abastecimiento adecuado de agua y de nutrientes. El suelo de un jardín natural emite sustancias nutritivas y humedades, lo que no ocurre en el caso de una cubierta debido a que los sustratos habitualmente llevan pocos componentes nutritivos por cuestiones de protección del medio ambiente. Por ello habrá que compensar esta posible falta con una fertilización y riego adecuados.



ZinCo (2014)

Sánchez - Pando

Se trata de una empresa nacida en el norte de España que comercializa con gran cantidad de productos del mundo de la impermeabilización.

En la actualidad la principal gama de productos de la empresa, aquella que sustenta aproximadamente el 70% de su facturación, es la representada por las láminas asfálticas que se agrupan bajo la denominación genérica de KUBERTOL. (Sánchez-Pando, 2014)

En relación con las cubiertas verdes, la empresa Sánchez-Pando, comercializa con la **cubierta ecológica KUBERTOL** que consiste en un sistema formado por los siguientes elementos:

1. Formación de pendientes sobre soporte base.
2. Imprimación asfáltica KOLXIK-3.
3. Lámina impermeabilizante KUBERTOL 40 FV-P ELASTÓMERO
4. Lámina impermeabilizante KUBERTOL PO PLATON JARDÍN (con aditivo antiraiz)
5. Láminas drenantes PLATON DE-25 o PERFODRAIN (diseñadas específicamente para cubiertas ajardinadas)
6. Capa filtrante de geotextil de polipropileno termosoldado KUBERTEX PT-700.
7. Sustrato vegetal y ajardinamiento.



Sánchez-Pando (2014)

Este sistema KUBERTOL permite dos variantes principales según la lámina drenante que utilicemos:

Drenaje con PLANTON DE-25

Esta lámina drenante aporta al sistema la capacidad de retención y distribución del agua de lluvia o de riego de forma controlada.

Sus principales ventajas son:

- Almacenamiento del agua que permite aprovechar mejor el agua de lluvia o de riego.
- Asegura un drenaje controlado, duradero y de alta capacidad del agua sobrante.
- Alveolos amplios y cuadrados que reparten cargas elevadas sin dañar la impermeabilización.
- Elimina la presión hidrostática sobre la impermeabilización.
- Se presenta en placas por lo que es fácil de instalar.
- La instalación es flotante, no necesita anclaje.



Sánchez-Pando (2014)

Drenaje con PLATON PERFODRAIN

La lámina drenante PLATON PERFODRAIN es adecuada para lugares donde la necesidad de acumulación de agua no sea necesaria (riego continuo, alto índice pluviométrico). Esta lámina proporciona al sistema alta resistencia a la compresión y alta capacidad drenante.

Sus principales ventajas son:

- Asegura un drenaje controlado, duradero y de alta capacidad del agua sobrante.
- Elimina la presión hidrostática sobre la impermeabilización.
- Protege a la impermeabilización durante y después del proceso constructivo.
- Alveolos más reducidos y cuadrados que reparten cargas altas sin dañar la impermeabilización.
- Alta resistencia a la compresión.



Sánchez-Pando (2014)

ANEJO Nº 3.

CLIMATOLOGÍA DE CANTABRIA

Contenido

ANEJO Nº 3. CLIMATOLOGÍA DE CANTABRIA.....	76
Introducción	78
Distribución altitudinal.....	78
Descripción general de la climatología	79
Mapa de tipos de verano	80
Mapa de tipos de invierno	81
Régimen hídrico	82
Régimen térmico	83
Tipos de clima.....	85
Conclusión	87

Introducción

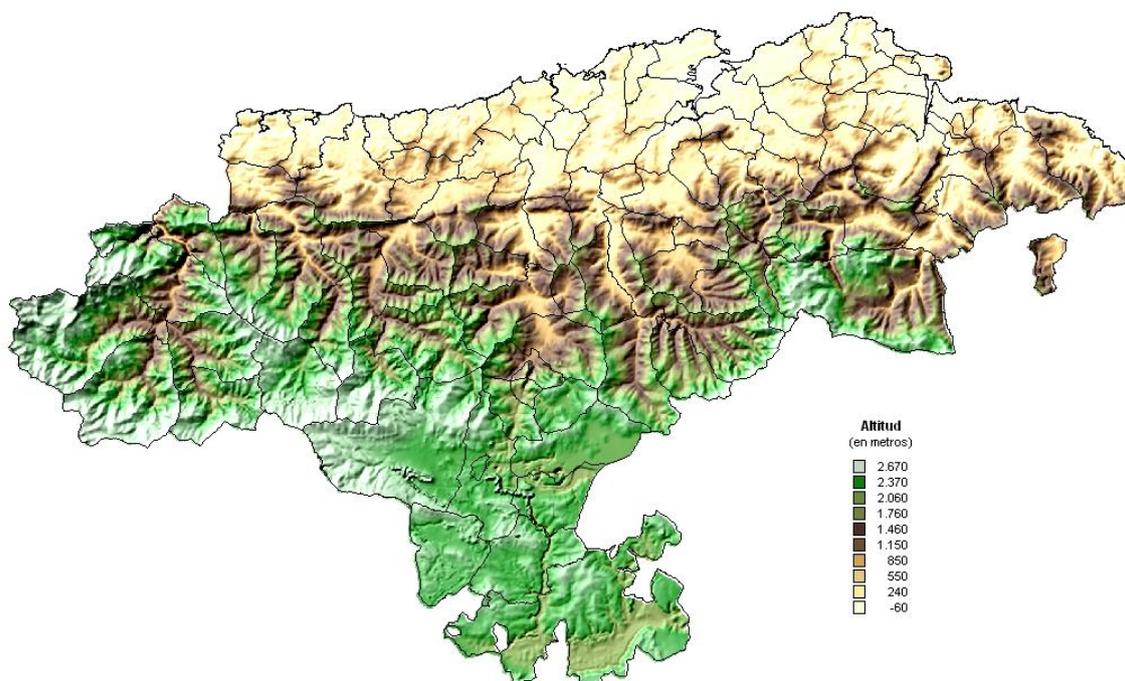
La información contenida en este anejo ha sido obtenida del *Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Gestión Integral de Infraestructuras de Cantabria 2014-2021*, por la Conserjería de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria realizado por la empresa Servicios Ambientales Integrales.

Como comienzo se presenta la distribución altitudinal de la región, que tiene una gran influencia en el clima puesto que la temperatura varía enormemente en función de la altura.

Distribución altitudinal

El relieve en Cantabria es, en general abrupto, con la excepción de los fondos de los valles más grandes y la zona litoral.

- Por debajo de los 200 m de altitud: es el rango de alturas más extendido de Cantabria con las principales poblaciones de la región situadas en este tramo. Los rigores climáticos como la nieve y las heladas no tienen gran importancia.
- Entre los 200 y 500 m de altitud: Las heladas afectan en estas zonas, pero no tanto la nieve, aunque durante cortos periodos de tiempo.
- Entre los 500 y los 1.000 m de altitud: hay problemas de heladas y nieve durante el invierno de manera reiterada.
- Por encima de los 1.000 m de altitud: se presentan importantes problemas por nevadas durante el período invernal.



Viajejet, (2014)

Descripción general de la climatología

Por su situación en el norte de la península Ibérica, en la fachada costera occidental del continente europeo, el clima de Cantabria es de tipo oceánico atlántico, con un régimen de temperaturas suave y templado, una oscilación térmica limitada y con persistentes precipitaciones durante el año, más acentuado durante los meses de invierno. No obstante, presenta algunos rasgos de transición hacia el dominio mediterráneo, particularmente evidentes en verano (persistencia de tiempo anticiclónico, y posibilidad de sufrir episodios de precipitaciones muy intensas asociadas a fenómenos de “gota fría”).

El análisis de la precipitación media es un aspecto importante en los planteamientos de los procesos de revegetación:

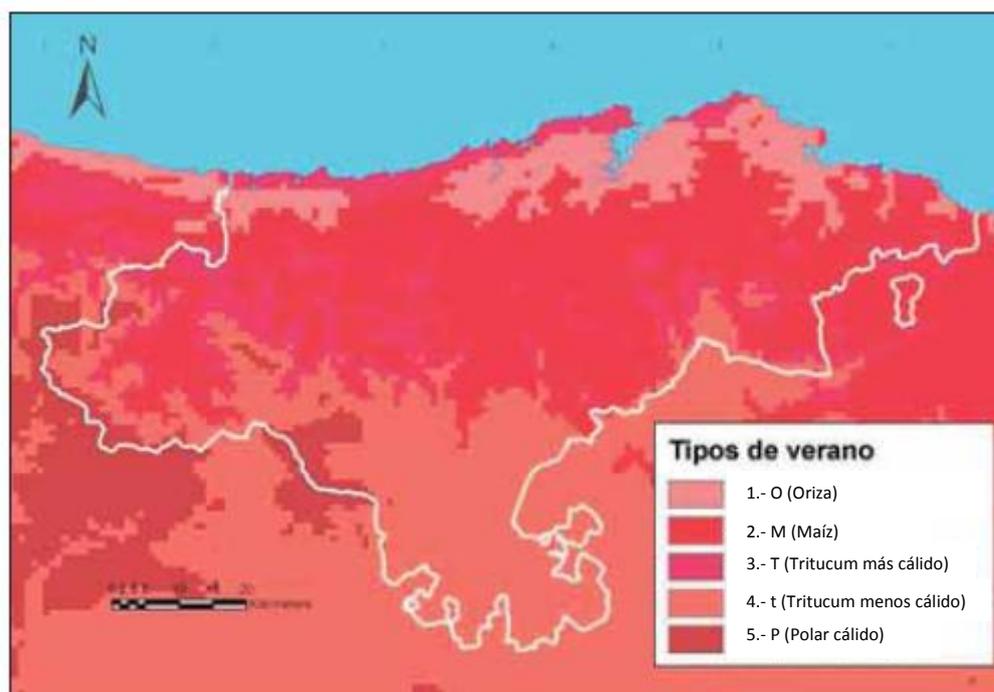
- Conocer el régimen de precipitaciones, condicionará la selección de la mezcla de semillas a utilizar en las siembras. Puesto que hay semillas que son más o menos tolerantes a los periodos de sequía o que precisan más o menos agua para su germinación.
- Por otro lado, el régimen de lluvias determinará los periodos más precisos para realizar las siembras, previendo cuando son los periodos más óptimos para la realización de las siembras.
- Por último otro factor de interés climatológico es en asociado a la altitud, puesto que las temperaturas al ser más bajas y los periodos de presencia de nieve más prolongados, modifican tanto el cortejo de semillas a utilizar, como los periodos de siembra.

Para el análisis del clima se ha recurrido a los mapas confeccionados en el proyecto de Zonificación Agroecológica por la Universidad de Cantabria. Para la caracterización de los suelos se han incluido análisis de tipo climatológico tales como las precipitaciones y las temperaturas, a través de los cuales se ha confeccionado un mapa climatológico con diez tipos de clima diferentes en Cantabria. Esta clasificación se ha hecho con arreglo a la clasificación de Papadakis, que no se debe olvidar que es una clasificación agraria, pero basada en datos reales de temperatura y precipitación.

Mapa de tipos de verano

Este mapa clasifica el territorio de Cantabria en 5 tipos de clima:

- *Tipo de verano oriza (O)*: verano suficientemente largo y cálido como para cultivar arroz, pero marginal para algodón. En el que la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses, la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- *Tipo de verano maíz (M)*: verano suficientemente largo y cálido como para cultivar maíz, pero marginal para arroz. En el que la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses, la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de más de 21º.
- *Tipo de verano Triticum más cálido (T)*: Verano suficientemente largo y cálido como para cultivar trigo, pero marginal para maíz. En el que la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses, la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º.
- *Tipo de verano Triticum menos cálido (t)*: Verano suficientemente largo y cálido como para cultivar trigo, pero marginal para maíz. En el que la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses, la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de más de 17º.
- *Tipo de verano polar cálido (P)*: suficientemente largo y cálido como para que se formen bosques, pero no para cultivar trigo. En el que la estación libre de heladas en meses es inferior a 2,5 meses, la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es inferior a 10º.



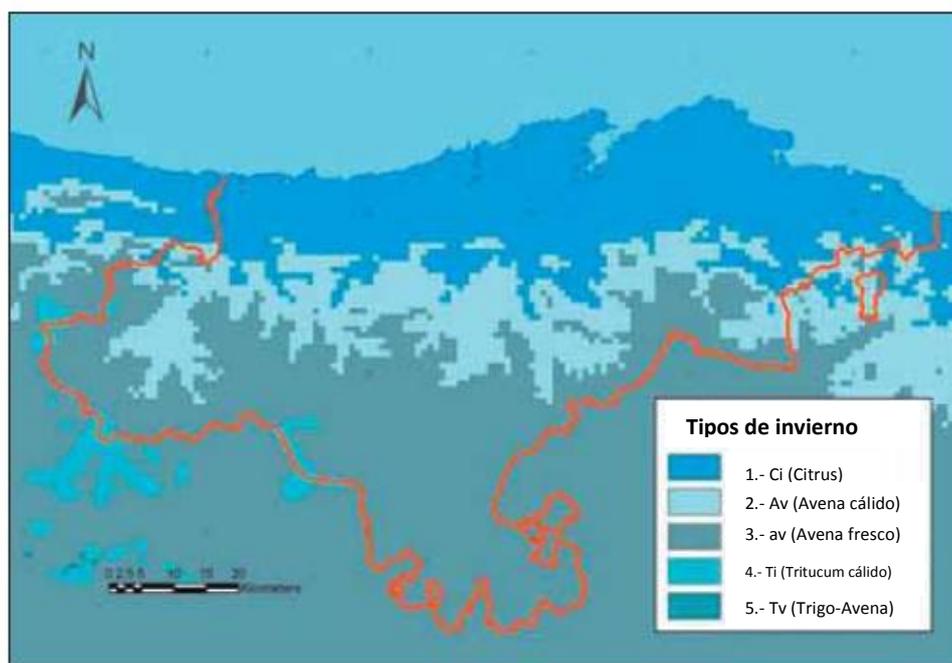
Mapa de los tipos de verano de Cantabria.

Gobierno de Cantabria (2014)

Mapa de tipos de invierno

Para la elaboración de esta cartografía se han utilizado datos de la media de las mínimas absolutas, la media de las mínimas y la media de las máximas, de manera ponderada. El resultado es un mapa de los tipos de invierno, que dividen Cantabria en 4 tipos:

- *Tipo de invierno citrus* (Ci): suficientemente suave para cítricos pero no libre de heladas. Las subdivisiones también hacen referencia a la marginalidad del trigo por dificultades de vernalización (Ct) o no (Ci). La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 8º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 10º y 21º.
- *Tipo de invierno avena cálido* (Av): suave como para cultivar avena de invierno pero no cítricos. La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío por encima de 10º
- *Tipo de invierno avena fresco* (av): suave como para cultivar avena de invierno pero no cítricos. La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 5º y 10º.
- *Tipo de invierno trigo cálido* (Ti): se puede cultivar el trigo de invierno pero no la avena de invierno. La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 5º.



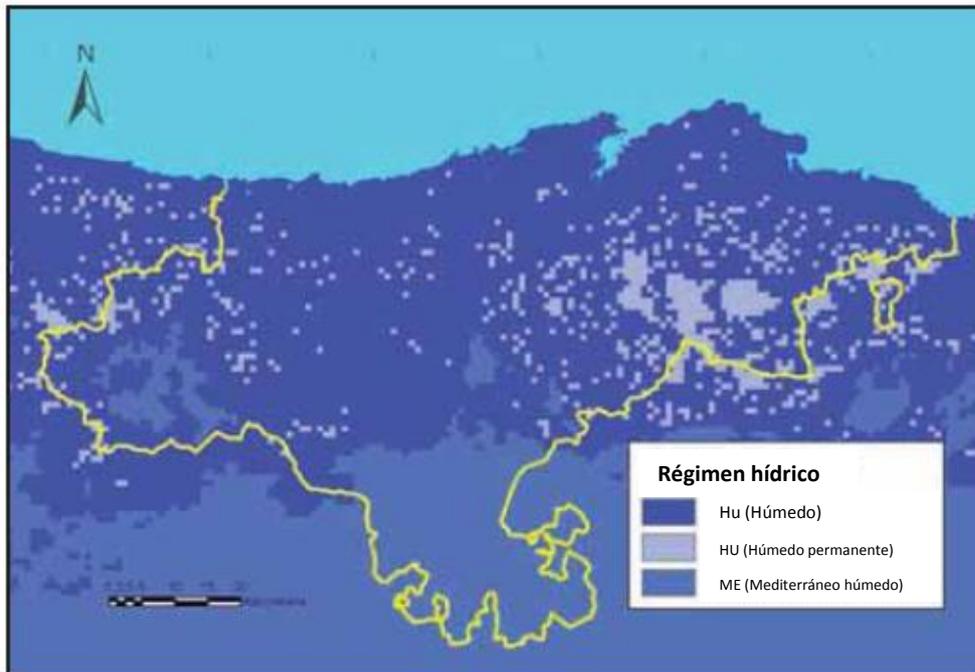
Unión ponderada de los diferentes datos utilizados en la confección del mapa de los tipos de invierno.

Gobierno de Cantabria (2014)

Régimen hídrico

Para la elaboración del mapa de los tipos de régimen hídrico se han utilizados los datos de la evapotranspiración anual potencial (ETP Anual) y los de la precipitación media anual. Como resultado han dado un mapa con tres tipos de régimen hídrico:

- *Régimen hídrico húmedo (H)*: Ningún mes seco.
- *Régimen hídrico húmedo permanente (HU)*: Todos los meses húmedos.
- *Régimen hídrico mediterráneo húmedo (ME)*: Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival.



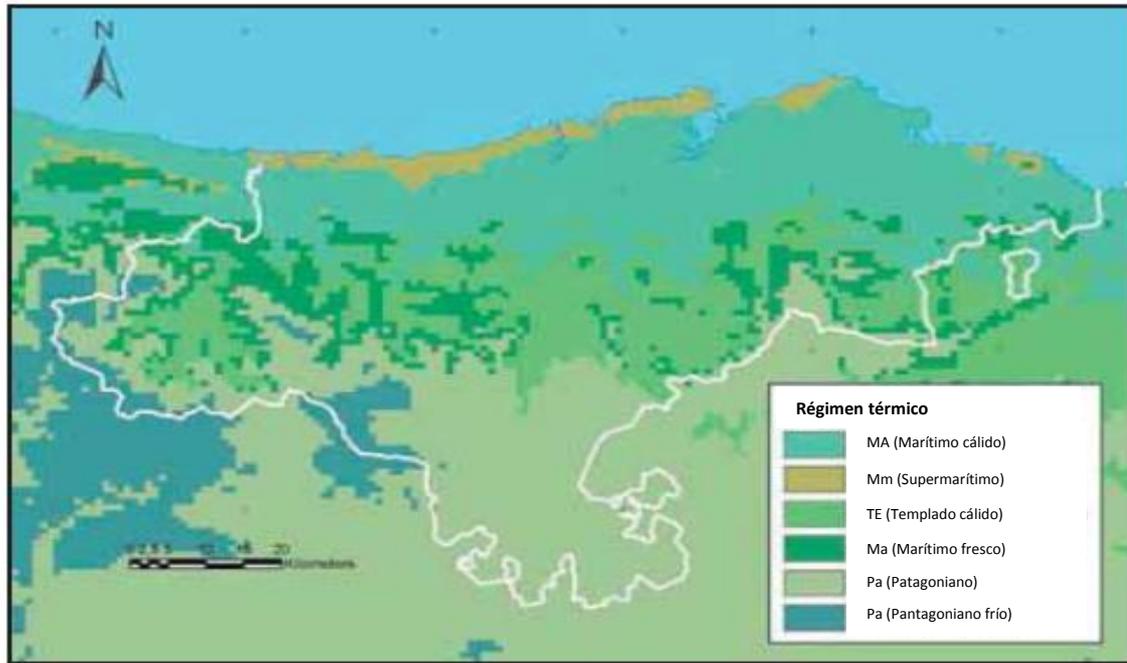
Unión ponderada de los diferentes datos utilizados en la confección del mapa de los tipos de régimen hídrico.

Gobierno de Cantabria (2014)

Régimen térmico

El régimen térmico integra la información del tipo de verano y el tipo de invierno como una forma de aproximarse a la nomenclatura climática clásica; pero aquí se corresponden a una determinada potencialidad climática de la estación fría y la cálida. De este mapa se ha obtenido seis tipos de régimen térmico para el área de Cantabria.

- *Marítimo cálido* (MA): La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 5º , la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- *Supermarítimo* (Mm): La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 8º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 10º y 21º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º.
- *Templado cálido* (TE): La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 5º y 10º, la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- *Marítimo fresco* (Ma) La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º, la temperatura media máxima del mes más frío está entre 5º y 10º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º.
- *Patagónico* (Pa): La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de más de 17º.
- *Patagónico frío* (pa): La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º, la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es inferior a 2,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es inferior a 10º.



Mapa de los tipos de régimen térmico de Cantabria.

Gobierno de Cantabria (2014)

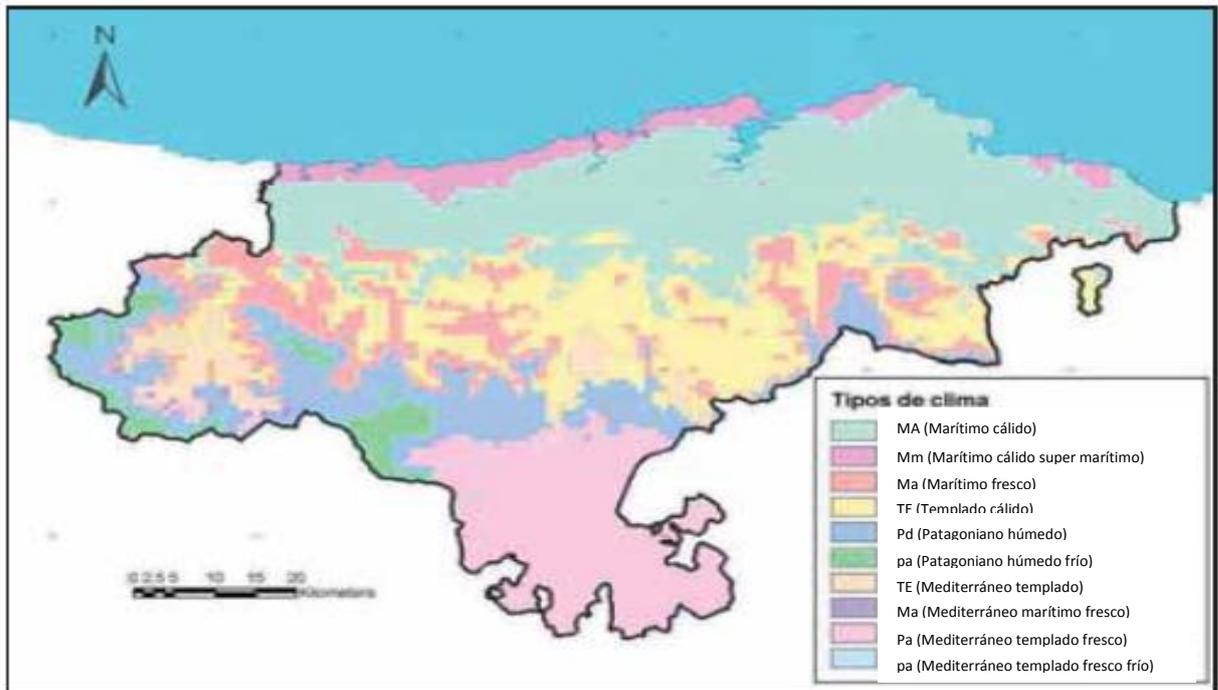
Tipos de clima

De la conjunción de los datos del régimen hídrico y del mapa del régimen de temperaturas se obtiene el mapa de los tipos de clima. Este mapa se ha interpretado con el modelo de Papadakis, y como resultado del mismo se han identificado 10 tipos de clima en Cantabria:

- *Marítimo cálido (MA)*: La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 5º , la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º. Todos los meses húmedos
- *Marítimo cálido super marítimo (Mm)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 8º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 10º y 21º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º. Todos los meses húmedos.
- *Marítimo fresco (Ma)*: La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 5º , la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º. Todos los meses húmedos.
- *Templado cálido (TE)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 5º y 10º, la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º. Todos los meses húmedos.
- *Patagoniano húmedo (Pd)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de más de 17º. Todos los meses húmedos.
- *Patagoniano húmedo frío (pa)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º, la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es inferior a 2,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es inferior a 10º. Todos los meses húmedos.
- *Mediterráneo templado (TE)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 5º y 10º, la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º. Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival.
- *Mediterráneo marítimo fresco (Ma)*: La temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 5º , la estación libre de heladas en meses es de 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º. Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival.
- *Mediterráneo templado fresco (Pa)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las

temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de más de 17º. Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival.

- *Mediterráneo templado fresco frío (pa)*: La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 4º, la temperatura media máxima del mes más frío está entre 0º y 10º, la estación libre de heladas en meses es inferior a 2,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es inferior a 10º. Ni húmedo ni desértico. Precipitación invernal mayor que la precipitación estival.



Mapa de los tipos de clima de Cantabria.

Gobierno de Cantabria (2014)

Conclusión

En base a estos datos obtenidos del Informe de Sostenibilidad Ambiental en el Plan de Gestión Integral de Infraestructuras de Cantabria 2014-2021 se realiza una comparativa entre los diferentes climas para dividir Cantabria en 5 zonas climáticas. Esta nueva división se lleva a cabo atendiendo a la temperatura media máxima del mes más frío, la temperatura media máxima del mes más cálido, la temperatura media mínima del mes más frío y el periodo libre de heladas; todo esto para cada tipo de clima de forma que se agrupen varios de ellos en otros más generales.

Tipo de clima	Tª media máx. mes más frío (°C)	Tª media máx. mes más cálido (°C)	Tª media mín. mes más frío (°C)	Estación libre de heladas (meses)
Marítimo cálido (MA)	0 - 5	21-25	Sin datos	4,5
Marítimo cálido super marítimo (Mm)	10 - 21	<21	>8	4,5
Marítimo fresco (Ma)	0 - 5	21-25	Sin datos	4,5
Templado cálido (TE)	5 - 10	21-25	>4	4,5
Patagoniano húmedo (Pd)	0 - 10	>17	>4	>4,5
Patagoniano húmedo frío (pa)	0 - 10	<10	>4	<2,5
Mediterráneo templado (TE)	5 - 10	21-25	>4	4,5
Mediterráneo marítimo fresco (Ma)	0 - 5	21-25	Sin datos	4,5
Mediterráneo templado fresco (Pa)	0 - 10	>17	>4	>4,5
Mediterráneo templado fresco frío (pa)	0 - 10	<10	>4	<2,5

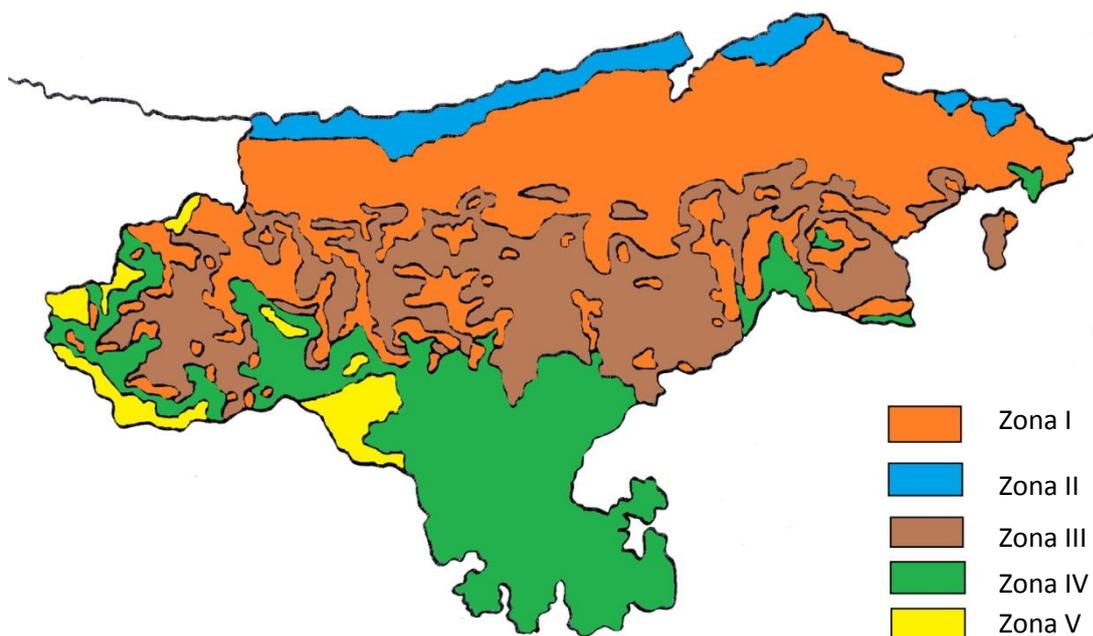
Teniendo en cuenta esta tabla comparativa las 5 zonas en las que se considera dividida Cantabria para la realización de este trabajo son:

- **Zona I:** constituye aquella abarcada por el marítimo cálido (MA), el marítimo fresco (Ma) y el mediterráneo marítimo fresco (Ma). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 5 °C, estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- **Zona II:** la correspondiente al marítimo cálido super marítimo (Mm). La temperatura media mínima del mes más frío está por encima de 8º y la temperatura media máxima del mes más frío está entre 10º y 21º, la estación libre de heladas en meses es superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de menos de 21º.
- **Zona III:** Incluye en templado cálido (TE) y el mediterráneo templado (TE). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 5 y 10 °C, estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es de 21º-25º.
- **Zona IV:** formada por el patagoniano húmedo (Pd) y el mediterráneo templado fresco (Pa). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 10 °C,

estación libre de heladas en meses superior a 4,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es superior a 17 °C.

- **Zona V:** Incluye el patagoniano húmedo frío (pa) y el mediterráneo templado fresco frío (pa). Tiene una temperatura media máxima durante el mes más frío entre 0 y 10 °C, estación libre de heladas en meses superior a 2,5 meses y la media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos es superior a 10 °C.

Considerando estas zonas se ha realizado una división del mapa de Cantabria obteniendo el siguiente resultado:



A partir de esta información se ha realizado un mapa para ilustrar las diferentes zonas climáticas presentes en Cantabria que se puede encontrar en el Documento nº 2. Planos (Plano 1.4. Mapa de zonas climáticas de Cantabria) de este TFG.

ANEJO Nº 4.

VEGETACIÓN DE CANTABRIA

Contenido

ANEJO Nº 4. VEGETACIÓN DE CANTABRIA.....	89
Introducción	91
Comarcas naturales.....	91
Franja costera.....	91
La Liébana.....	91
Valle del Nansa.....	92
Valle del Saja	93
Valle del Besaya.....	93
Valle del Pas	94
Valle del Miera	94
Valle del Asón-Gándara.....	94
Comarca de Campoo	95
Comarca de los valles	95
Tipos de cultivo	97
BOSQUES MIXTOS DE FRONDOSAS.....	97
PRADOS Y CULTIVOS.....	98
LANDAS ATLÁNTICAS.....	99
RIPARIAS Y MASAS DE AGUA DULCE	100
MACIZOS KÁRSTICOS CON ENCINAR.....	101
ROBLEDAL.....	102
HAYEDO	103
PASTOS Y ROQUEDOS DE ALTA MONTAÑA	104
PASTIZALES CON MATORRALES	108

Introducción

Gran parte de la información contenida en este Anejo ha sido extraída del libro *Guía de la naturaleza de Cantabria. Ediciones de librería Estudio*.

Comarcas naturales

En este apartado se presenta una división de Cantabria en comarcas naturales que servirá como referencia para conocer en qué lugar está ubicada nuestra cubierta verde y cuál es el tipo de cultivo predominante en esa zona. Una vez conocido este tipo de cultivo se buscará el mismo en el apartado de vegetación, en el cual existe una lista de plantas típicas para cada uno.

Estas comarcas son:

Franja costera

La unidad más característica de esta zona la constituyen los prados de siega, base de la economía rural regional y que ocupan el mayor porcentaje superficial de todas las formaciones vegetales. Esta comunidad seminatural está formada por numerosas especies de gramíneas, leguminosas, etc... todas de porte herbáceo, que gracias a la humedad reinante constituyen un césped continuo, sin claveros, cuyas raíces se encuentran fuertemente imbricadas, regenerando varias veces al año sus partes aéreas. La benignidad del clima de esta zona, atemperado por la cercana presencia del mar, permite la implantación, en ciertas zonas con microclima adecuado, de cultivos frutícolas de carácter mediterráneo, como por ejemplo, los limonares de la zona de Novales.

En lo referente al estrato arbustivo, son características de esta comarca natural dos formaciones de distinto carácter fitogeográfico. En primer lugar, las denominadas landas euatlánticas, formadas por matorrales arbustivos y subarbustivos de árgoma, escajo o tojo (*Ulex europaeus*) y brezo (*Erica ssp.*), que se instalan sobre suelos ácidos, oligotróficos, en zonas expuestas directamente al sol.

La otra formación arbustiva o subarborescente es el denominado encinar cántabro o matorral mediterráneo, por pertenecer a este dominio corológico. Sus especies más importantes son: encina, laurel, madroño, etc.

Los restos de arbolado autóctono en esta comarca son escasísimos, limitándose a pequeñas manchas aisladas, sin significado funcional de bosque, que ocupan generalmente las vaguadas o las zonas de difícil cultivo. Es estos retazos arbolado se refugian las distintas especies caducifolias en íntima mezcla (fresnos, avellanos, robles, castaños, etc.).

La Liébana

La comarca de Liébana forma una unidad con características botánicas que la confieren un valor excepcional.

La Liébana está constituida por una serie de valles interiores que sirven de antepecho a las grandes elevaciones montañosas de los Picos de Europa, y en sus laderas se asientan formaciones vegetales con características claramente mediterráneas, como los alcornoques o el encinar típico mediterráneo, entremezclados con bosques pertenecientes al dominio atlántico como los robledales o los hayedos. Esta riqueza botánica obedece sin duda al hecho de que Liébana posee unas características mediterráneas (temperaturas extremas, sequedad edáfica estival, etc.) y características atlánticas (alta humedad atmosférica, alta pluviosidad invernal, etc.).

Los cultivos de viñas, otrora abundantes en la comarca y ahora en vías de desaparición, ya indican la existencia de características ambientales propias, así como la existencia de olivos (*Olea europaea*) en régimen espontáneo. Los valles de la Liébana constituyen una interesante zona de estudio para especies. Así, los encinares se sitúan sobre las laderas más soleadas, pudiendo distinguirse dos tipos diferentes según la naturaleza litológica del sustrato: en los roquedos calizos, de suelo esquelético, las encinas crecen aisladas, con gran porte y escasa cobertura, con un componente arbustivo y herbáceo muy pobre. Por el contrario, en las laderas de suelos silíceos con pendiente intermedia, crece el encinar rodeado de muchas especies del dominio mediterráneo: laurel, madroño, tomillo, orégano, labiérnago, etc., formando manchas cerradas y de una gran complejidad estructural.

En cuanto a los bosques planocaducifolios atlánticos, aún persisten en las laderas de la Liébana bosques de robles de cierta importancia. Estos robledales se hallan en general bien conservados y permiten mantener, en las zonas menos humanizadas, los restos más importantes de macrovertebrados de toda Cantabria.

Las mejores extensiones de Hayedo de la Región se encuentran también circunscritas a la Liébana, lindando con la zona de Polaciones (Lamedo, Buyezo, etc.). La masa caliza de los Picos de Europa posee una flora de carácter subalpino muy interesante, ya que presenta especies únicas para Cantabria, así como numerosos endemismos.

El bosque natural de alcornoques (*Quercus suber*) existente en Liébana, es único en Cantabria, encontrándose en el borde de su área de distribución.

Valle del Nansa

El paisaje vegetal del Valle del Nansa obedece a un gradiente altitudinal, con una estructura bien definida. En el tramo bajo, que atraviesa lomas de suave pendiente, las praderías dominan ampliamente sobre el resto de las formaciones vegetales, con escasos retazos de arbolado autóctono en las laderas de pendiente más abrupta. Las repoblaciones de eucalipto son numerosas hasta la cota de 350 m ocupando terrenos generalmente arcillosos, poco aptos para praderías.

A medida que ascendemos río arriba, en el tramo medio, el eucalipto desaparece para dar paso a los bosques autóctonos de frondosas, donde dominan claramente las especies atlánticas (robles y hayas). Los prados son más escasos que en los niveles bajos y, debido a la rigurosidad del clima, menos productivos, soportando únicamente una corta anual. Aumentan las superficies de landas y pastizales bastos, con gramíneas de bajo valor forrajero, etapas de

degradación del bosque autóctono, que mediante tala y quemadas sucesivas se ha transformado en las actuales superficies de pasto.

En el tramo superior del Nansa se encuentra, junto con los valles de Liébana, las mejores extensiones de robledal y hayedo de Cantabria, con manchas de cierta importancia, especialmente de hayas. Los prados en estas partes altas son ya escasos, dominando el estadio forestal, lo cual permite el desarrollo de las comunidades de macrovertebrados.

Valle del Saja

El valle del Saja posee en su tramo medio un paisaje vegetal muy humanizado. Su amplia vega, a la altura de Cabuérniga, está sometida a cultivos intensivos, de especies hortícolas o forrajeras, y los núcleos de población se hallan concentrados, con un tipo de edificación perfectamente adaptada al entorno natural. En las laderas que flanquean la llanura aluvial, se instalan los prados de siega, menos productivos que en la zona costera, pero de mayor rendimiento que en tierras altas. Abundan en esta zona superior de las lomas y montes que cierran la vertiente del valle, los pastizales y matorrales atlánticos, sin que apenas exista presencia del matorral mediterráneo, a causa de la escasez de rocas calizas.

Las manchas de arbolado caducifolio autóctono, repartidas a lo largo de las vaguadas o dispersas en algunos tramos de las laderas, así como las escasas repoblaciones de *Pinus radiata* constituyen el estrato arbolado del tramo medio del Saja.

Las tierras altas forman un área biogeográfica del mayor interés natural, dada la dominancia de las formaciones forestales sobre los demás tipos de vegetación. Esta comarca del piso montano posee la mayor reserva de roble de toda la región, que es sustituido por el hayedo al aumentar la cota altitudinal, y éste a su vez por el abedular, del que encontramos magníficos bosques en la parte más elevada del valle del Saja, ya en su límite con Campoo.

Completan el paisaje vegetal del tramo alto del Saja los pastizales de diente, explotados en régimen de ganadería extensiva por los habitantes de la zona.

Valle del Besaya

La distribución vegetal a lo largo del curso del valle es similar al resto de los valles principales cantábricos. En su curso medio, a la altura de Los Corrales, dominan el paisaje vegetal los prados de siega, que se convierten en cultivos intensivos en la llanura aluvial. Las partes altas de las laderas que flanquean el cauce se hallan ocupadas por restos escasos de arbolado autóctono y por repoblaciones de *Pinus radiata*. En la parte alta del curso, a la altura de Reinosa, aparecen como formación arbórea dominante los bosques monoespecíficos de haya (indicativos de un intenso régimen de nieblas) intercalados con extensas manchas de pastizal. Aquí el paisaje adquiere ya el aspecto fisionómico de la vecina tierra de Campoo, comarca de transición con las tierras de la meseta.

Tienen mayor interés natural que el valle principal del Besaya los valles secundarios, que conservan en algunos casos una estructura en vaguada inalterada desde hace mucho tiempo, presentando manchas importantes de roble y haya, distribuidos en sus pisos altitudinales respectivos.

Valle del Pas

A la altura de Puente Viesgo, el río Pas atraviesa una importante masa de caliza karstificada, en la que se desarrolla óptimamente el encinar cántabro (encina, laurel, madroño y especies de cortejo mediterráneo).

El aspecto paisajístico de los valles pasiegos es muy peculiar. Dominan claramente las cuidadísimas praderías delimitadas con muros de piedra seca, de losas generalmente planas de roca arenisca. Estas fincas suelen poseer en su parte central la vivienda o el invernadero al lado del cual suelen vegetar, especialmente en zonas altas, algunos ejemplares de fresno (*Fraxinus excelsior*). Por encima de las praderías, en las pendientes más abruptas y en las cimas de las laderas, se mantienen restos del arbolado autóctono, en el que domina el hayedo, así como en pequeñas vaguadas próximas al río, donde son abundantes los avellanos. Este tipo de distribución vegetal, en el que el bosque ocupa la parte superior, a continuación se establecen las praderías, y en el fondo del valle se instalan los cultivos intensivos, recibe el nombre de “sistema de vaguada”.

Algunas repoblaciones de *Pinus radiata* completan el mosaico vegetal típico del valle del Pas.

Valle del Miera

El río Miera ha formado otro de los valles pertenecientes al dominio pasiego, si bien presenta algunas diferencias con el Pas.

La principal característica de las laderas que constituyen el tramo medio es su naturaleza litológica caliza, con las consecuencias que esto conlleva de presencia de suelos poco desarrollados, sequedad edáfica y relieve abrupto e irregular.

Por ello, el territorio geográfico comprendido en el valle del Miera aparece dominado por las formaciones vegetales calcícolas. En las zonas llanas y en la llanura aluvial, muy exigua, se instalan prados de siega de carácter calcícola, cuyas especies poseen un alto valor forrajero, por la abundancia en sales del sustrato edáfico. Donde el abrupto relieve no aconseja la instalación de praderías, vegetan bosques de arbolado autóctono, constituidos por avellanos, fresnos, robles, castaños, etc., en las altitudes bajas, siendo sustituidos por el haya en el piso montano.

Ya en el tramo alto del Miera, de morfología típicamente glaciaria, se instalan sobre las morrenas laterales y en el fondo del valle, las fincas de fisionomía merana (similares al modelo descrito para el valle del Pas) que llegan hasta las tierras más altas, en el Portillo de Lunada, una de las zonas de Cantabria donde más intensas son las nevadas.

A lo largo del valle del Miera, y siempre sobre terrenos calizos, se instalan magníficos ejemplares de encinas y matorrales de tipo mediterráneo donde lo permite la escasa cobertura del suelo.

Valle del Asón-Gándara

Fitogeográficamente, la cuenca del río Asón y los territorios adyacentes están condicionados por la naturaleza predominantemente caliza de los materiales del sustrato.

En su tramo inferior, cerca de la costa, el paisaje vegetal se caracteriza por la dominancia de praderías, similares a las de la comarca costera, con escasos restos de arbolado autóctono y con extensas repoblaciones de *Eucaliptus globulus* y landas atlánticas. Pero ya en estos niveles bajos se deja notar la naturaleza calcárea del sustrato (que se hará más patente en altitudes superiores), debido a la presencia de masas de caliza aflorando entre el verdor de los prados, y a la existencia de matorral mediterráneo en los montes y laderas de diversos puntos del territorio.

A medida que se asciende hacia el curso medio y alto, se puede apreciar la transformación del mosaico vegetal. Desaparecen las repoblaciones de eucalipto a partir de los 350 metros aproximadamente, y se hacen dominantes en el paisaje las masas de caliza, acompañadas generalmente de una cobertura vegetal de encinar cántabro. Estas laderas calcáreas tienen un ejemplo magnífico en las inmediaciones de Arredondo. Los prados y cultivos se reducen a las vegas fluviales y a los terrenos de pendiente suave donde se acumulan las arcillas procedentes de la disolución de las calizas, siendo praderías ricas en buenas forrajeras. En aquellos puntos ya elevados donde el régimen de nieblas es intenso, la encina y su cortejo son sustituidos por el hayedo calcícola de fustes retorcidos.

Comarca de Campoo

Esta comarca posee unas características naturales sensiblemente diferentes al resto de las tierras de Cantabria. La combinación entre la cota altitudinal (superior a 800 m) y la lejanía del mar, crea unas condiciones climáticas de tipo continental, con inviernos muy rigurosos y veranos cálidos. Esta marcada diferencia climática se deja sentir notablemente en el paisaje vegetal.

La formación vegetal aquí dominante son los pastizales de montaña, con un valor forrajero sensiblemente inferior a las praderías costeras. En las inmediaciones de los núcleos de población se instalan prados de siega, que necesitan a veces de riegos durante la estación seca.

Completan el resto de las formaciones vegetales que tapizan la comarca los pequeños bosquetes de frondosas caducifolias, que debido a las características climáticas reinantes muestran una composición florística sensiblemente distinta de la existente en otras comarcas. Aparecen como dominantes en el estrato arbóreo las manchas de *Quercus pyrenaica* (rebollo), propio de climas fríos, que suele presentarse en forma subarborescente, como una etapa subserial, debido al aprovechamiento de estos bosques para obtener madera. En las zonas húmedas dominan los bosques de haya.

La flora espontánea de Campoo incluye especies de clara procedencia mediterránea, tales como el *Quercus faginea*, o la pequeña compuesta por *Crupina vulgaris*, por encontrarse en el límite corológico de este dominio florístico.

Comarca de los valles

La zona comprendida entre el Embalse del Ebro y el límite sur de la Región, al igual que ocurre con la comarca de Campoo, constituye una región biogeográfica del mayor interés por su situación corológica de transición, entre la meseta de Castilla y las tierras de la cornisa cántabrica. Su aspecto posee una fisonomía muy peculiar, con un paisaje vegetal muy variado.

Las formaciones de origen antrópico están constituidas por prados de siega, que reciben una corta anual, cultivos de patata y cereales, y pastizales de diente, que ocupan una extensión relativa importante. Las extensas repoblaciones de *Pinus sylvestris* ocupan una superficie amplia, en los terrenos más alejados de los núcleos rurales, plantadas en montes comunales.

Las manchas de arbolado autóctono están constituidas por bosques subarborescentes de *Quercus pyrenaica*, que hoy día coloniza terrenos abandonados y eriales.

También aparecen en el estrato arbóreo bosques de encina y roble, aunque menos abundantes, y, en las laderas situadas a umbría, el haya, que forma la última línea de vegetación arbórea, en los cantiles que bordean el Páramo de la Lora.

Tipos de cultivo

Una vez sabemos en qué comarca natural de la región va a estar situada nuestra cubierta ajardinada, conoceremos el tipo de cultivo existente a su alrededor. Para cada tipo de cultivo existen una serie de especies autóctonas de Cantabria que se deben tener en cuenta a la hora de elegir la vegetación a plantar.

La vegetación presente en cada tipo de cultivo es:

BOSQUES MIXTOS DE FRONDOSAS

Este ecosistema arbolado constituye la formación vegetal clímax de la región cantábrica de baja altitud, si bien puede alcanzar hasta el piso montano. Se asienta sobre suelos ricos, profundos y húmedos, siendo su principal característica el poseer una gran complejidad estructural y una alta diversidad de especies, sin que exista una clara dominancia de ninguna de ellas. Si antiguamente ocupaba grandes áreas en el territorio, hoy está reducido a pequeñas manchas, debido a la extensión de las tierras de labor.

Las especies que lo caracterizan son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Corylus avellana	Avellano	Sí
Crataegus monogyna	Espino albar	Sí
Prunus spinosa	Endrino	Sí
Ilex aquifolium	Acebo	Sí
Rubus ulmifolius Schott	Zarza	No
Sambucus nigra	Sauco	Sí
Laurus nobilis	Laurel	Sí
<i>Estrato herbáceo</i>		
Aquilegia vulgaris	Aguileña	No
Blenchnum spicant	Roth	No
Daphne laureola	Torvisco macho	No
Geranium robertianum	Geranio silvestre	No
Helleborus viridis	Heléboro	No
Hepatica nobilis	Hepática	No
Pteridium aquilinum I Kuhn	Helecho común	No
Lamiun maculatum	Falsa ortiga	No
Stachys silvatica		No
Glechoma hederacea		No
Arum italicum	Aro	No

PRADOS Y CULTIVOS

El ecosistema pratense es, sin duda, el de mayor extensión superficial en la región, extendido y fomentado por la ganadería cantábrica como fundamento de la economía rural, basada en la cría de ganado de leche.

Este ecosistema está formado por plantas herbáceas, siempre verdes, generalmente bajas o de mediana altura, de raíces perennes, que forman un entramado continuo, el cual genera las partes aéreas de las plantas, constituyendo un césped tupido y sin claveros.

Las especies que lo caracterizan son:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Flora herbácea</i>		
Cardamine pratensis	Berro de prado	No
Centaurea nigra	Garbansón, Centaura	No
Festuca pratensis	Cañuela de prado	No
Linum bienne	Lino bravo	No
Lolium perenne	Ballico	No
Lotus corniculatus	Pie de gallo	No
Plantago lanceolata	Llantén	No
Poa pratensis	Gramma de prados	No
Prunella vulgaris	Consuelda menor	No
Ranunculus acris	Botón de oro	No
Rumex acetosa	Acedera	No
Taraxacum officinale	Diente de león	No
Holcus lanatus		No
Dactylis glomerata	Dactilo	No

LANDAS ATLÁNTICAS

Esta formación vegetal está constituida por matorrales generalmente subarbusivos, heliófilos, asentados sobre suelos ácidos.

Su origen se debe, en general, a la deforestación, aunque en algunas zonas como bordes de acantilados, orlas de bosque, etc. tienen carácter climácico, es decir, constituye la vegetación natural estable.

En Cantabria las landas constituyen una biocenosis muy importante por su extensión superficial, encontrándose desde el nivel del mar hasta, aproximadamente, los 1100 metros.

Las especies características de este ecosistema son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Chamaespartium tridentatum	Carqueixa	No
Daboecia cantabrica	Brezo vizcaíno	Sí
Erica arborea	Brezo	Sí
Erica cinerea	Brezo	Sí
Erica vagans	Brezo	Sí
Erica tetralix	Brezo	Sí
Erica umbellata	Brezo	Sí
Genista hispanica	Abrojos	No
Ulex europaeus	Escajo o tojo	No
Ulex galli	Escajo o tojo	No
<i>Estrato herbáceo</i>		
Halimium umbellatum	Jaguarzo	No
Lithodora diffusa	Carrasquilla azul	No
Polygala vulgaris	Lechera	No
Veronica officinalis	Verónica común	No

RIPARIAS Y MASAS DE AGUA DULCE

Los ecosistemas de riparia o de las riberas de los ríos están constituidos en la región cantábrica por las típicas alisedas higrófilas de la región eurosiberiana, pues el estrato arbóreo se ve dominado por el aliso (*Alnus glutinosa*). Es una vegetación constituida por una banda más o menos estrecha que sigue fielmente al trazado del río, desarrollándose también en las riberas de arroyos, regatos e incluso en laderas muy frescas y húmedas, a pesar de que no las atraviese un curso de agua.

Las especies más características que constituyen este ecosistema son:

RIPARIA Y MASAS DE AGUA DULCE		
Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Salix alba	Sauce	Sí
Salix atrocinerea	Sauce	No
Salix cantabrica	Sauce	No
Salix eleagnos	Sauce	Sí
Salix fragilis	Sauce	No
Salix purpurea	Sauce	No
Salix triandra	Sauce	No
<i>Estrato herbáceo</i>		
Allium ursinum	Ajo de oso	No
Carex pendula		No
Saponaria officinalis	Saponaria	No
Solanum dulcamara	Dulcámara	No

MACIZOS KÁRSTICOS CON ENCINAR

Un macrosistema muy característico de la región cantábrica es el constituido por los roquedos calizos cubiertos de matorrales de especies perennifolias mediterráneas. Esta formación se encuentra en el límite del área de expansión de la flora mediterránea, y se halla formada por bosques o bosquecillos frecuentemente en estado de matorral alto y muy denso, en los que la especie dominante es la encina, acompañada de especies perennifolias esclerófilas propias de la región mediterránea, pero también con especies características de la flora atlántico-europea.

Las especies que caracterizan los macizos kársticos con encinar son:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Ilex aquifolium	Acebo	Sí
Arbutus unedo	Madroño	Sí
Phyllyrea latifolia	Labiérnago	No
Laurus nobilis	Laurel	Sí
Euonymus europaeus	Bonetero	Sí
Viburnum lantana	Viburno	Sí
Rhamnus alaternus	Aladierno	Sí
Ligustrum vulgare	Aligustre	Sí
<i>Estrato subarbustivo</i>		
Erica arborea	Brezo	Sí
Erica vagans	Brezo	Sí
Ulex europaeus	Tojo	No
Calluna vulgaris	Brezina	No
Daboecia cantabrica	Brezo vizcaíno	Sí
Rubus ulmifolius	Zarza	Sí
<i>Estrato herbáceo</i>		
Humulus lupulus	Lúpulo	No
Tamus comunis	Brionia negra	No
Amilax aspera	Zarzaparrilla	No
Hedera helix	Hiedra	No

ROBLEDAL

Los robledales están constituidos por bosques atlánticos mixtos. Se desarrollan sobre suelos no gleizados, preferentemente en el piso basal y sobre suelos silíceos, pobres en bases, ocupando generalmente extensiones en zonas montañosas altas.

Las especies florísticas que los componen son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Cornus sanguinea	Cornejo	Sí
Prunus spinosa	Endrino o Pacharán	Sí
Crataegus monogyna	Espino	Sí
Ilex aquifolium	Acebo	Sí
Salix caprea	Sauce cabruno	Sí
Frangula alnus	Arraclán	No
Prunus avium	Cerezo silvestre	Sí
Corylus avellana	Avellano	Sí
Salix atrocinnerea	Sauce	No
<i>Estrato subarbustivo</i>		
Genista hispanica	Abrojo	No
Calluna vulgaris	Brezina	Sí
Daboecia canatabria	Brezo vizcaíno	Sí
Erica arborea	Brezo	Sí
Erica vagans	Brezo	Sí
Lithodora diffusa	Carrasquilla azul	Sí
Ulex europaeus	Argoma o tojo	No
<i>Estrato herbáceo</i>		
Aquilegia vulgaris	Aguileña	No
Brachypodium sylvaticum		No
Daphne laureola	Torvisco macho	No
Euphorbia amigdaloides	Lechetrezna	No
Euphorbia hyberna	Lechetrezna	No
Fragaria vesca	Fresa silvestre	No
Mercurialis perennis	Mercurial	No
Helleborus viridis	Heléboro	No
Poa nemoralis		No
Primula vulgaris	Primavera	No
Stellaria nemorum		No
Blechnum spicant	Lonchite	No
Linaria triornithophora		No
Dryopteris filix-mas	Helecho macho	No
Holcus mollis	Heno blanco	No
Lathyrus montanus		No

Luzula sylvática		No
Pulmonaria longifolia	Pulmonaria	No
Pteridium aquilinum	Helecho común	No
Astrantia major		No
Polistichum aculeatum	Helecho	No

HAYEDO

Los hayedos se encuentran en las laderas de gran declive, por encima de los 700 metros de altitud, en el piso montañoso atlántico superior.

El sustrato edáfico es de suelos muy ácidos, lo mismo sobre arcilla descalcificada (tierra parda centroeuropea oligotrofa) que sobre cuarcitas y areniscas o sobre calizas fuertemente descarbonatadas por lavado.

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Erica arborea	Brezo	Sí
Crataegus monogyna	Espino	Sí
Ilex aquifolium	Acebo	Sí
Prunus avium	Cerezo silvestre	Sí
Rubus ulmifolius	Zarza	Sí
Vaccinium myrtillus	Arándano	Sí
<i>Estrato herbáceo</i>		
Deschampia flexuosa		No
Erythronium dens- canis	Diente de perro	No
Euphorbia dulcis	Lechetrezna	No
Galium rotundifolium		No
Luzula sylvatica		No
Melampyrum pratense	Trigo vacuno	No
Anemone nemorosa	Nemorosa	No
Helleborus viridis	Heléboro	No

PASTOS Y ROQUEDOS DE ALTA MONTAÑA

Los pastizales están formados por praderas de pastos densas con una cobertura vegetal próxima al 100%. Se encuentran en zonas cubiertas de nieve durante gran parte del año y con una elevada humedad atmosférica.

Existen diversos tipos de pastizales, con una composición florística que depende del carácter del sustrato.

En primer lugar, sobre los suelos calizos, se instalan los pastizales de carácter básico, típicos de la montaña calcárea con clima atlántico centroeuropeo, en los que domina la gramínea *Bromus erectus*. Estos pastizales requieren suelos secos mesófilos, nunca encharcados, y son muy comunes en las zonas montañosas de Cantabria, ocupando grandes áreas.

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato herbáceo</i>		
Acinos alpinus	Albahaca agreste	No
Allium sphaerocephalum	Ajo de cabeza redonda	No
Anthyllis vulneraria	Vulneraria	No
Aster alpinus		No
Brachypodium pinnatum		No
Bromus erectus		No
Carduncellus mitissimus		No
Eryngium bourgatii	Cardo de la Magdalena	No
Hutchinsia alpina		No
Pimpinella tragium		No
Prunella grandiflora	Morena gentil	No
Teucrium pryrenaicum		No
Primula veris	Primavera	No
Voila hirta	Violeta	No
Orchys (numerosas especies)	Orquídeas	No
Gentiana lutea		No
Narcisus pseudonarcisus	Narciso	No
Lolium perenne	Ballico	No

En las zonas cubiertas por la nieve más de seis meses al año, en suelos fisiológicamente secos, de carácter silíceo, por provenir de rocas ácidas pobres en bases (por ejemplo areniscas), se desarrollan otro tipo de pastizales naturales, dominados por el género *Festuca*. Estos pastizales crecen a altitud próxima a los 2000 m, aunque descienden a veces a pisos inferiores, encontrándose sobre masas de derrubios en el piso montano subalpino.

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato herbáceo</i>		
<i>Festuca indigesta</i>		No
<i>Festuca ovina</i>		No
<i>Festuca skia</i>		No
<i>Juncus trifidus</i>	Junco	No
<i>Pedicularis pyrenaica</i>		No
<i>Deschampia flexuosa</i>		No
<i>Nardus stricta</i>	Cervuno	No
<i>Trifolium alpinum</i>	Trébol	No
<i>Jasione humilis</i>		No

Otro tipo de pastizal natural abundante en nuestras montañas calizas, como por ejemplo los Picos de Europa, es el que se instala sobre rocas básicas, ricas en carbonatos, con suelos esqueléticos, en áreas cubiertas por la nieve durante seis meses al año. Estas formaciones son endémicas, y están presididas por la gramínea, también endémica. *Festuca brunatti*, propia de la montaña caliza cantábrica. Junto con otras comunidades, como la propia de los roquedos calizos, forman un paisaje vegetal con una fuerte personalidad en las zonas altas montañosas.

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato herbáceo</i>		
<i>Androsace villosa</i>		No
<i>Anemone baldensis</i>		No
<i>Carex sempervirens</i>		No
<i>Draba dedeana</i>		No
<i>Eryngium bourgatii</i>	Cardo de la Magdalena	No
<i>Festuca brunatii</i>		No
<i>Festuca hystrix</i>		No
<i>Fritillaria pyrenaica</i>	Corona imperial	No
<i>Globularia nudicaulis</i>		No
<i>Myosotis alpestris</i>		No
<i>Poa alpina</i>		No
<i>Saxifraga aizoides</i>		No
<i>Silene acaulis</i>		No
<i>Teucrium pyrenaicum</i>		No

Sobre suelos profundos, permanentemente húmedos, silíceos, descarbonatados y cubiertos por la nieve gran parte del año, se instalan los pastizales de diente densos y cerrados, en los que la especie dominante es el *Nardus stricta* (Cervunales o Nardeteas)

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato herbáceo</i>		
<i>Agrostis tenuis</i>		No
<i>Ajuga pyramidalis</i>		No
<i>Anthoxantum odoratum</i>	Gramma de olor	No
<i>Festuca rubra</i>		No
<i>Festuca skia</i>		No
<i>Jasione perennis</i>		No
<i>Luzula pediformis</i>		No
<i>Viola canina</i>	Violeta	No
<i>Pedicularis pyrenaica</i>		No
<i>Trifolium alpinum</i>	Trébol	No
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Hierba velluda	No
<i>Ranunculus amplexicaulis</i>		No

Las masas rocosas que constituyen las impresionantes montañas cantábricas, en el piso más alto de la región (hasta unos 2600 m de altitud) poseen unas características naturales que las convierten en áreas de gran valor ecológico. En ellas se refugian los grandes vertebrados que ocupan los lugares más elevados de la pirámide ecológica en las zonas de montaña (águila real y lobo), así como un cortejo florístico con gran número de endemismos, formando un conjunto paisajístico de gran belleza, en el que domina la mole blanquecina de la caliza.

Botánicamente, las comunidades que se desarrollan en los roquedos montañosos, se hallan formadas por casmófitos o especies rupestres, permanentes, con escasa cobertura, que crecen en las fisuras de los roquedos, desplomes verticales, escarpes rocosos, paredones, etc., en cuyas grietas se asientan las raíces, aprovechando en escaso suelo existente.

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato herbáceo</i>		
Asplenium adianthum nigrum	Culantrillo negro	No
Asplenium trichomanes	Tricomanes	No
Ceterach officinarum	Doradilla	No
Hieracium amplexicaule		No
Polypodium australe	Polipodio	No
Umbilicus rupestris		No
Sedum album	Uvas de perro	No
Sedum brevifolium		No
Umbilicus rupestris	Omblogo de Venus	No
Cymbalaria muralis	Palomilla de muro	No
Chaenorhium origanifolium		No
Juniperus communis	Enebro	No
Petrocoptis galucifolia		No
Potentilla nivalis		No
Rhamnus pumila		No
Saxifraga canaliculata		No
Anogramma leptophylla		No
Valeriana globulariifolia		No
Silene ciliata		No
Dianthus deltoides	Clavelina	No

PASTIZALES CON MATORRALES

Este macrosistema posee una gran importancia en Cantabria debido a su gran extensión superficial, localizándose preferentemente en las zonas montañosas del interior.

Fisionómicamente, se halla constituido por dos estrato: el subarborescente de 2-3 m de altura, cuya principal característica es el estar dominado por ericáceas y leguminosas; y el herbáceo, con cobertura del 100%.

Las especies presentes en este tipo de matorrales son las siguientes:

Nombre científico	Nombre común	Disponibilidad
<i>Estrato arbustivo</i>		
Cytisus scoparius	Piorno	Sí
Genista florida	Retama	Sí
Genista obtusiramea		No
<i>Estrato subarborescente</i>		
Arctostaphylos uva-ursi	Gayuba	No
Daphne laureola	Torrisco macho	No
Juniperus comunis	Enebro	No
Vaccinium myrtillus	Arándano	Sí
Erica vagans	Brezo	Sí
Calluna vulgaris	Brezina	Sí
Ulex europaeus	Tojo	No
Erica cinerea	Brezo	Sí
Erica tetralix	Brezo	Sí
<i>Estrato herbáceo</i>		
Carex asturica		No
Avena bromoides		No
Arrenatherum thorei		No
Helianthemum canum		No
Brachypodium pinnatum		No
Pteridium aquilinum	Helecho común	No

ANEJO Nº 5.

CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES

Contenido

ANEJO Nº 5. CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES.....	109
Introducción	111
Inclinación de la cubierta	112
Vegetación.....	113
Aislamiento térmico	114
Resistencia estructural	115
Gestión del agua pluvial	116

Introducción

Los criterios de diseño básicos que se deben aplicar a la hora de proyectar una cubierta verde en cualquier área son: la inclinación de la cubierta, la vegetación, el aislamiento térmico, la resistencia estructural y la gestión del agua pluvial.

Se propone la consideración de la inclinación de la cubierta como primer criterio ya que condiciona totalmente el tipo de vegetación que se puede emplear, como se verá a continuación.

Así mismo la vegetación condiciona el aislamiento térmico en función del porcentaje de superficie de cubierta que ocupe.

Se considera la resistencia estructural un importante factor a considerar que podría ser equiparable a la inclinación de la cubierta pero se ha decidido mencionar más adelante puesto que, si se proyecta una cubierta de nueva construcción, se elige primero que tipo de cubierta verde se va a llevar a cabo (extensiva o intensiva) y en base a eso se proyecta una base para la misma con la resistencia estructural necesaria. Sin embargo, es importante considerar la resistencia estructural al mismo tiempo que la inclinación de la cubierta si se va a realizar una obra de rehabilitación de un edificio en la cual el elemento estructural que hace de base de la cubierta verde ya existe y por tanto no tenemos posibilidad de aumentar su resistencia.

Como último criterio a tener en cuenta se considera la gestión del agua pluvial ya que se trata de una característica inherente a la cubierta verde.

Inclinación de la cubierta

La construcción del techo verde y el tipo de vegetación vienen condicionados por la inclinación de la cubierta.

La mayoría de las cubiertas verdes se suelen construir sobre cubiertas planas, pero también pueden emplearse sobre cubiertas inclinadas, aunque no se recomiendan inclinaciones superiores a 20° a pesar de haberse realizado con éxito cubiertas verdes con inclinaciones superiores. Esto se debe a que, techos de gran longitud con más de 20° de inclinación, necesitan precauciones especiales que impidan el deslizamiento del sustrato. Esta inestabilidad se debe a la discontinuidad presente entre las distintas capas de materiales y que aumenta con la profundidad de las mismas. Además, si la inclinación es demasiado grande el agua es drenada con demasiada rapidez lo que puede suponer que las raíces no puedan absorber los nutrientes necesarios, y por tanto, se sequen.

Cuando la cubierta verde se construye sobre un techo plano, si no existe suficiente espesor de sustrato ni capa drenante, suele aparecer un problema en presencia de fuertes lluvias que consiste en la aparición de encharcamientos. Esto perjudica a la mayoría de las plantas, en especial a los pastos, ya que daña gravemente la respiración de la raíz. Sin embargo, una cubierta inclinada presenta mayor velocidad de desagüe debido al efecto de la gravedad y una menor retención de agua por parte de la capa de drenaje y de la capa de sustrato. Por todo esto, si lo que se pretende es reducir costes, la cubierta verde deberá realizarse sobre un techo con una pendiente mínima del 5%, ya que así no será necesario proyectar drenajes especiales. *(Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos; 2009)*

A mayor inclinación, mayor resistencia de variedades vegetales y mayor riesgo de inestabilidad. (Universidad de Cantabria, 2014)

Vegetación

Los criterios de selección del tipo de vegetación a emplear son:

- Tipo de cubierta verde que se quiere proyectar: extensiva o intensiva.
- Condiciones de iluminación y climatología local (precipitaciones y temperatura).
- Tipo de sustrato, espesor y capacidad de retención de agua.
- Inclinação de la cubierta: cuanto más inclinación posee el techo, mayor debe ser su capacidad de almacenamiento de agua.
- Exposición al viento: en presencia de viento aumenta la evaporación.
- Orientación: si el techo está inclinado hacia el sol se secará más rápido.

En cubiertas ecológicas extensivas:

Las plantas que se deben emplear deben ser aquellas que precisen un mantenimiento bajo. Para obtener efectos físico-constructivos (aislamiento térmico, protección acústica), efectos ecológicos (retención de agua, limpieza del aire) y efectos constructivos (protección frente a variaciones de temperatura y rayos UV); se deberá conseguir una capa vegetal con la mayor cobertura posible según las posibilidades de cada cubierta. (*Universidad de Cantabria, 2014*).

Las especies a utilizar deben tener sistemas de raíces poco profundos y sin raíces pivotantes. Su capacidad de regeneración debe ser buena, con una altura de crecimiento normal inferior a 50 cm. Además, deberán ser especies persistentes, con una duración de varios años, y con capacidad para vivir con pocos recursos.

Resultan idóneas para su uso en cubiertas extensivas las plantas de tipo suculento, principalmente de la familia *Crassulaceae* y especialmente las del género *Sedum*. Igualmente resultan indicadas ciertas plantas vivaces, herbáceas, perennifolias, cespitosas y subarborescentes. (*Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos; 2009*).

En cubiertas ajardinadas intensivas:

Siempre que existan los grosores mínimos de la capa de sustrato y se realicen las operaciones necesarias de mantenimiento, no existe ninguna limitación para la utilización de las especies vegetales. (*Universidad de Cantabria, 2014*).

Las especies vegetales en este tipo de cubiertas deberán:

- Tener pocos requerimientos nutricionales.
- Ser poco agresivas frente a otras especies y elementos constructivos.
- Tener un crecimiento vertical lento.
- Poseer un follaje que no retenga grandes cantidades de agua de precipitación.

Se recomienda que las especies a implantar tengan sistemas radicales de poca profundidad, de porte mediano o pequeño en estado adulto. Son adecuadas las plantas herbáceas o arbustivas, árboles y palmeras. Los árboles de alto porte o con riesgo de rotura, las especies con sistemas de raíces agresivos, con alta densidad foliar, muy sensibles o muy exigentes, serán evitados. (*Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos; 2009*).

Aislamiento térmico

El aislamiento térmico proporcionado por las cubiertas verdes proviene de la superposición de varios efectos: por un lado el efecto sombra de la vegetación, por otro lado por el efecto aislante que suponen las diferentes capas de material y en último lugar por el enfriamiento producido por las plantas por efecto de la evapotranspiración.

A mayor cobertura vegetal y mayor espesor de sustrato mayor aislamiento térmico.

El logro del aislamiento térmico (debido al efecto sombra y a la evapotranspiración) está ligado al concepto conocido como *superficie de hoja*. Según estudios del Laboratorio de Investigación de Construcción Experimental de la Universidad de Kassel, un césped recién cortado, de 3 a 5 cm de altura, tiene aproximadamente de 6 a 9 m² de hoja verde por m² de superficie de suelo, mientras que un prado sin cortar, con pastos de hasta 60 cm de altura, tiene una superficie de hoja de 225 m² por m² de superficie de suelo. Teniendo en cuenta que a mayor superficie de hoja mayor aislamiento térmico se consigue, para conseguir un mayor efecto de aislamiento, tanto en invierno como en verano, se deberá elegir una vegetación lo más densa posible de pastos silvestres o una vegetación de pastos y hierbas silvestres.

Superficie de hoja de diferentes formas de vegetación		
Vegetación estudiada	Superficie de hoja c/m ² de superficie de suelo o de muro	
Césped	3 cm de altura	6 m ²
	5 cm de altura	9 m ²
Pradera con pastos	60 cm de largo	hasta 225 m ²
Techo de pasto en verano		más de 100 m ²
Sedum	hasta 8 cm de altura	1 m ²
Sedum muy denso	hasta 10 cm de altura	2,4 m ²
Vid silvestre en fachada	10 cm de espesor	3 m ²
	20 cm de espesor	5 m ²
Hiedra en fachada	25 cm de espesor	11,8 m ²

(Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos; 2009)

Resistencia estructural

Las cubiertas verdes suponen una sobrecarga para la estructura del edificio con respecto a otras soluciones tradicionales. Para dimensionar una cubierta verde se tomará como carga permanente: el peso total del techo, el peso del sustrato cuando este se encuentra saturado de agua y la carga de la vegetación.

A mayor espesor de sustrato y mayor porte de la vegetación, mayor sobrecarga estructural. (Universidad de Cantabria, 2014)

Pesos aproximados de capas drenantes de árido [kg/m ²]					
	Arenas	Gravas	Arenas y gravas	Gravas volcánicas	Arcillas expandidas
Peso en seco	14-17	19	18	9	5
Peso saturado	17-21	19-23	18-22	12	8

(Universidad de Cantabria, 2014)

Pesos aproximados de capas de sustrato [kg/m ²]					
	Mezcla	Minerales	Turba	Perlita	Lana de Roca
Peso en seco	8-16	6-13	15	10	3-7
Peso saturado	14-22	10-18	17	52	46-92

(Universidad de Cantabria, 2014)

Pesos aproximados de capas verdes [kg/m ²]	
Plantas herbáceas	5-10
Plantas arbustivas de porte grande	40
Plantas arbustivas de porte mediano	30
Plantas arbustivas de porte pequeño	20
Árboles y palmeras de porte mediano	150
Árboles y palmeras de porte pequeño	60
Madera blanda	5,6
Madera dura	7,3

(Universidad de Cantabria, 2014)

Gestión del agua pluvial

Las cubiertas verdes retienen una parte del agua de precipitación, y esto produce una reducción de las escorrentías resultantes y un retraso en la aparición del caudal punta de escorrentía. El agua precipitada es retenida y retrasada por diferentes mecanismos: la cobertura vegetal retiene una parte del agua de precipitación directamente, otra parte es retenida por la capa de sustrato y por último existe una parte que queda almacenada en la capa drenante para su posterior uso por parte de la vegetación.

A mayor porte de la capa de vegetación, mayor espesor de sustrato y mayor capacidad de la capa drenante, mayor retención del agua de precipitación y retraso del caudal punta de escorrentía. (Universidad de Cantabria, 2014)

Según las normas alemanas DIN 1986, parte 2, deben tomarse los siguientes valores de desagüe de aguas pluviales para superficies de techos enjardinados:

- ❖ Para verdeados intensivos: 0,3. . Esto significa, que sólo el 30% de la lluvia caída desagua y el 70% queda retenida en el techo verde o se evapora.
- ❖ Para verdeados extensivos por encima de 10 cm de espesor: 0,3
- ❖ Para verdeados extensivos por debajo de 10 cm de espesor: 0,5

Sin embargo, las cubiertas con una inclinación mayor de 3° deben contar con un desagüe de pluviales del 100%.

Un estudio de la Universidad de Kassel dio a conocer que en una cubierta verde con una inclinación de 12° y un espesor de sustrato de 14 cm, tras 18 horas de fuerte lluvia, se midieron 12 horas de retraso del desagüe pluvial. El desagüe terminó 21 horas después de que dejara de llover.

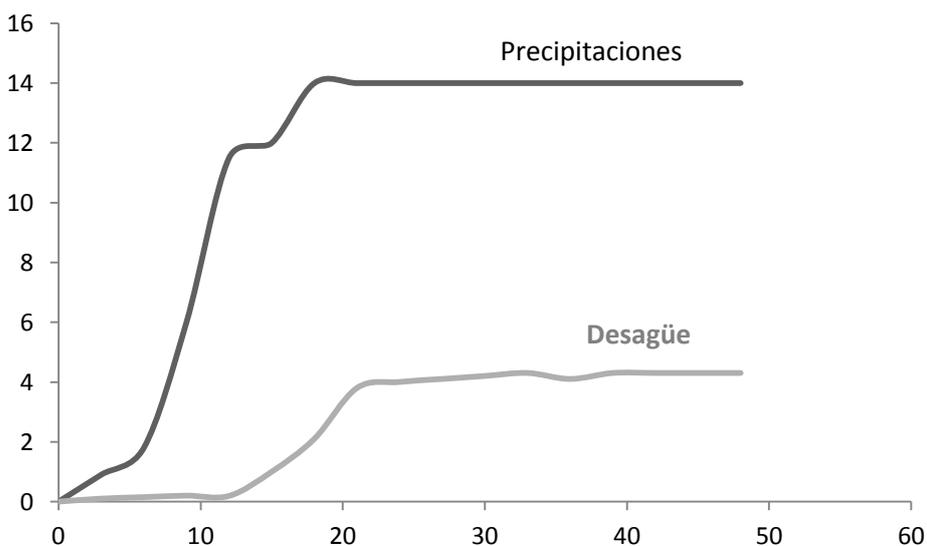


Figura 1 (Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos; 2009)

ANEJO Nº 6.

DETALLES CONSTRUCTIVOS.

Contenido

ANEJO Nº 6.....	117
DETALLES CONSTRUCTIVOS.	117
Introducción	119
2. Detalles constructivos generales.....	119
2.1. Bordes y uniones de techos	119
Detalles constructivos adaptados a Cantabria.....	121
3.1. Bordes y uniones de techos	121
3.2. Seguridad contra el deslizamiento del sustrato.....	129
3.3. Desagüe.....	130

Introducción

En este Anejo se pretenden resaltar aquellos detalles constructivos que son más importantes para la ejecución de cubiertas verdes a nivel general y en el caso particular de Cantabria, debido a su arquitectura típica. Para ello se presenta una breve descripción de esta arquitectura y posteriormente los detalles constructivos propios de las cubiertas verdes, resaltando aquellos que puedan tener más importancia en la región.

2. Detalles constructivos generales

La información contenida en este apartado ha sido extraída del libro *Techos verdes. Planificación, ejecución y consejos prácticos*, por Gernot Minke. Editorial Fin de Siglo.

2.1. Bordes y uniones de techos

Las membranas, tanto la de impermeabilización como la de protección frente a la perforación de raíces, deben mantenerse alejadas de la capa de circulación del agua. Según las normas alemanas se tomarán los siguientes valores:

Terminación de las membranas en bordes de techo contra el pretil:

- Cubierta de hasta 5° de inclinación: mínimo 10 cm (Figura 2.1.1).
- Cubierta con más de 5° de inclinación: mínimo 5 cm (Figura 2.1.2).

Si la membrana sobresale hacia arriba por el borde menos de 15 cm, se debe continuar la impermeabilización por encima del pretil, cubriéndolo y descendiendo por el lado exterior al menos 2 cm (Figuras 2.1.1, 2.1.2 y 2.1.3)

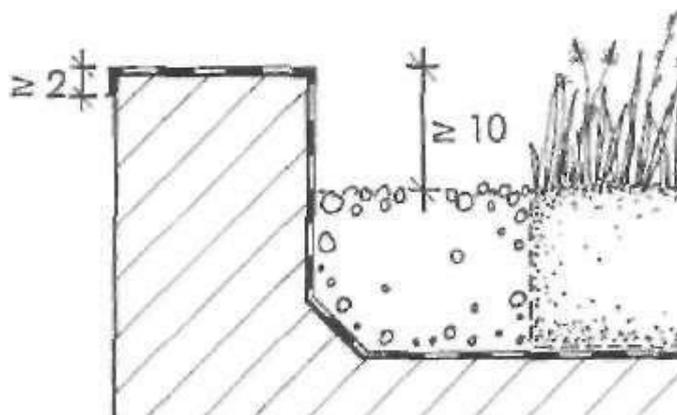


Figura 2.1.1.

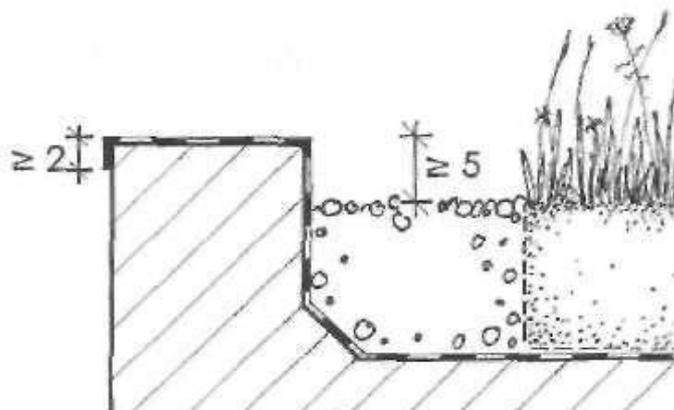


Figura 2.1.2.

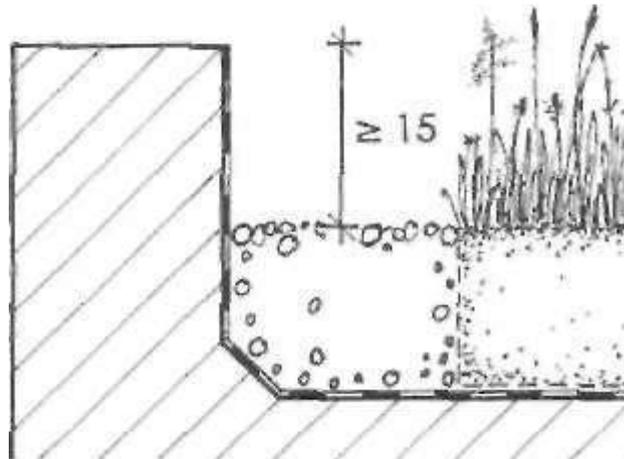
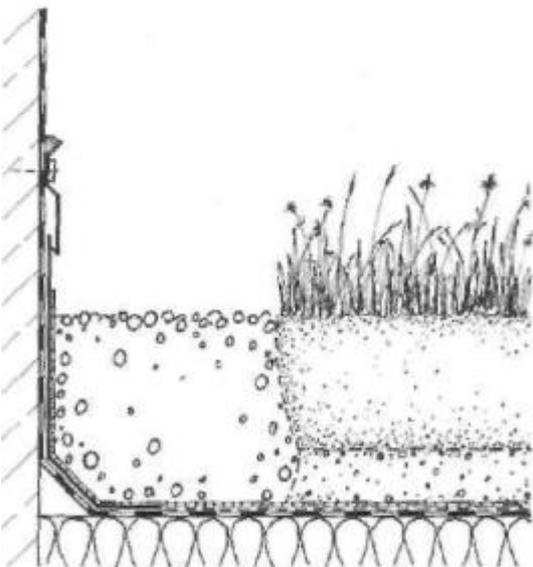
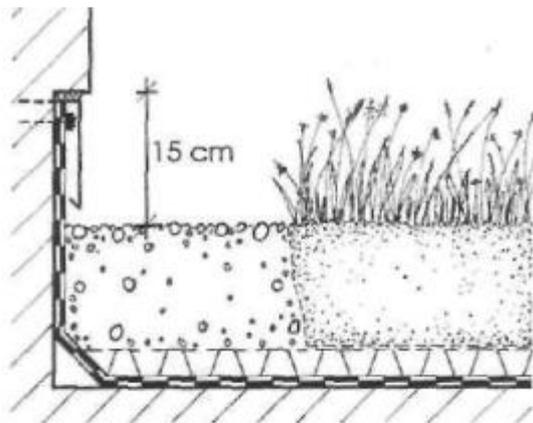


Figura 2.1.3

Conformaciones de la membrana de techo contra los bordes



Las reglas alemanas FLL (1996) indican que "en general se formará una franja de 50cm de ancho de grava o de entablado de madera para distanciar la superficie de vegetación de la parte de la construcción en cuestión". Para los bordes de techo se indica una medida de 25 a 50 cm. Sin embargo, se ha observado que cubiertas verdes inclinadas construidas en 1978 sin separación entre la vegetación y la construcción, no ha surgido ningún problema, por lo que esta medida no se considera indispensable.

Una franja libre de 50 cm de ancho sí es necesaria en construcciones con altura de pretil menor de 80 cm, ya que sirve como protección contra incendios propagados de techo a de techo y entre partes de la construcción.

Las membranas de protección contra la perforación de raíces son resistentes a los rayos UV pero aun así no deben quedar descubiertas. Para protegerla se coloca una membrana de protección contra los rayos UV sobre la membrana descubierta. Sin

Figura 2.1.4. Encuentros de borde con muros que continúan

embargo, también es posible cubrir las membranas de borde con gravilla gruesa.

Los bordes de techo se realizan, generalmente, con un recubrimiento de titanio-zinc aunque no debe quedar en contacto directo con la tierra. El recubrimiento más sencillo se realiza en madera, de entre las que se recomienda la madera de alerce no tratada, ya que si está aireada de forma adecuada por su parte trasera tiene una duración de, al menos, 30 años.

Se debe procurar que las tablas de madera tengan una superficie de contacto muy pequeña con la construcción situada bajo ellas ya que en esa zona se almacena el agua capilar y puede llegar a descomponer la madera lentamente. Por esta razón, se recomienda colocar un disco polimérico entre los tablonos de madera y el enchapado de listones como separador (*Figura 3.1.2*).

Detalles constructivos adaptados a Cantabria

Dado el clima predominante de Cantabria, con inviernos fríos, es normal encontrar construcciones provistas de chimeneas que atraviesan la cubierta. Además las intensas lluvias hacen que las cubiertas sean, en su mayoría, inclinadas y que se haga necesaria la colocación de canalones para canalizar el agua de escorrentía.

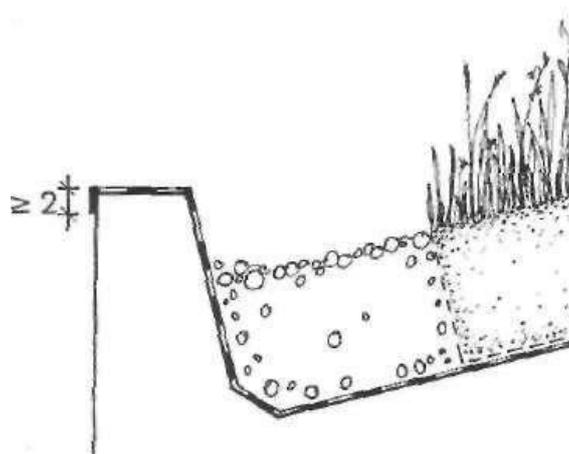
3.1. Bordes y uniones de techos

Como se puede leer en el apartado de arquitectura, la comunidad autónoma de Cantabria se caracteriza por poseer viviendas provistas de canalones para evacuar el agua, por lo que se presentan los detalles a tener en cuenta en contacto con estos elementos.

En contacto con el canalón, para evitar la entrada de agua a la estructura en caso de estancamiento, se coloca la capa impermeable de forma que siga hacia el lado exterior.

Se debe garantizar que la fijación del recubrimiento del borde del techo que atraviese la impermeabilización, impida totalmente el paso de agua (*Figura 3.1.1*).

Hay que tener en cuenta que se deben evitar los caños interiores ya que la formación de rocío en el caño puede ocasionar daños constructivos.



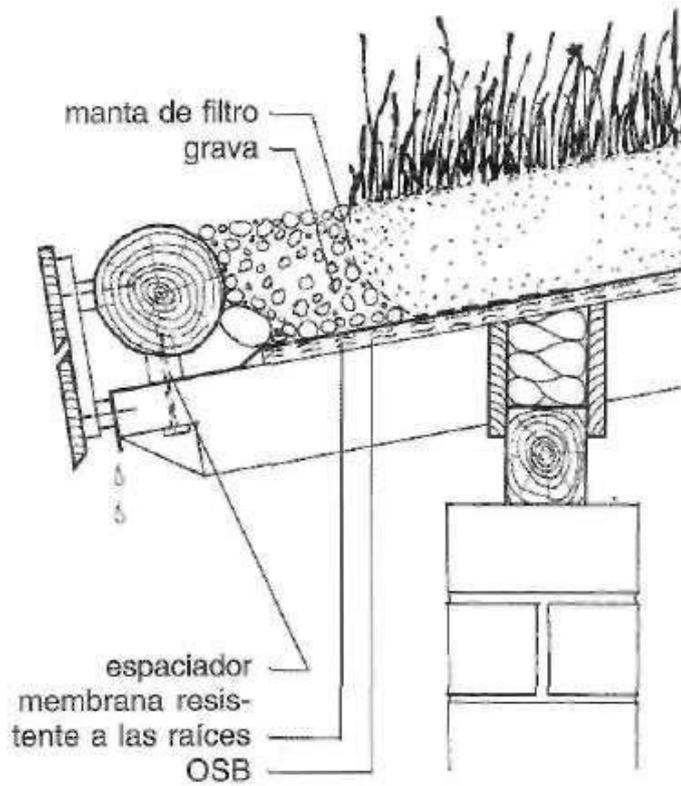


Figura3.1.2. Detalle de canalón

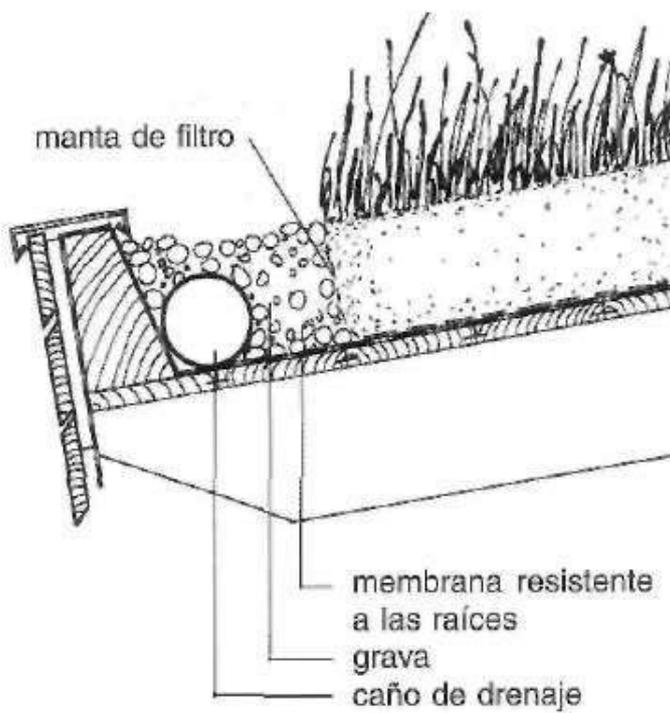


Figura 3.1.3. Detalle de canalón con desagüe lateral

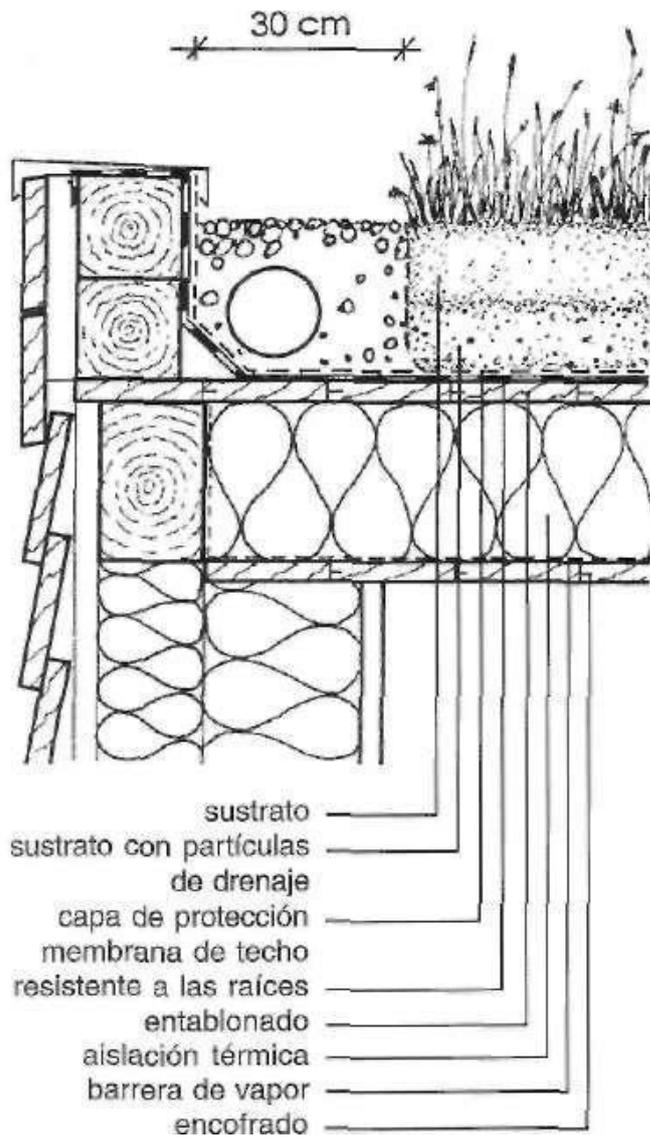


Figura3.1.4. Configuración de borde de techo con canalón

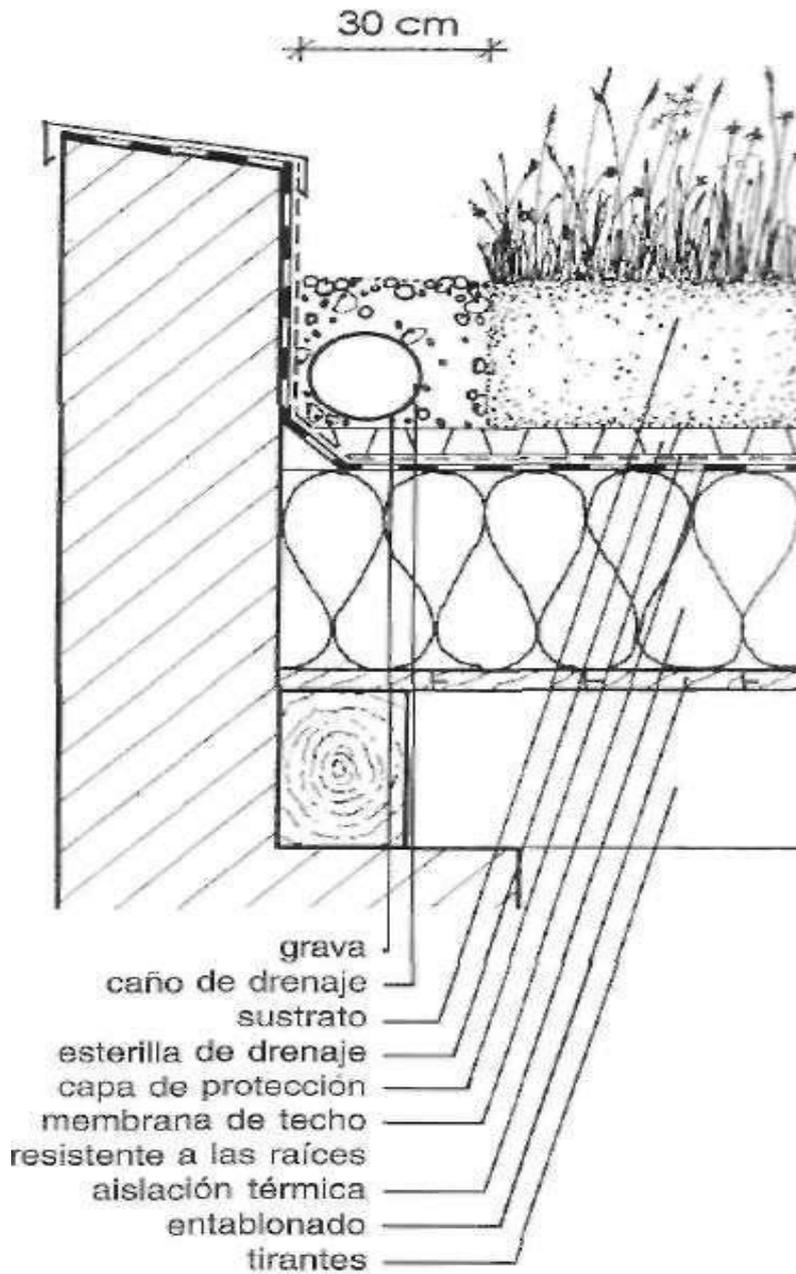


Figura 3.1.5 . Conformación de borde de techo con canalón

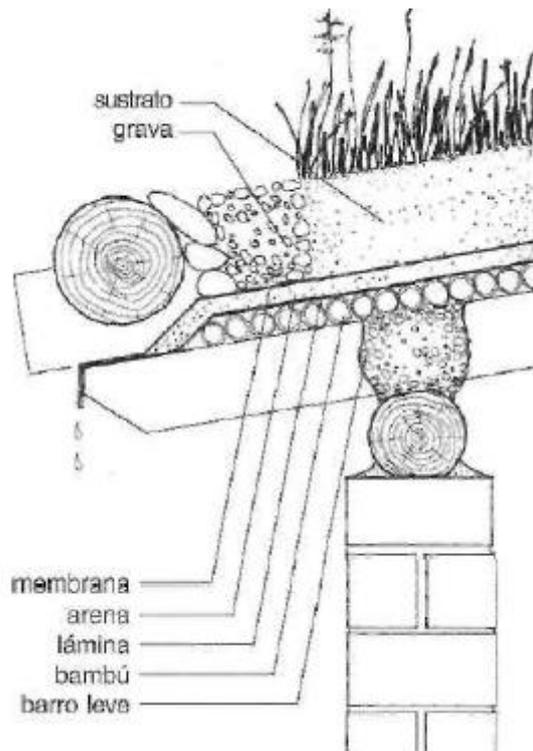


Figura 3.1.6. Detalle de canalón sin drenaje

Cantabria también se caracteriza, como ya se ha comentado, por poseer cubiertas inclinadas. En este tipo de cubiertas se debe garantizar un desvío adecuado del agua. Para tal fin se dispone una franja de grava de unos 30 cm de ancho que actúa como drenaje adicional. Además, es necesario emplazar un perfil de borde suficientemente fuerte contra el canalón, el cual debe ser capaz de soportar, y transmitir a la estructura de la cubierta, la fuerza de empuje generada por las tierras.

Si hay una tubería de drenaje de diámetro suficiente (80 a 100 mm) y de largo inferior a 10 m, no hay que realizar ningún desvío del desagüe. Además, en todos los casos las canaletas de techo son prescindibles.

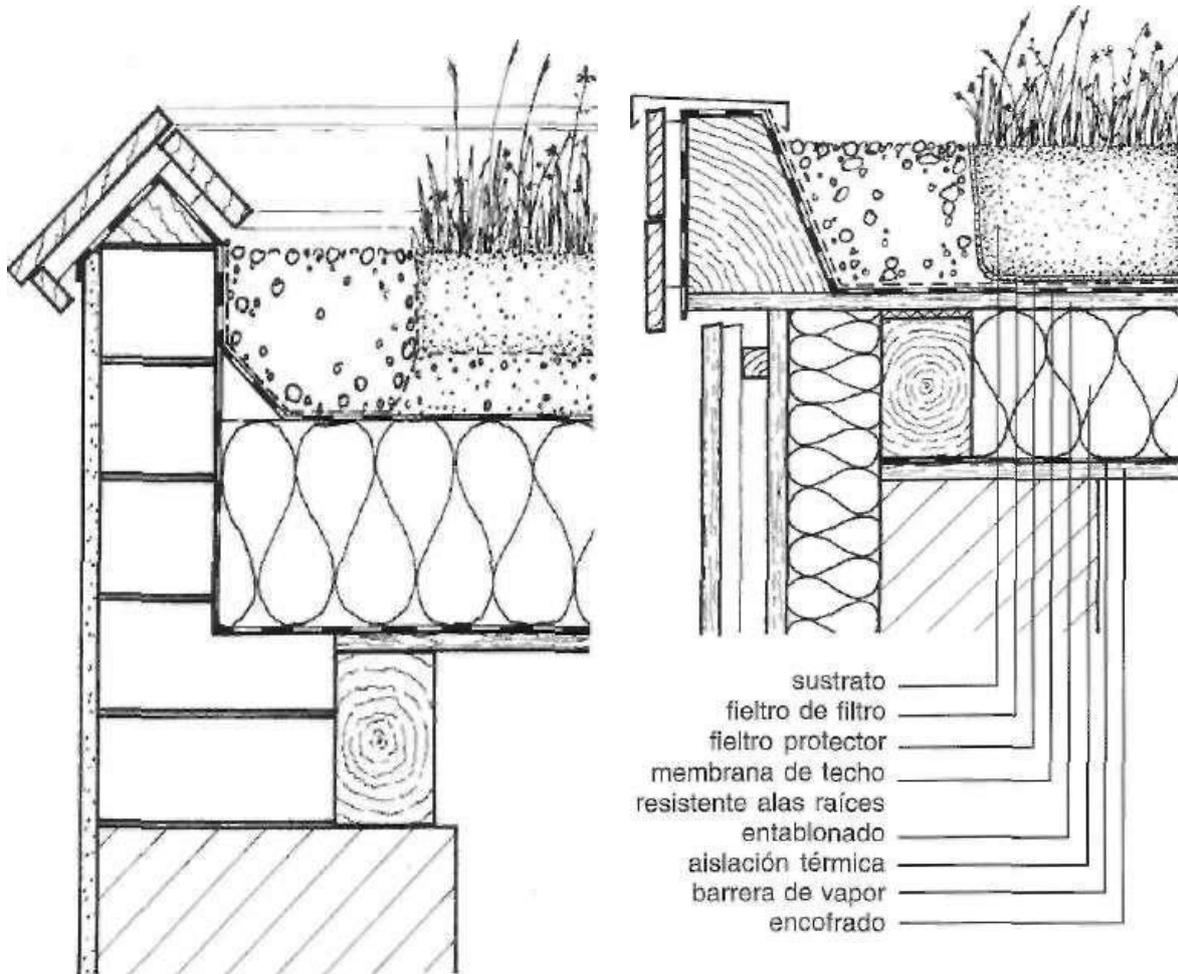


Figura 3.1.7. Detalle de pretil

Figura 3.1 8. Conformación de borde de techo con pretil

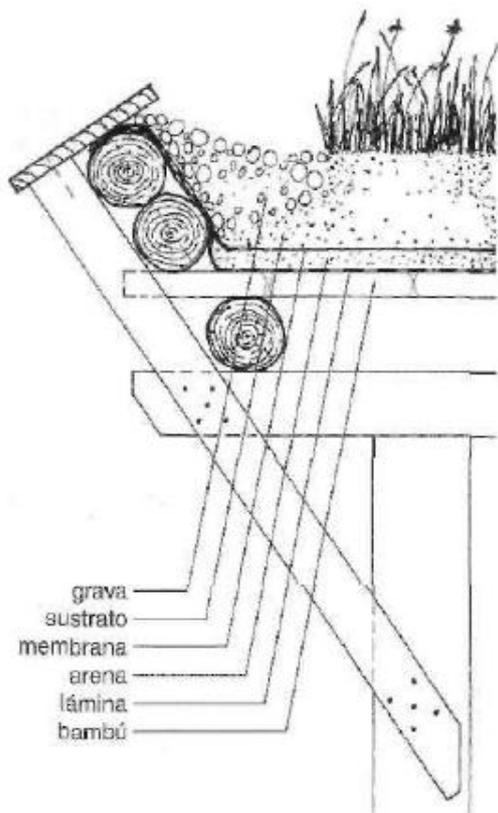


Figura 3.1.9. Conformación sencilla de pretil

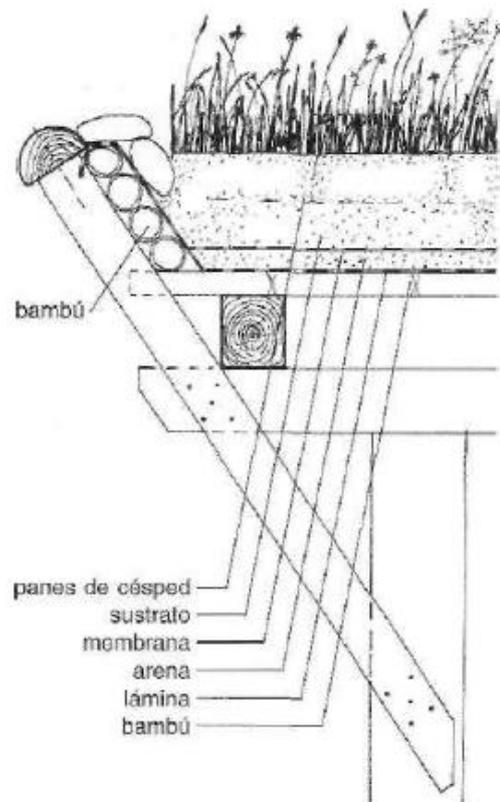


Figura 3.1.10. Conformación sencilla de pretil

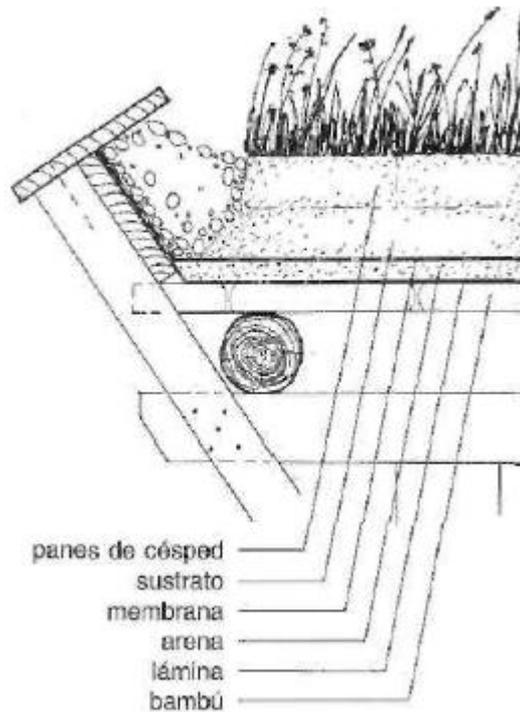


Figura 3.1.11. Conformación sencilla de pretil

Así mismo, se suelen presentar en la arquitectura cántabra chimeneas que atraviesan la cubierta. Cuando hay discontinuidades en el techo como las ya citadas chimeneas, elementos de ventilación, lucarnas, etc. se deben ejecutar cuidadosamente. Dado que la impermeabilización de la cubierta debe mantenerse alejada de la zona húmeda de la capa de vegetación, hay que elevarla 15 cm en los puntos de conexión con estos elementos de la cubierta. Además, la membrana se debe unir sin tensionar las partes de la construcción que atraviesan la impermeabilización.

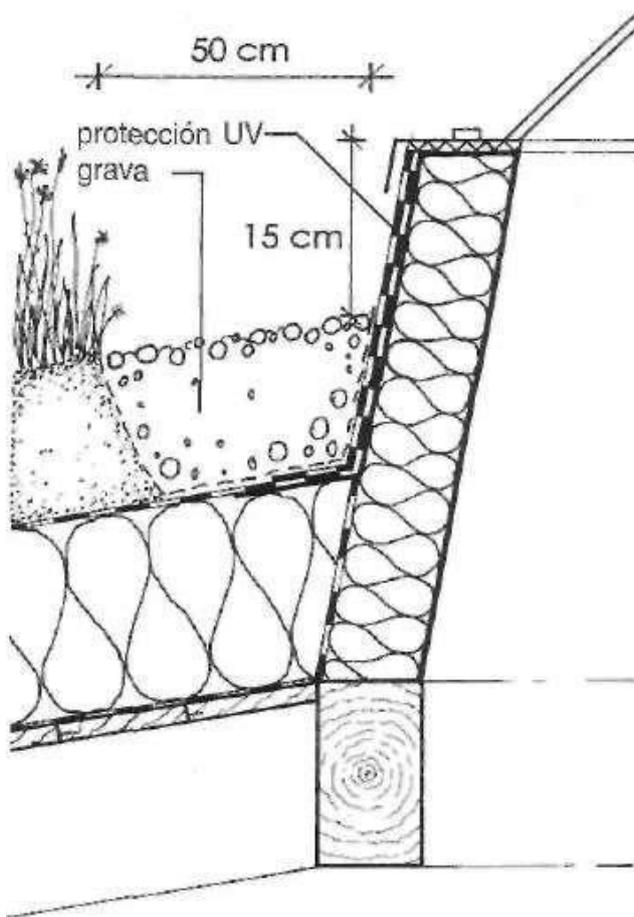


Figura 3.1.12. Encuentro con una ventilación

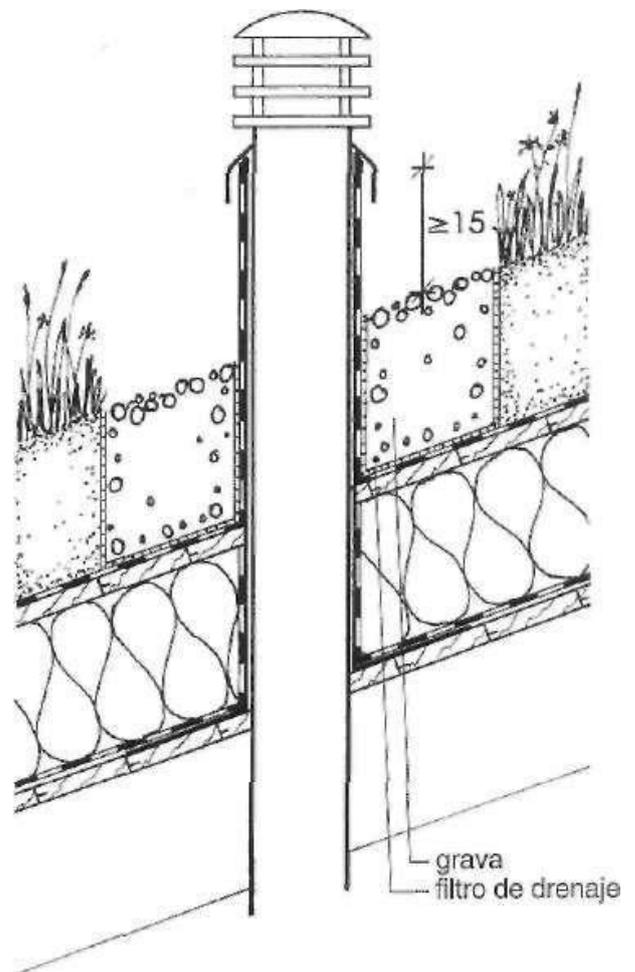


Figura 3.2.2. Encuentro con una iluminación cenital

3.2. Seguridad contra el deslizamiento del sustrato

El riesgo de que el sustrato se deslice aparece en las cubiertas con gran inclinación, como las existentes en la comunidad cántabra. Existen dos opciones para evitar este problema: optar por técnicas especiales de vegetación o tomar medidas constructivas adecuadas. La elección de una u otra opción depende de la inclinación de la cubierta, el largo de la superficie inclinada, el espesor del sustrato, la adhesión del mismo y el grado de enraizamiento de la vegetación.

Cuando se trata de cubiertas verdes con una capa de sustrato mezclado de 15 cm de espesor, sin capa de drenaje separada y con vegetación extensiva de tipo herbáceo, es necesario colocar elementos de seguridad contra el deslizamiento para inclinaciones superiores a 20°. En cambio, si el sustrato es más granulado y la vegetación tiene un enraizamiento menos denso, es indispensable colocar la protección para inclinaciones superiores a los 15°.

Para ayudar a la seguridad frente al deslizamiento se recomienda colocar travesaños bajo la impermeabilización (*Figura 2.3*). Estos travesaños se deben disponer más juntos cuanto más inclinada este la cubierta teniendo la precaución de redondear las esquinas de los mismos para evitar dañar la capa impermeable que está en contacto con ellos. Si hacer esto es demasiado costoso, se puede colocar bajo la impermeabilización una capa de fieltro protector suficientemente grueso.

Si la longitud de la cubierta no es muy grande se puede colocar una parrilla de listones embebida en el sustrato. Pasados 2 ó 3 años ésta desaparecerá dado que el sustrato estará totalmente atravesado por raíces.

Cuando la inclinación de la cubierta es de entre 15° y 25° aproximadamente y la altura de sustrato es pequeña, normalmente es suficiente con colocar fieltros bien fijados o fieltros tridimensionales, siempre que el sustrato esté bien compactado (*Figura 2.4*).

El peligro de deslizamiento del sustrato disminuye si la vegetación se coloca como rollos de césped o colchonetas de vegetación.

Todos los elementos, ya sean colocados en el sustrato o sueltos sobre la impermeabilización de la cubierta, cuya finalidad es disminuir el peligro de deslizamiento deben quedar sujetos. Esta sujeción puede hacerse a la viga-canalón, si tiene resistencia suficiente, o a la cumbrera.

Cuando nos encontramos con inclinaciones superiores a 30° es necesario usar, además de elementos constructivos, técnicas de vegetación especiales (colchonetas de vegetación o uso de aglomerantes del sustrato durante la siembra).

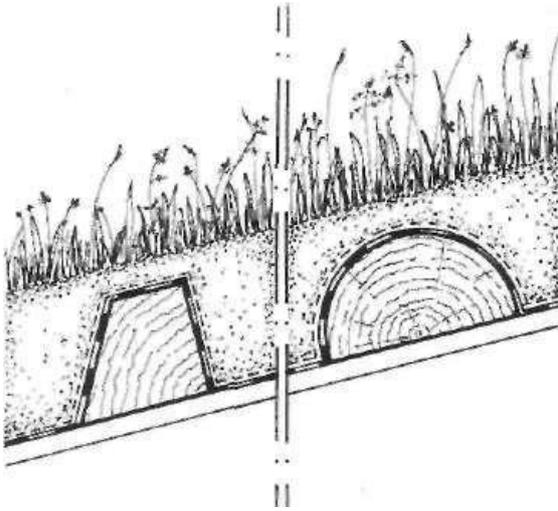


Figura 3.2.1. Seguridad contra el deslizamiento del sustrato mediante umbrales de empuje

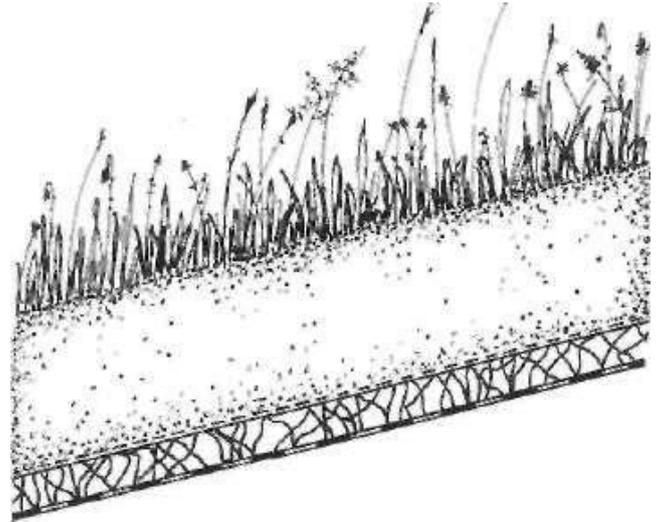


Figura 3.2.2. Seguridad contra el deslizamiento del sustrato mediante colchonetas antideslizantes

3.3. Desagüe

La norma alemana DIN indica que una cubierta verde desagua un 30% del agua de lluvia, de lo que se deduce que se deben instalar un número menor de tuberías de desagüe que en una cubierta convencional. Además, se debe tener en cuenta que el drenaje de aguas pluviales se produce con cierto retraso.

Cuando los canalones de cubierta tienen una longitud inferior a 10 m se colocará una bajada pluvial en un extremo de la cubierta. Esta bajada se dispone orientada hacia abajo (*Figura 3.3.1*), bien con inclinación hacia delante o bien hacia el costado, sobre un tubo de pluviales o una gárgola (*Figura 3.3.2*).

Existe la opción de colocar una tubería de drenaje interior (*Figura 3.3.4*), para lo que las empresas ofertan piezas especiales con uniones que pueden ser soldadas a la membrana de techo.

Se debe colocar una tubería de drenaje, de diámetro entre 80 y 100 mm, contra el canalón sobre un lecho de grava. Cuando la longitud del canalón sea grande, la caída debe tener una pendiente de, aproximadamente, un 1%.

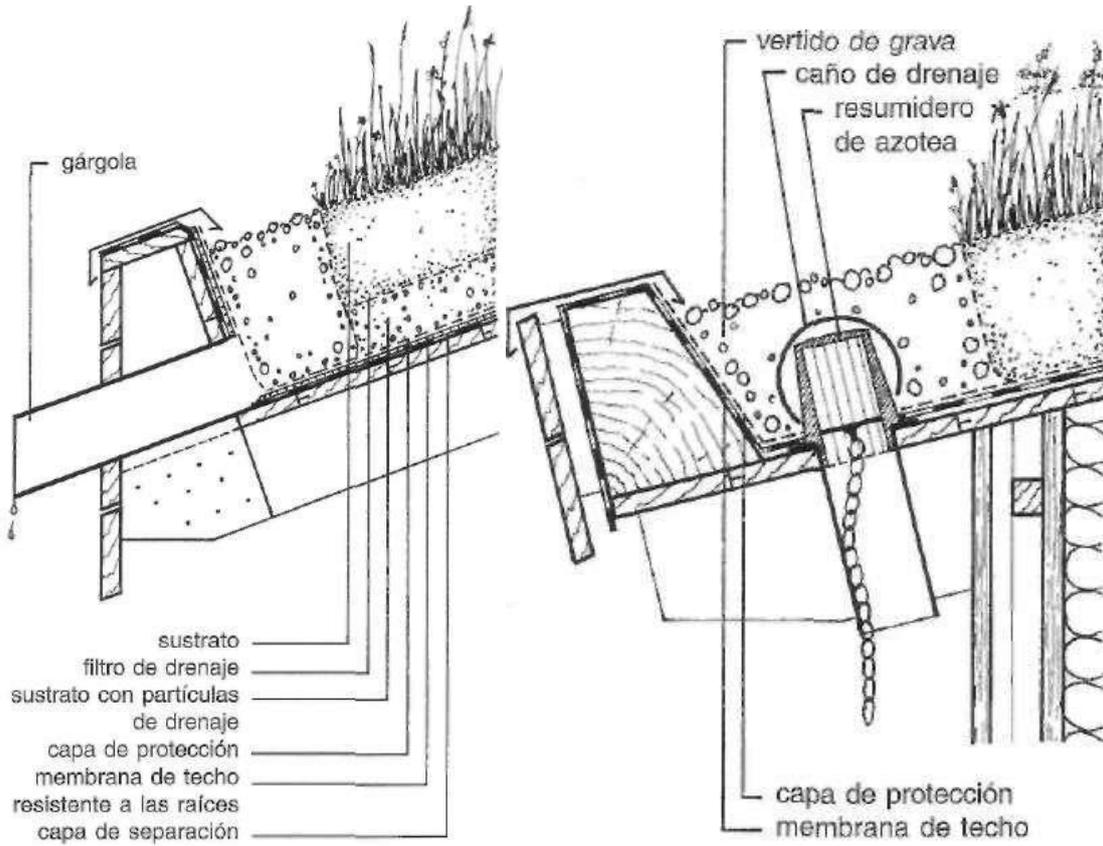


Figura 3.3.1 Desagüe pluvial

Figura 3.3.2 Desagüe pluvial

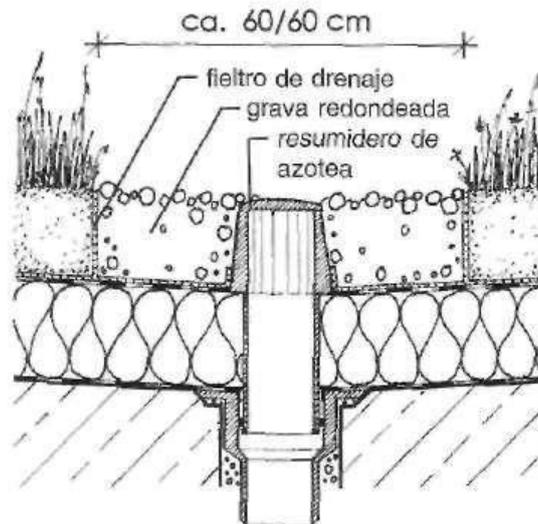


Figura 3.3.3. Desagüe interior

ANEJO Nº 7.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Contenido

ANEJO Nº 7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	132
Objeto de este estudio.....	134
Descripción de los trabajos e identificación de riesgos	134
Riesgos que se pueden evitar.....	134
Posibles riesgos laborales que no pueden eliminarse	135
Medidas preventivas y protecciones	135
Equipos de protección personal.....	137
Medidas de protección colectiva	138

Objeto de este estudio

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para que redacte el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Descripción de los trabajos e identificación de riesgos

Este estudio básico de seguridad y salud se refiere a los trabajos necesarios para la construcción de cualquiera de las tipologías de cubiertas verdes propuestas en este Trabajo Fin de Grado.

Los riesgos identificados durante la construcción de cualquier cubierta verde son comunes a la construcción de cubiertas en general, no existiendo ninguna problemática adicional:

- Caída de personal al vacío
- Caídas de personas por la cubierta
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos a niveles inferiores
- Sobreesfuerzos
- Quemaduras
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales
- Golpes o cortes por manejo de piezas de hormigón
- Hundimiento de la superficie de apoyo

Riesgos que se pueden evitar

Mediante la aplicación de las medidas técnicas, formación de los trabajadores y cumplimiento de las Normas y del Plan de Seguridad integrado en el proceso de obra que actúan sobre los procedimientos de trabajo, se pueden eliminar todos los riesgos que no se contemplan en el apartado siguiente.

Posibles riesgos laborales que no pueden eliminarse

En la construcción de la cubierta los principales riesgos son la caída al vacío y la caída de material a niveles inferiores.

Medidas preventivas y protecciones

A continuación se presentan las medidas y protecciones que se deben tener en cuenta para controlar y reducir los riesgos nombrados en los apartados anteriores. Las más importantes de ellas son:

- Las primeras medidas a tener en cuenta serán la colocación de una andamiada en fachada; la colocación de la “Línea de Vida”; la colocación de barandilla de borde; y la colocación de redes tipo horca o ménsula, con la finalidad de asegurar frente a la caída al vacío de los trabajadores. No se permiten caídas sobre red superior a 6m de altura.
- Se instalará una línea de vida a la que el operario llevará anclado su cinturón de seguridad. Para ello se dejarán previstos en la cumbreira, durante la fase de estructura, unos soportes metálicos en los que se asegurará la línea de vida a la que los operarios de anclarán por medio de arneses de seguridad hasta la realización de los petos exteriores.
- Se instalarán barandillas de seguridad en los bordes libres de forjado en todo el perímetro de la cubierta.
- El acceso a cubierta se realiza desde el forjado por medio de módulos de andamio con escalera interior.
- En la puesta en obra de cada elemento los operarios irán provistos de los equipos de protección individual (EPIs) correspondientes, detallados en el siguiente apartado.
- La entrada de material se realizará mediante la grúa-torre directamente en la planta a trabajar, en la forma y cantidad que no produzca sobrecargas en los forjados ni estorbe en los accesos a los distintos tajos, ni moleste en la realización de los trabajos.
- Los acopios de material bituminoso se repartirán en cubierta, evitando las sobrecargas puntuales.
- En todo momento la cubierta se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos.

- Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente después de que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.
- Se suspenderán los trabajos sobre los faldones con vientos superiores a los 60 Km/h, en prevención del riesgo de caída de personas u objetos.
- En los trabajos que se realicen a más de 2,00 m. de altura, los trabajadores usarán cinturón de seguridad, anclados a elementos fijos.
- El personal encargado de la construcción de la cubierta será conocedor del sistema constructivo más correcto a poner en práctica, en prevención de los riesgos por impericia.
- Se garantizarán el orden y limpieza en la obra. No se procederá acumular escombros en la cubierta, debe estar bien organizada
- Se tenderá, unido a puntos fuertes instalados en la cubierta, un cable de acero de seguridad en el que anclar el fiador del cinturón de seguridad, durante la ejecución de las labores sobre los faldones de la cubierta.
- Todos los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de la formación de las pendientes de los tableros.
- La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta se resolverá mediante pasarelas emplintadas inferiormente de tal forma que queden horizontales.
- Las bateas serán gobernadas para su recepción mediante cabos, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes y de atrapamientos.

Equipos de protección personal

Los equipos de protección individual (EPIs) a utilizar durante la realización de los trabajos de construcción de una cubierta verde son los siguientes:

- Casco, con el fin de proteger la cabeza de quien lo usa frente a riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica.
- Cinturones de seguridad de clase A o C que son todos los cinturones de sujeción y los cinturones de caída. Tienen la finalidad de proteger a los trabajadores de las posibles caídas al vacío.
- Guantes de cuero, que protegen las manos de los operarios de materiales calientes, abrasivos, corrosivos, cortantes y disolventes, chispas de soldaduras, electricidad, frío, etc. mientras se encuentren realizando trabajos generales o de soldadura.
- Gafas de seguridad antiproyecciones, para proteger los ojos de los trabajadores frente a elementos que puedan salir disparados durante la realización de los trabajos.
- Ropa de trabajo, que puede proteger al trabajador del contacto con polvo, aceite, grasa e incluso sustancias cáusticas o corrosivas.
- Botas de goma o P.V.C. Este tipo de calzado se utiliza para proteger los pies y piernas del trabajador, cuentan con puntera y plantilla de acero para resistir impactos y pinchaduras en la planta del pie.
- Trajes para tiempo lluvioso, a utilizar en caso de que se produzca precipitaciones.
- Cinturón porta herramientas. Este cinturón mejora la comodidad en los trabajos al mismo tiempo que evita la caída de herramientas a distinto nivel y mantienen el lugar de trabajo libre de obstáculos.
- Polainas y mandiles de cuero que protegen a los operarios del contacto con materiales calientes, abrasivos, corrosivos, cortantes y disolventes, chispas de soldaduras, electricidad, etc.
- Equipo de Soldador de asfaltos para la colocación de la tela asfáltica, para garantizar la colocación adecuada de la tela asfáltica, así como la seguridad de los trabajadores durante la colocación de la misma.

Medidas de protección colectiva

- Sistema anticaídas compuesto por arnés, conector entre arnés y línea de vida y línea de vida con sus correspondientes anclajes.
- Instalación de Marquesina Provisional en Obra. Se deben especificar antes del inicio de la obra las características de la marquesina perimetral como son:
 - Longitud, grosor, diseño y material de los perfiles y vigas.
 - Lugares de colocación de las vigas o perfiles.
 - Distancia que debe haber entre cada viga o perfil.
 - Cuantos perfiles deben colocarse.
 - Cómo colocar los perfiles en las esquinas.
 - Características, diseño y grosor de la bandeja o chapa que se coloca sobre los perfiles.

DOCUMENTO Nº 2.

PLANOS

Í

ÍNDICE

1. Situación

1.1. Situación España en Europa

1.2. Situación Cantabria en España

1.3. Mapa general de Cantabria

1.4. Mapa de zonas climáticas de Cantabria

2. Catálogo de secciones

2.0. Índice del catálogo

2.1. Sección y detalles de la cubierta tipo A1

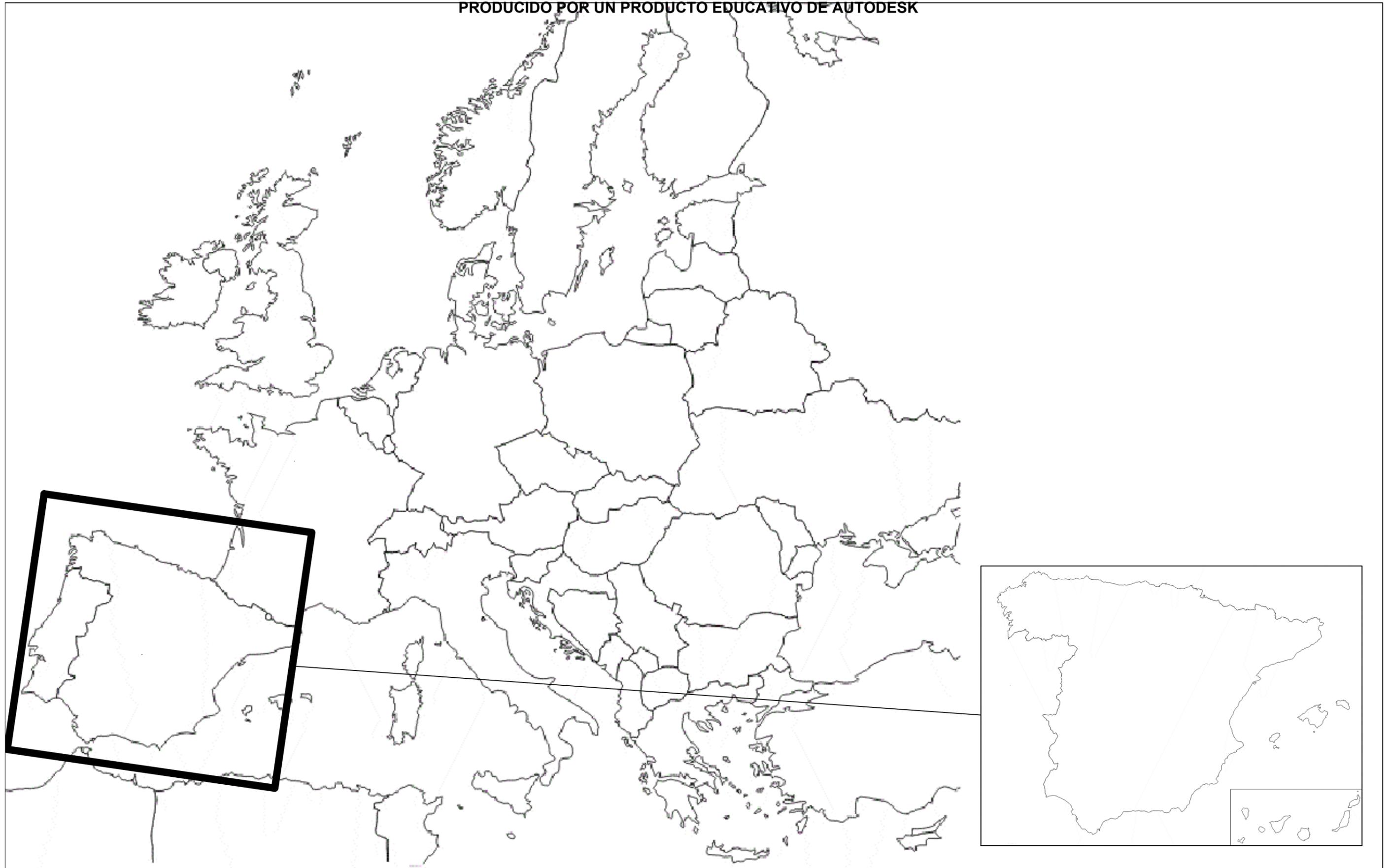
2.2. Sección y detalles de la cubierta tipo A2

2.3. Sección y detalles de la cubierta tipo B1

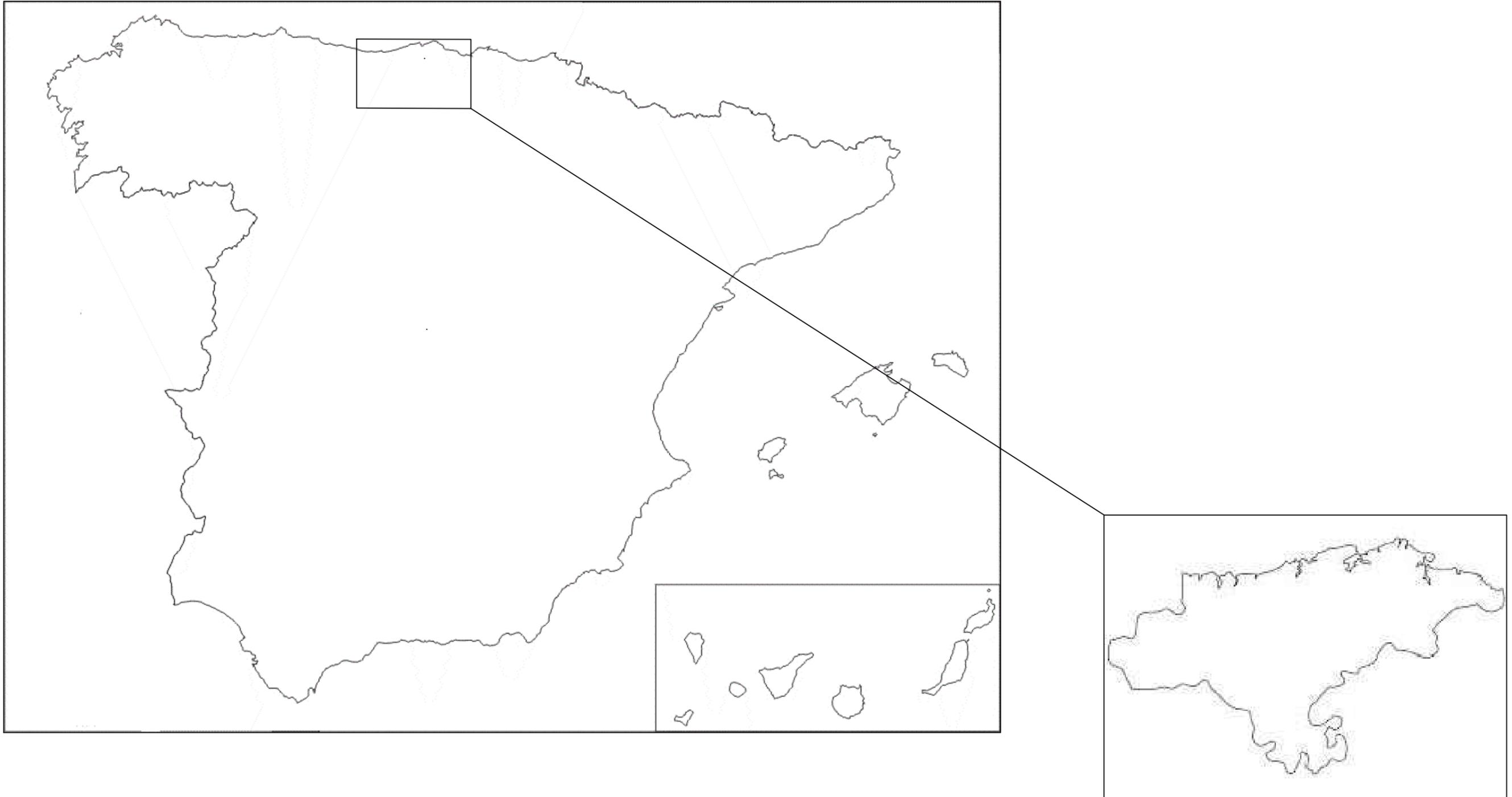
2.4. Sección y detalles de la cubierta tipo B2

2.5. Sección y detalles de la cubierta tipo B3

2.6. Sección y detalles de la cubierta tipo B4



	<p>ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO Estudio de Alternativas para la Construcción de Cubiertas Verdes en Cantabria</p>	<p>PROVINCIA Cantabria</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO 1.1. Situación España en Europa</p>	<p>AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras</p>	<p>DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez</p>	<p>ESCALA 1/15.000.000</p>	<p>FECHA 23 de Junio de 2014</p>
---	--	--	---------------------------------------	--	--	--	---------------------------------------	---



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TÍTULO
Estudio de Alternativas para la
Construcción de Cubiertas Verdes
en Cantabria

PROVINCIA
Cantabria

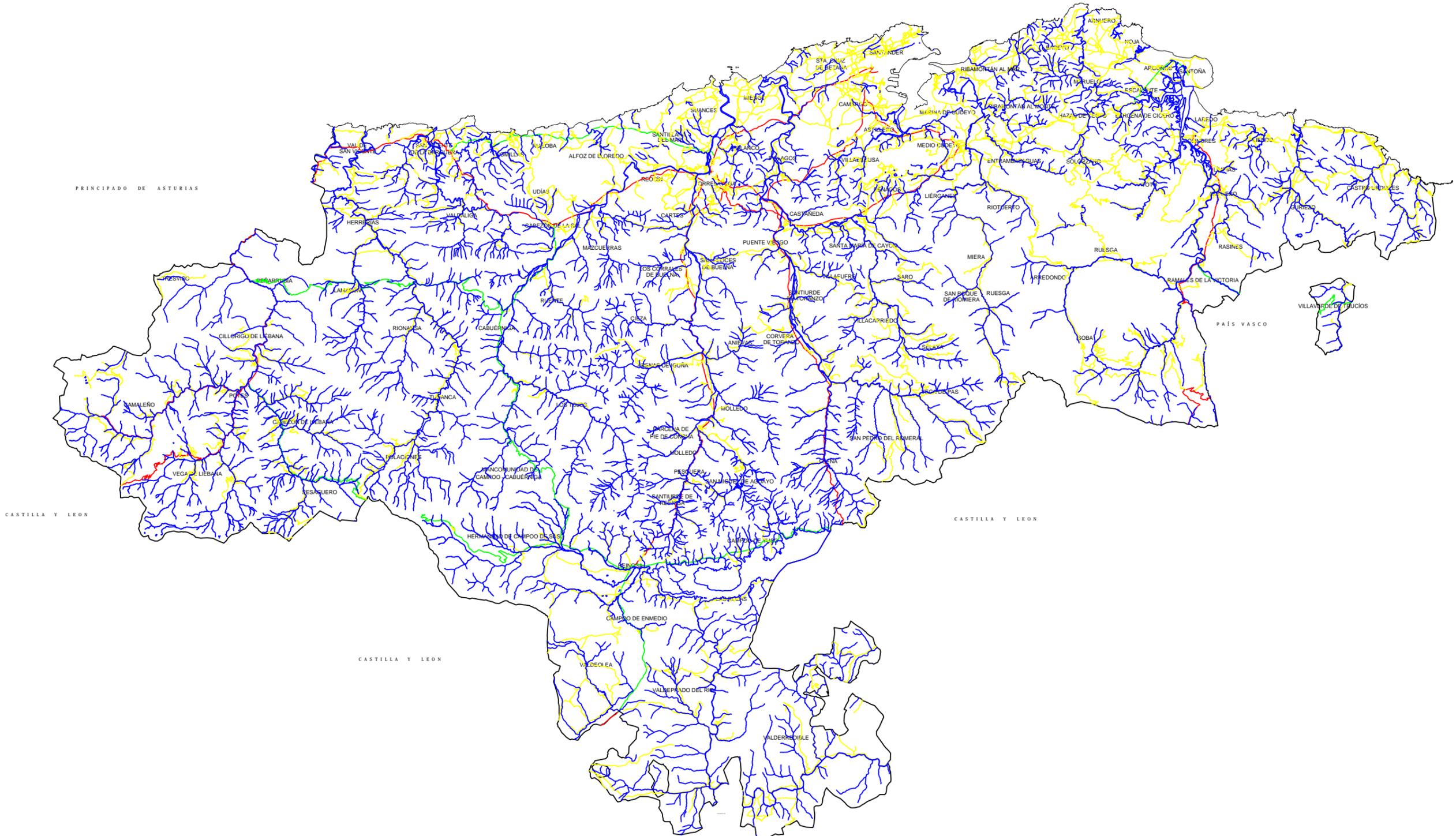
TÍTULO DEL PLANO
1.2. Situación
Cantabria en
España

AUTOR
Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras

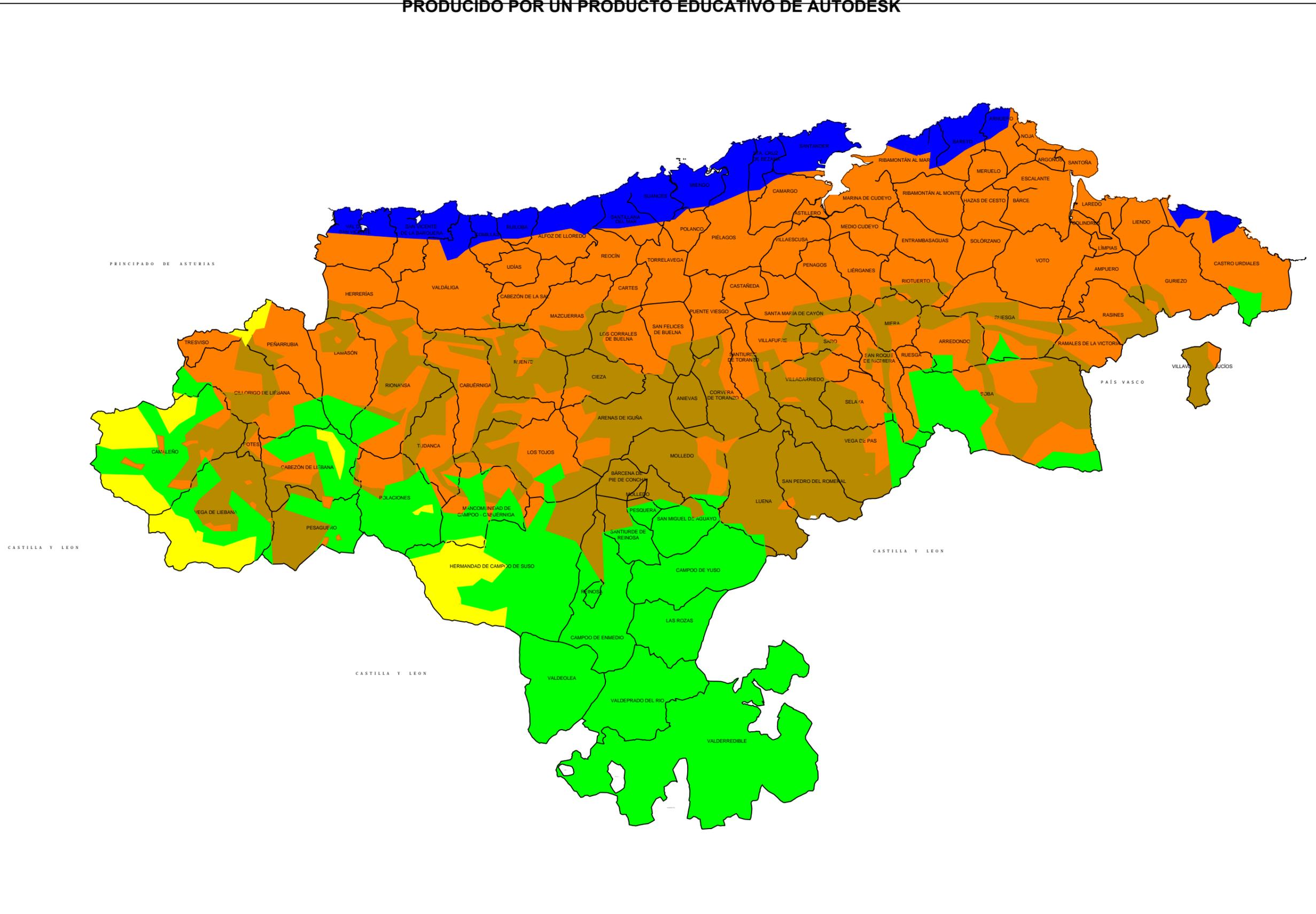
DIRECTORES
Jorge Rodríguez Hernández
Alberto Valle Álvarez

ESCALA
1/5 .000.000

FECHA
23 de Junio
de 2014

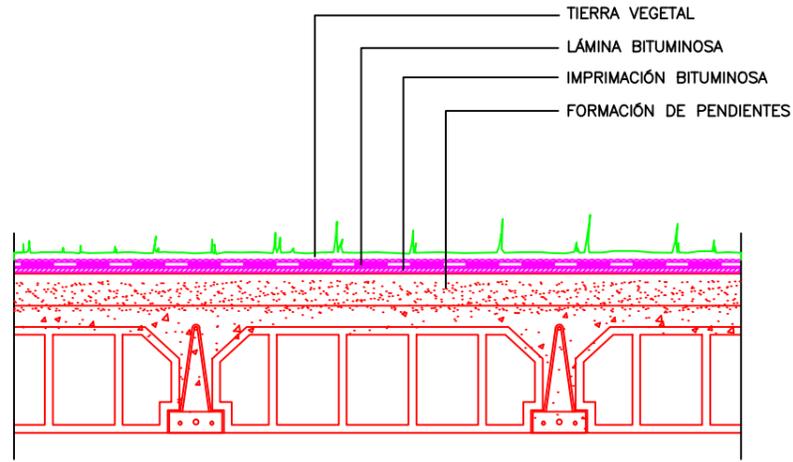


	<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO Estudio de Alternativas para la construcción de cubiertas verdes en Cantabria</p>	<p>PROVINCIA Cantabria</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO 1.3. Mapa general de Cantabria</p>	<p>AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras</p>	<p>DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez</p>	<p>ESCALA 1/1.000.000</p>	<p>FECHA 23 de Junio de 2014</p>
--	--	--	---------------------------------------	---	--	--	--------------------------------------	---



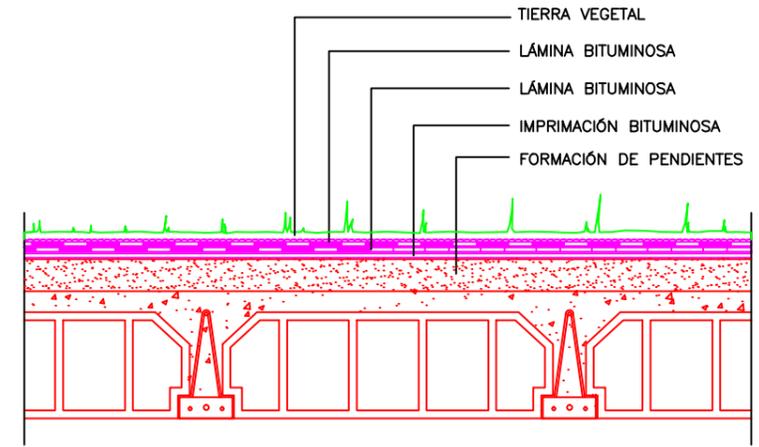
	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TÍTULO Estudio de Alternativas para la construcción de cubiertas verdes en Cantabria	PROVINCIA Cantabria	TÍTULO DEL PLANO 1.4. Mapa de Zonas Climáticas de Cantabria	AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras	DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez	ESCALA 1/1.000.000	FECHA 23 de Junio de 2014
---	--	--	-------------------------------	---	--	---	------------------------------	-------------------------------------

A1



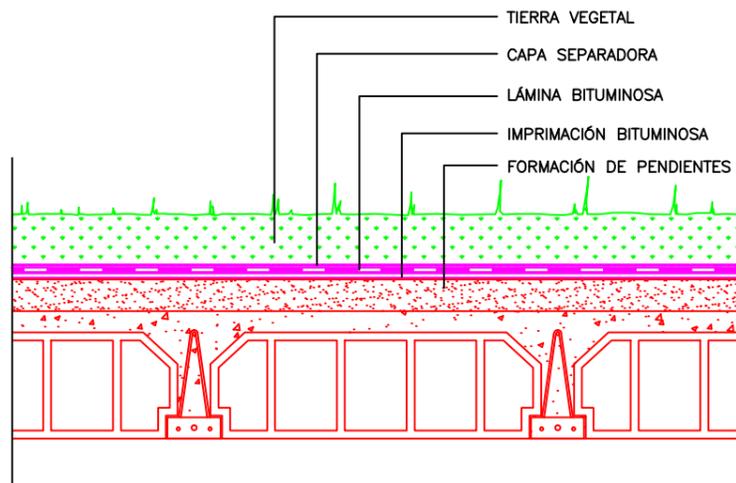
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO

A2



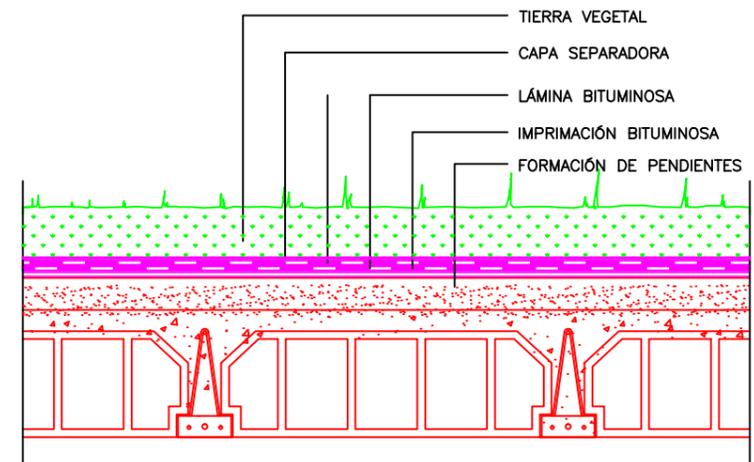
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO

B1



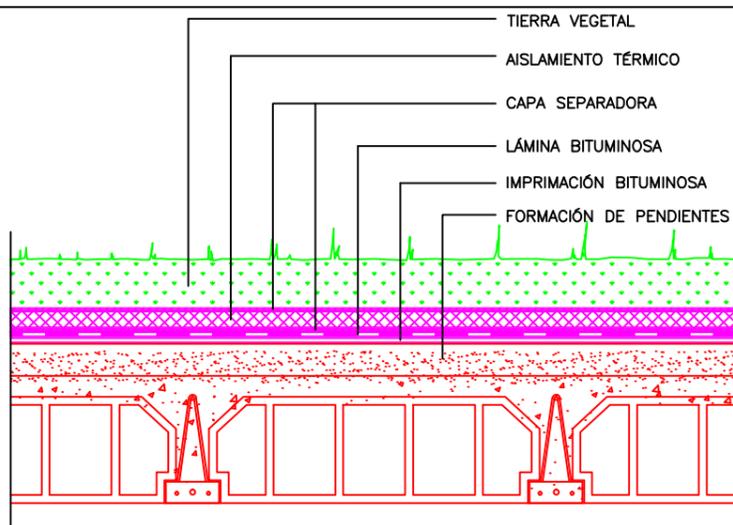
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO

B2



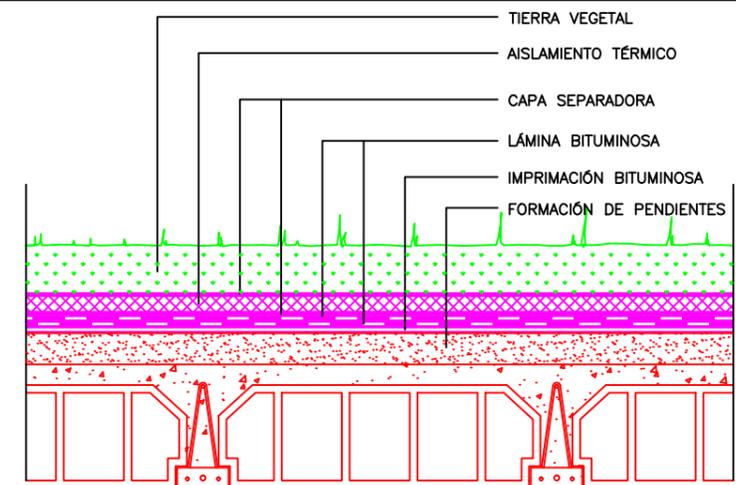
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO

B3



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO

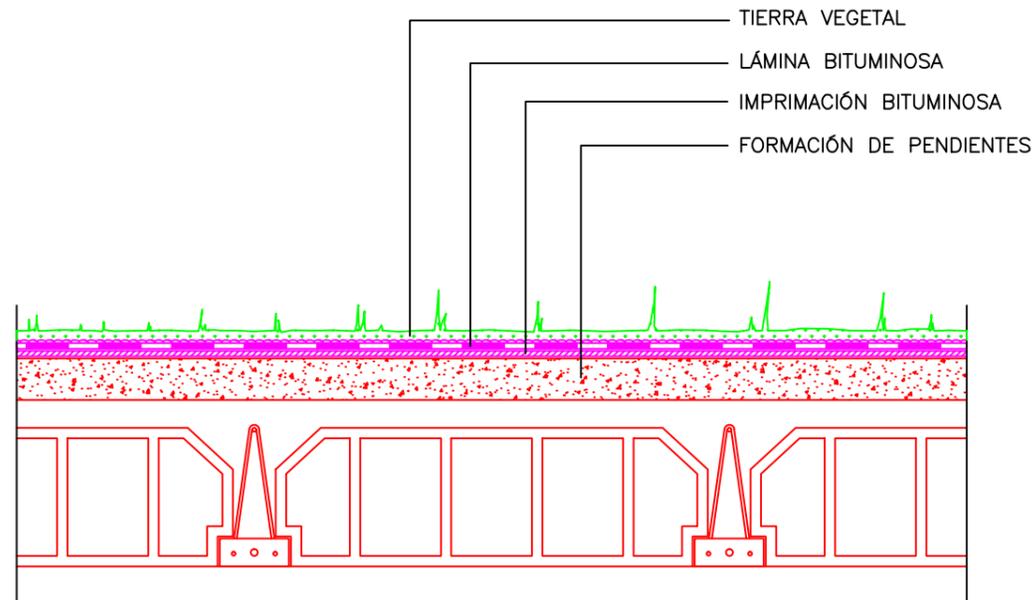
B4



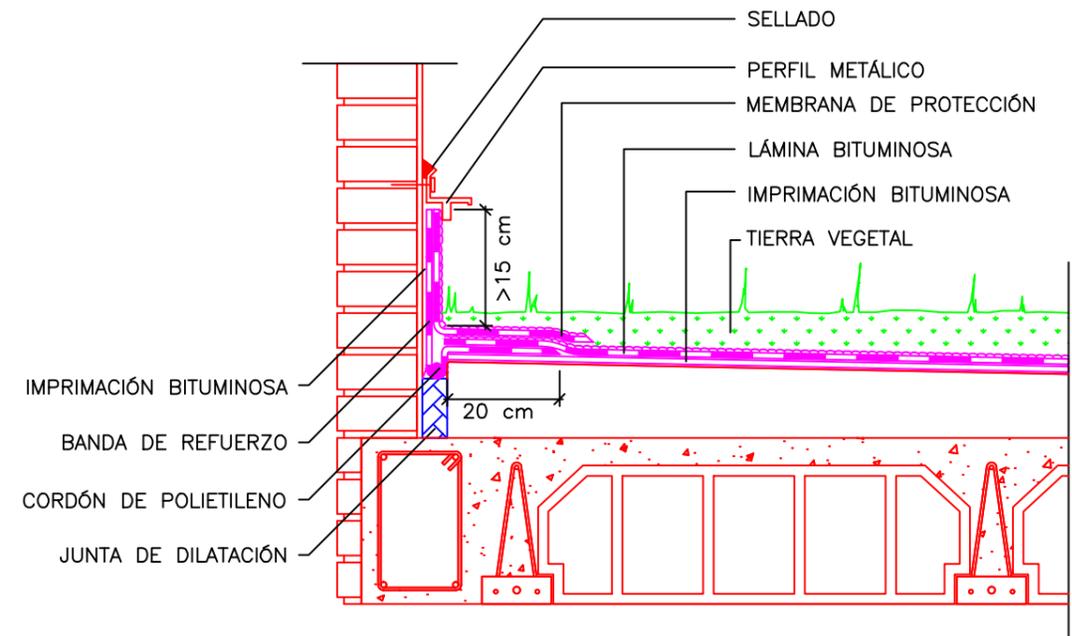
CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle

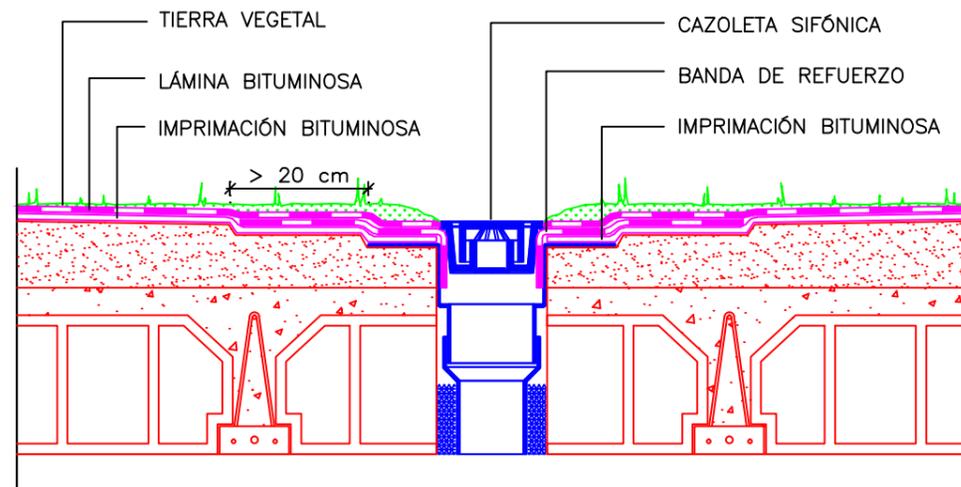




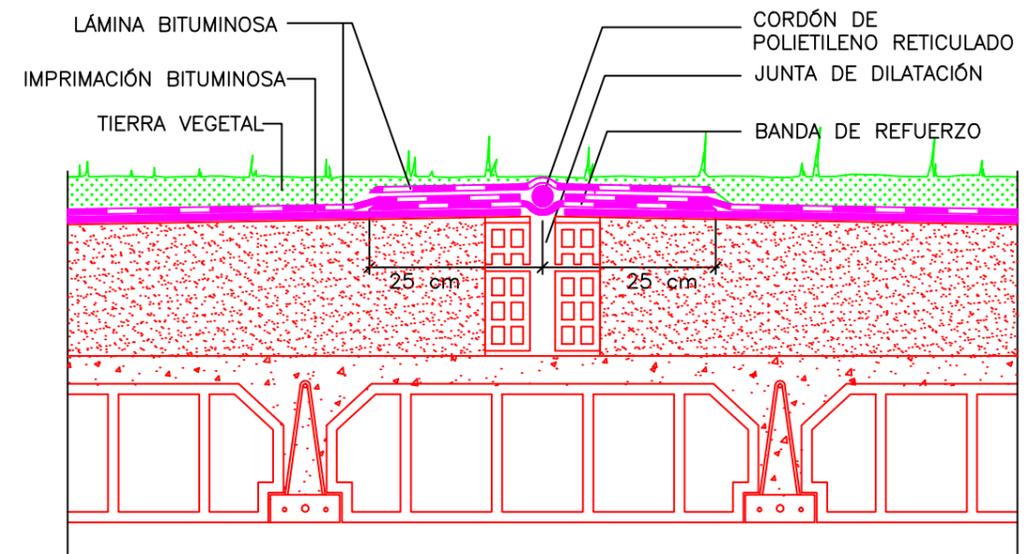
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA EXTENSIVA MONOCAPA TRADICIONAL ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TÍTULO
Estudio de Alternativas para la Construcción de Cubiertas Verdes en Cantabria

PROVINCIA
Cantabria

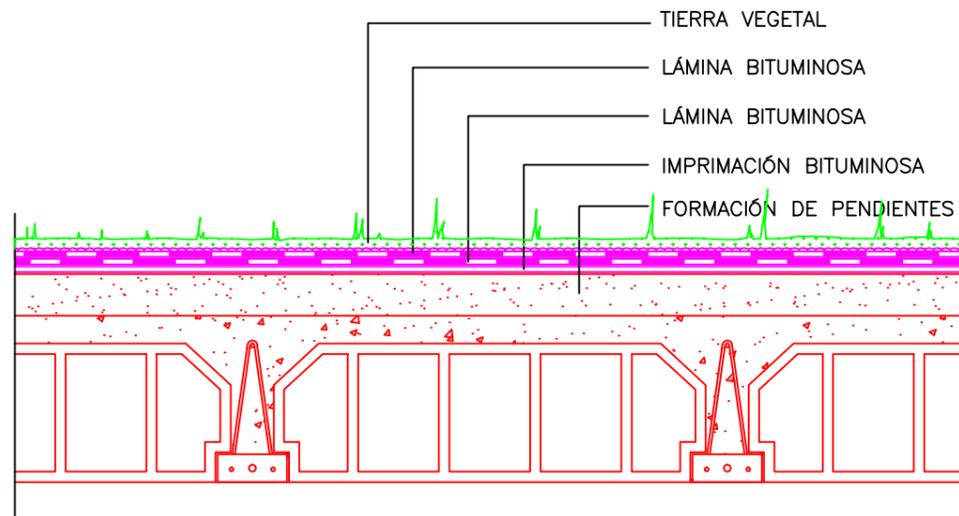
TÍTULO DEL PLANO
2.1. Sección y Detalles de la cubierta tipo A1

AUTOR
Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras

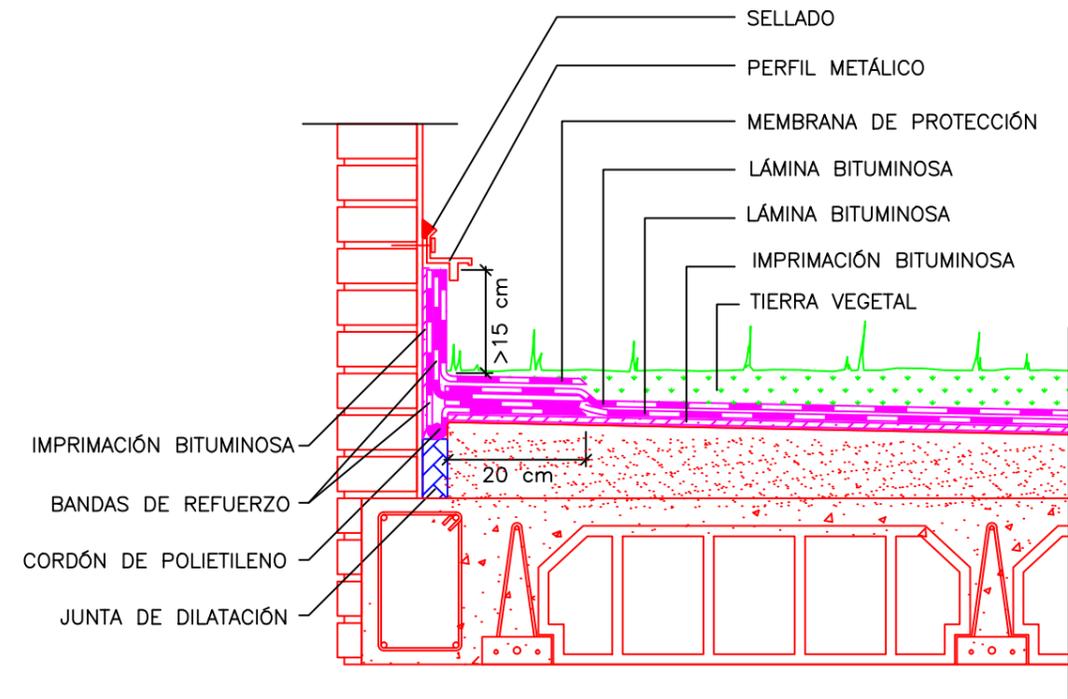
DIRECTORES
Jorge Rodríguez Hernández
Alberto Valle Álvarez

ESCALA
1/10

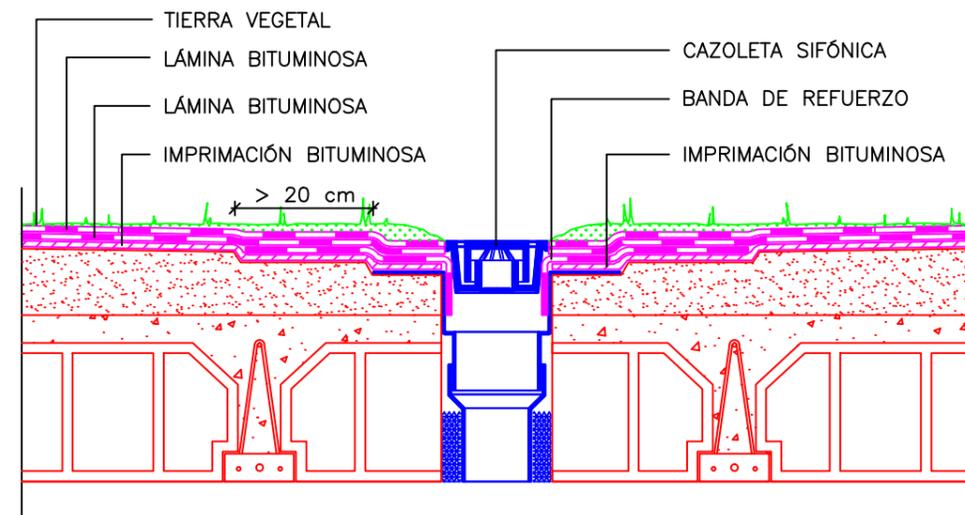
FECHA
23 de Junio de 2014



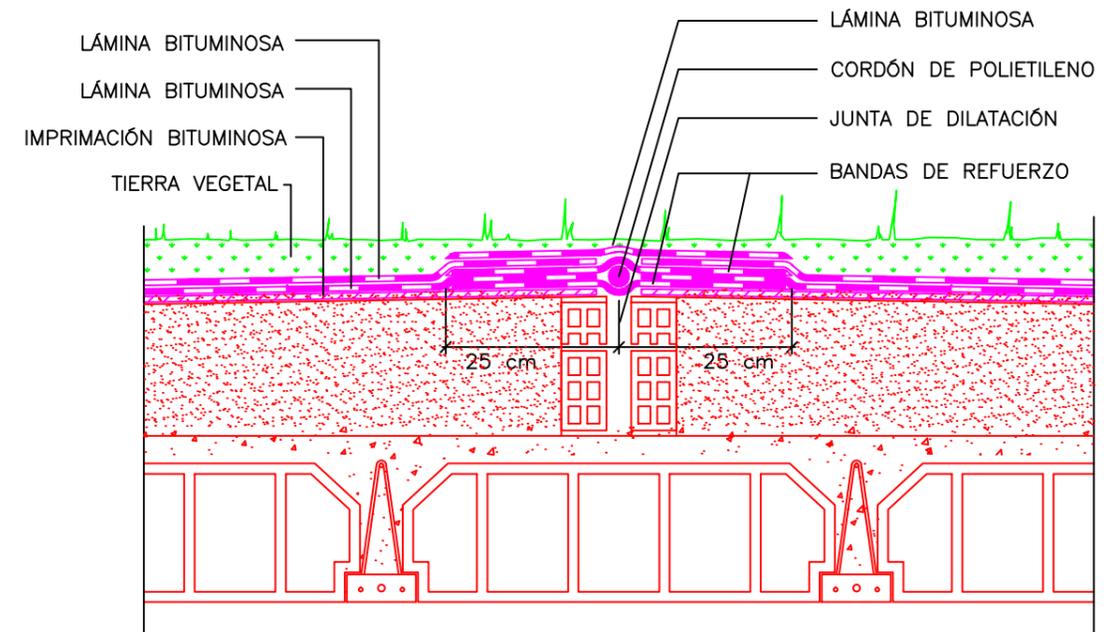
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA EXTENSIVA MULTICAPA TRADICIONAL ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



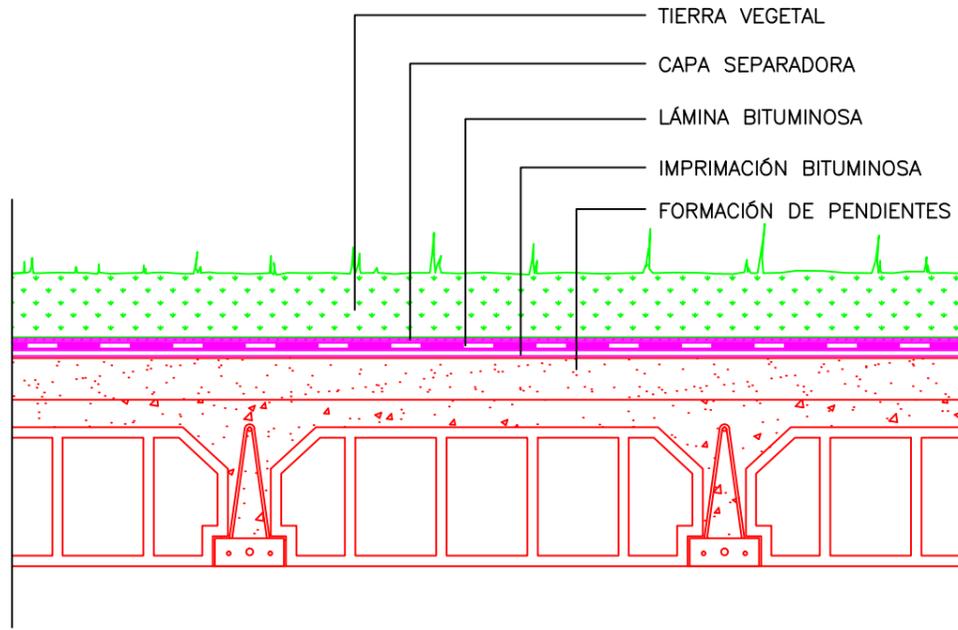
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



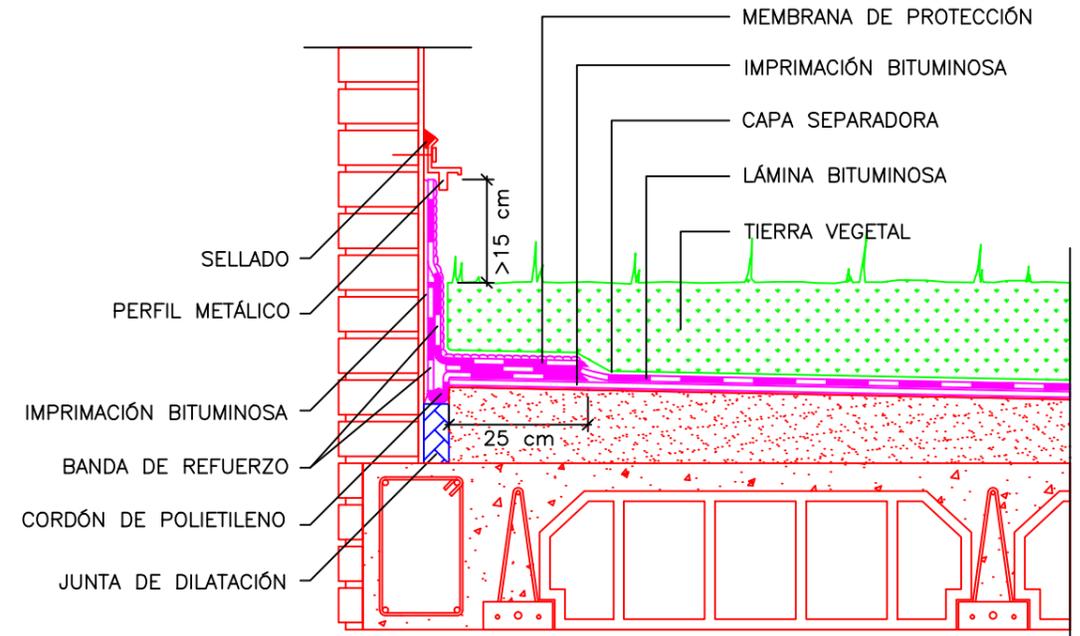
CUBIERTA EXTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle

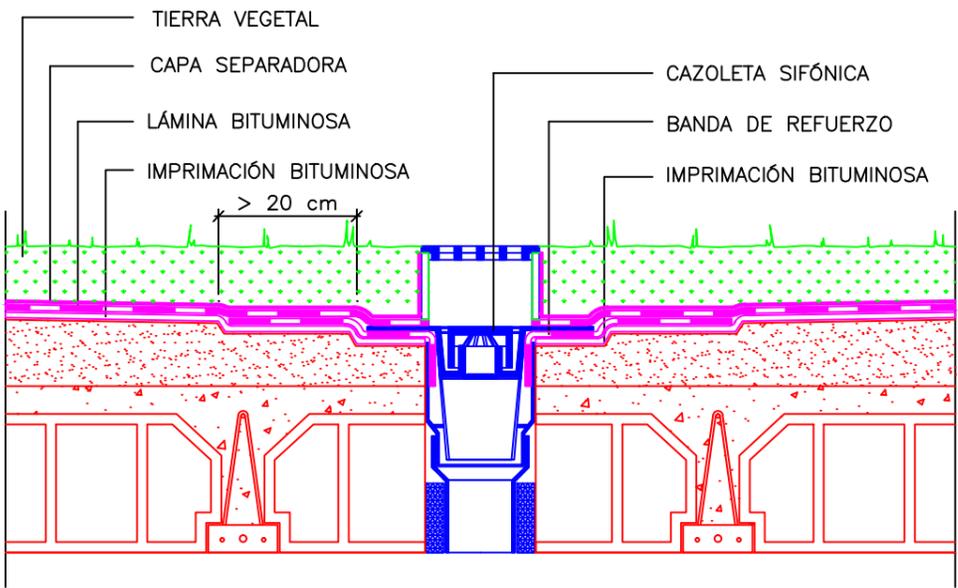




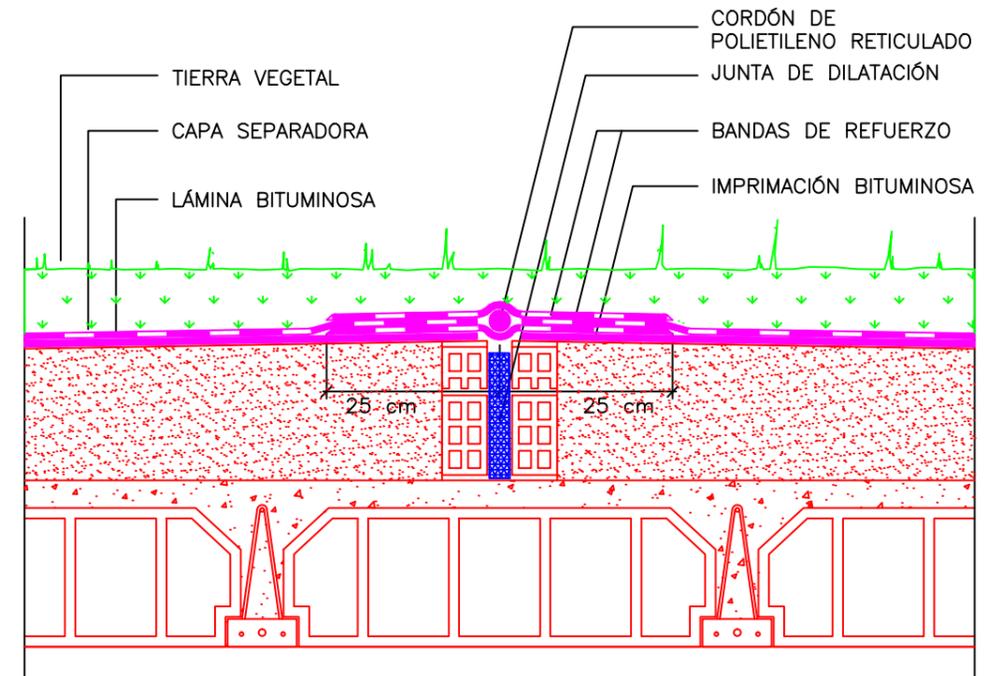
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA INTENSIVA MONOCAPA TRADICIONAL ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



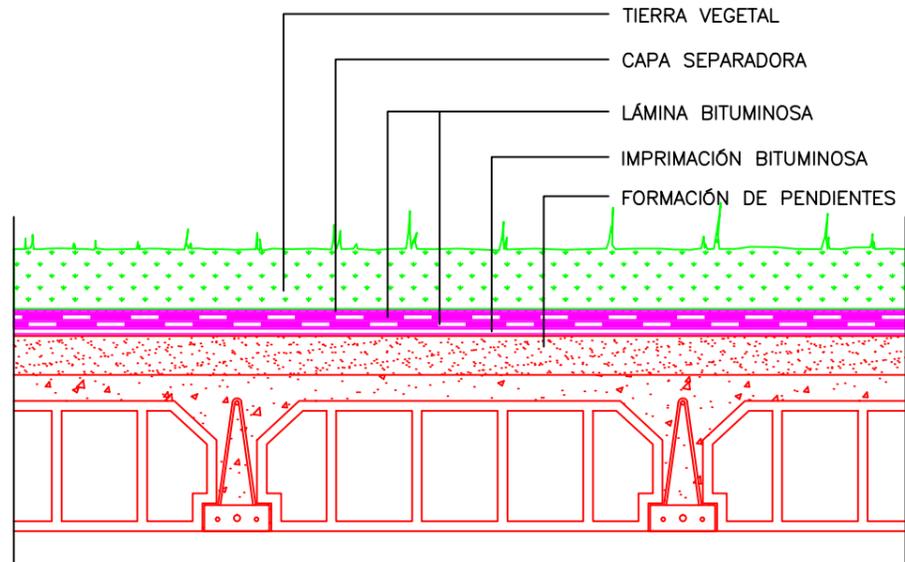
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MONOCAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle

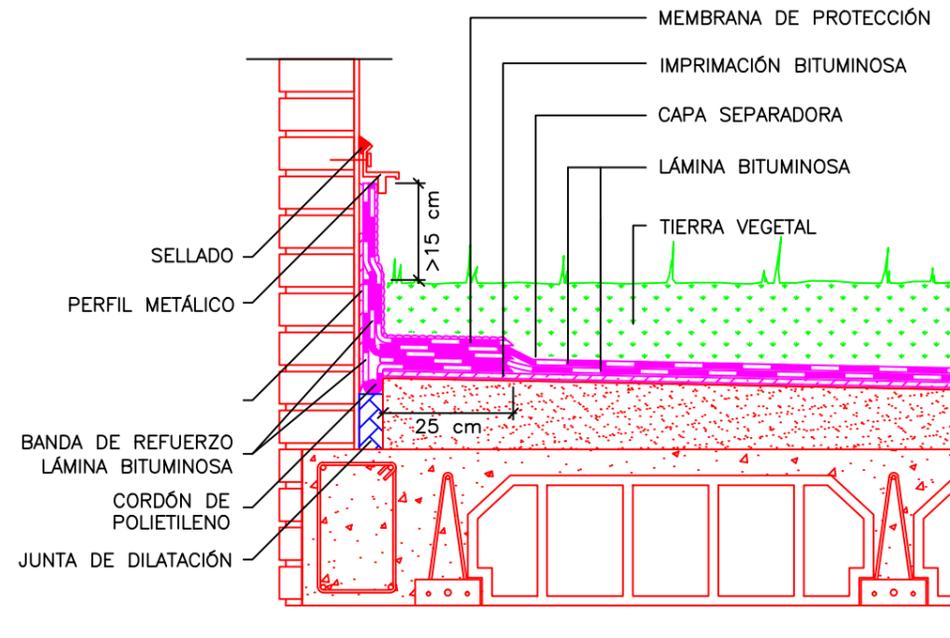
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

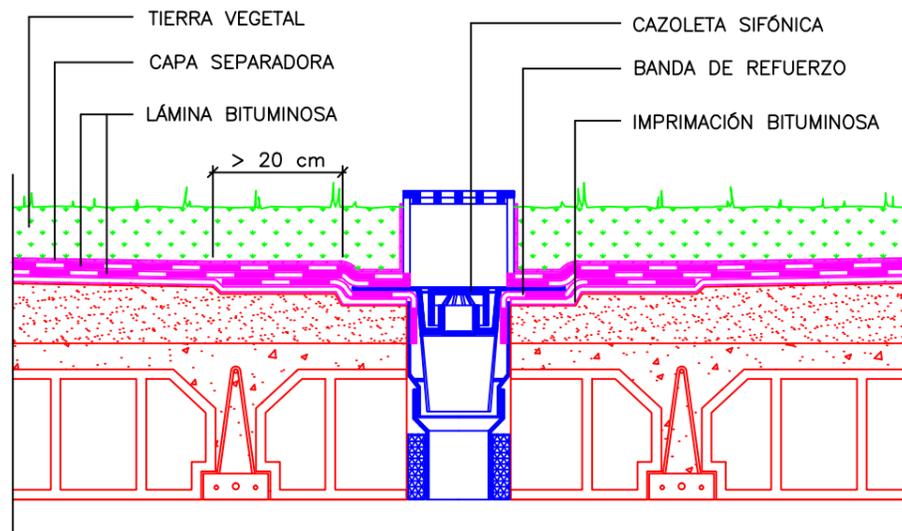
	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO Estudio de Alternativas para la Construcción de Cubiertas Verdes en Cantabria</p>	<p>PROVINCIA Cantabria</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO 2.3. Sección y detalles de la cubierta tipo B1</p>	<p>AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras</p>	<p>DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez</p>	<p>ESCALA 1/10</p>	<p>FECHA 23 de Junio de 2014</p>
--	--	---	--------------------------------	--	---	---	------------------------	--------------------------------------



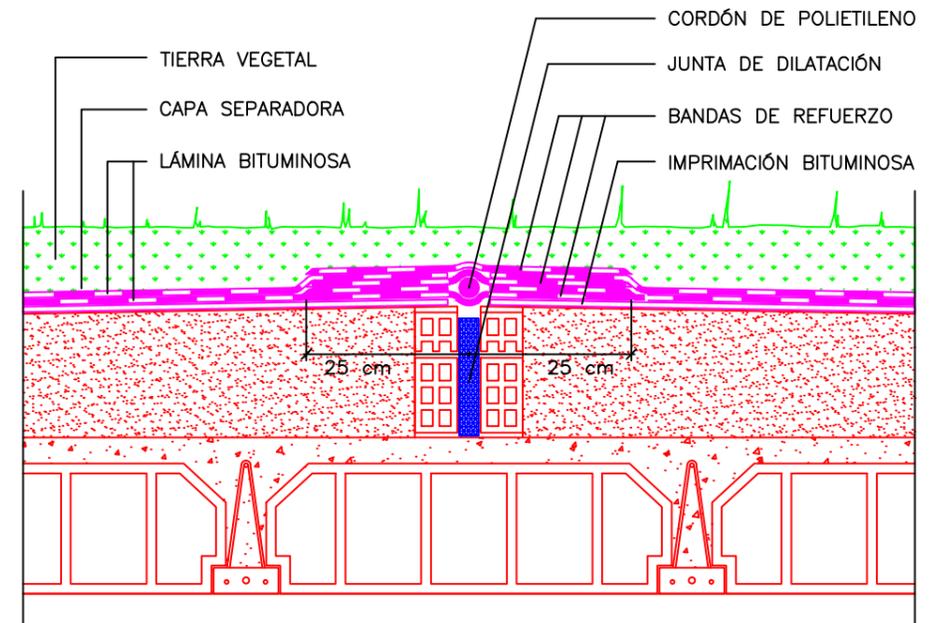
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



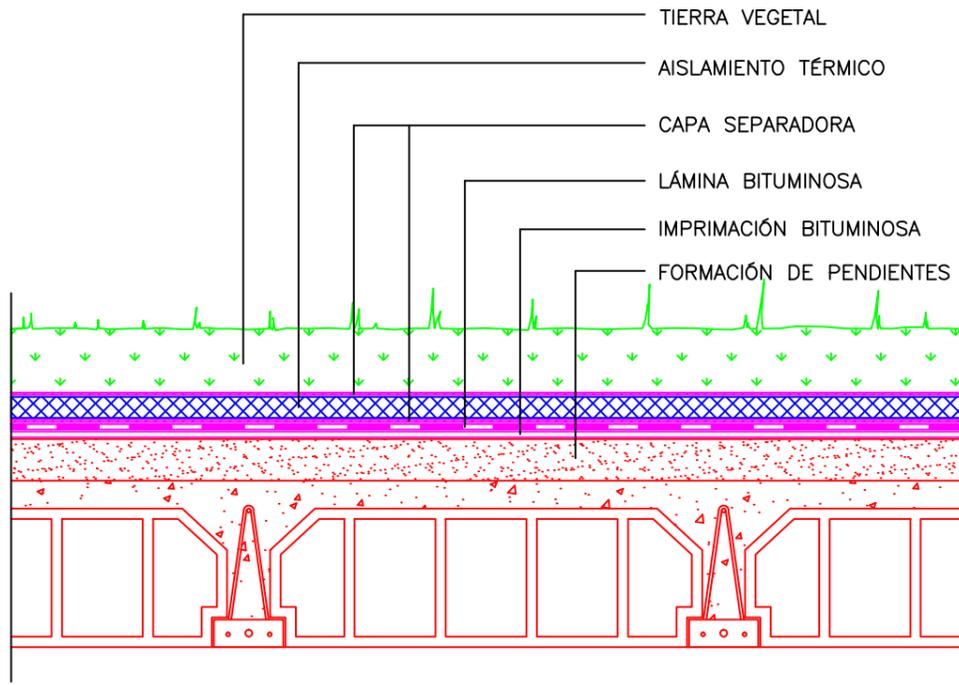
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



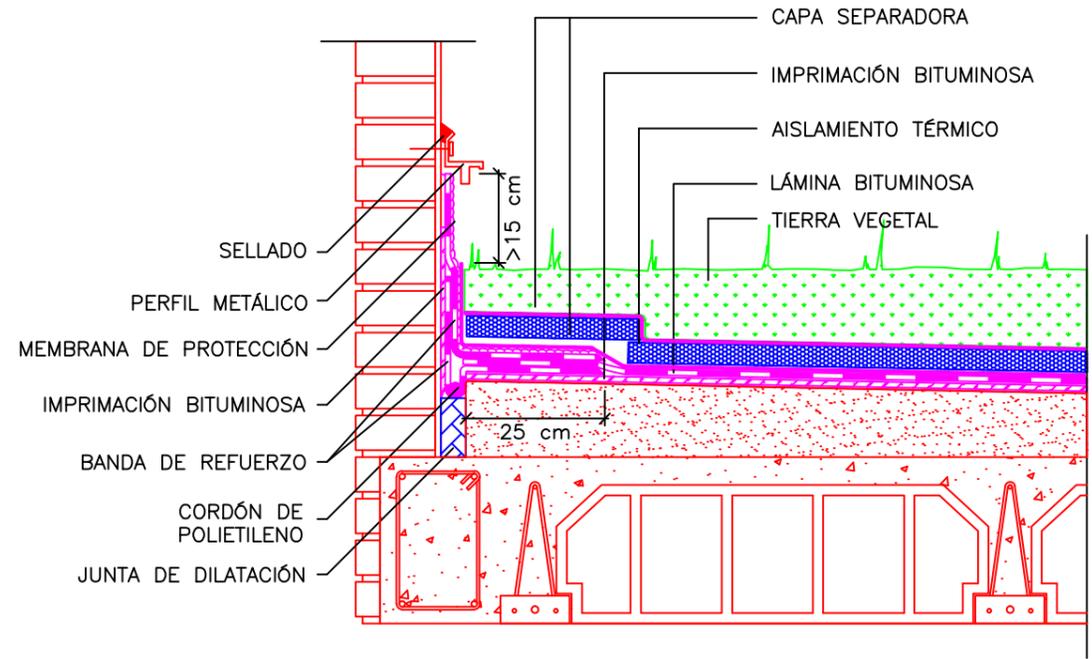
CUBIERTA INTENSIVA TRADICIONAL CON MEMBRANA MULTICAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle

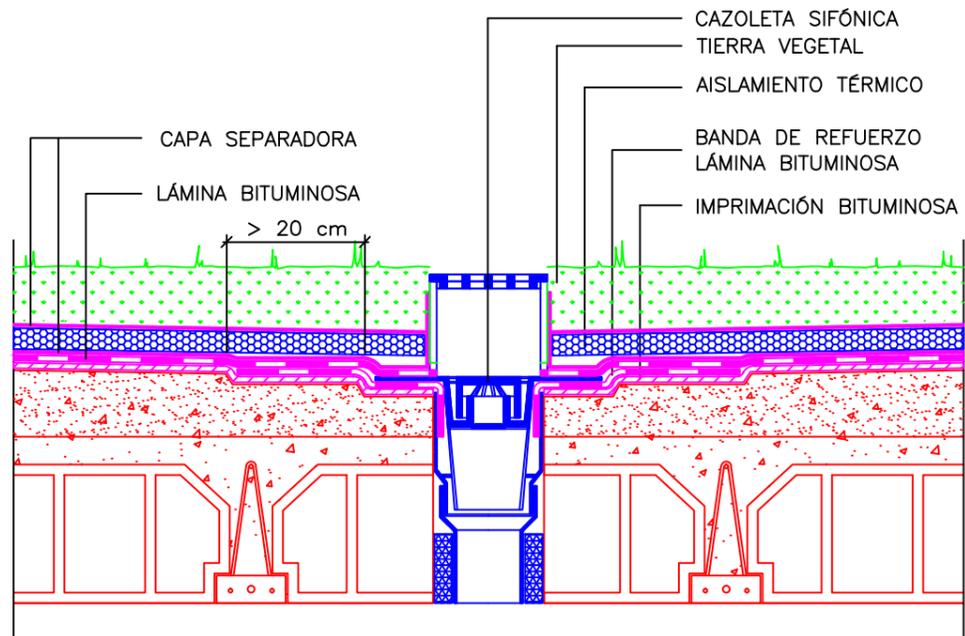
	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO Estudio de Alternativas para la Construcción de Cubiertas Verdes en Cantabria</p>	<p>PROVINCIA Cantabria</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO 2.4. Sección y detalles de la cubierta tipo B2</p>	<p>AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras</p>	<p>DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez</p>	<p>ESCALA 1/10</p>	<p>FECHA 23 de Junio de 2014</p>
--	--	--	---------------------------------------	---	--	--	-------------------------------	---



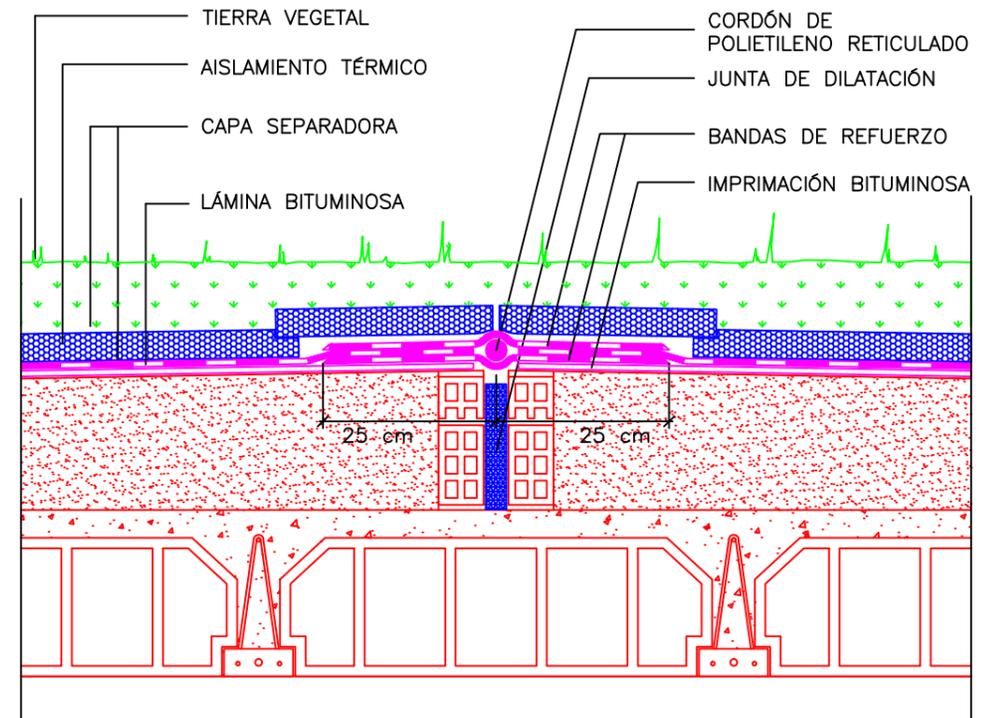
CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MONOCAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MONOCAPA ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MONOCAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



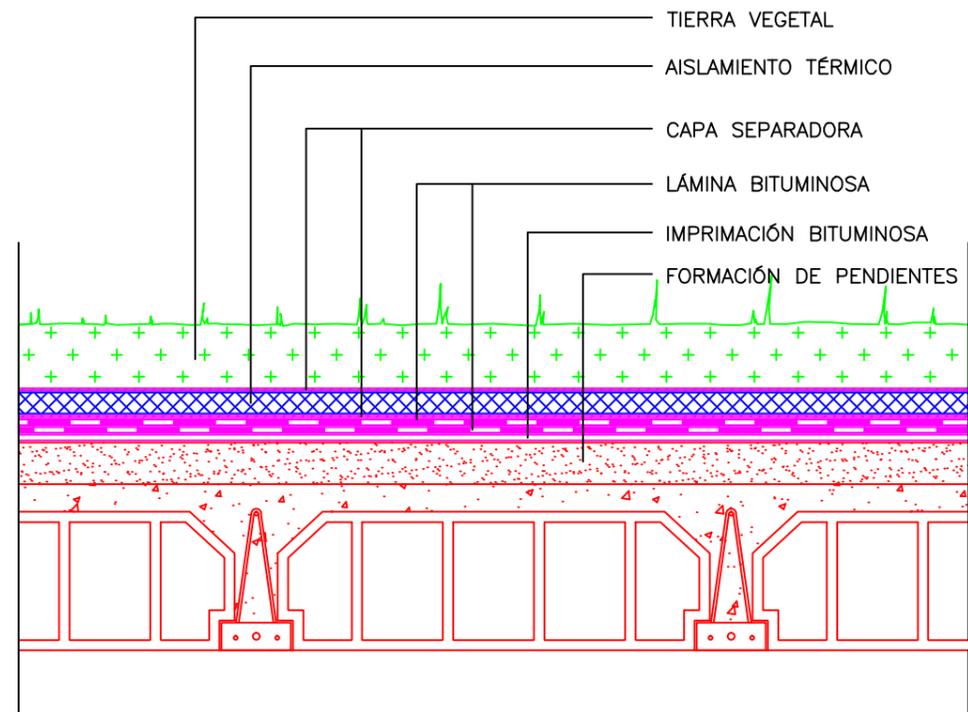
CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MONOCAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle

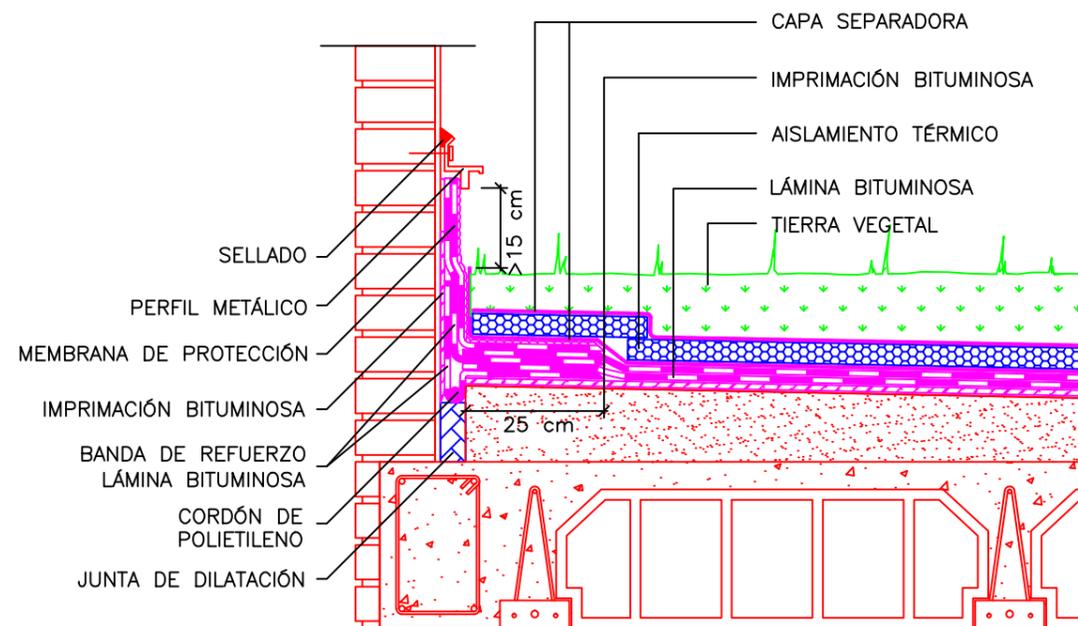
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

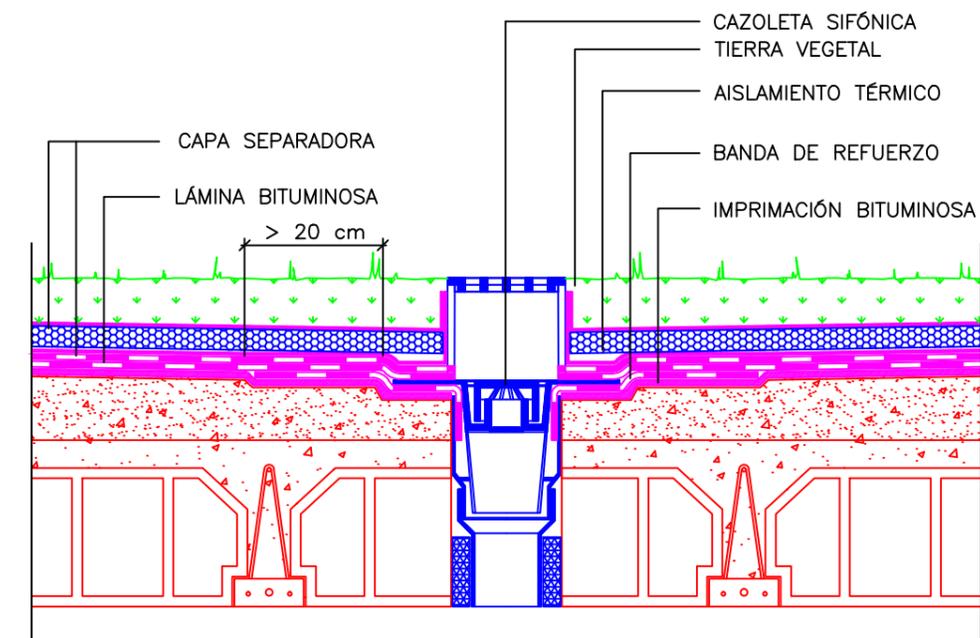
	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TÍTULO Estudio de Alternativas para la Construcción de Cubiertas Verdes en Cantabria</p>	<p>PROVINCIA Cantabria</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO 2.5. Sección y detalles de la cubierta tipo B3</p>	<p>AUTOR Gloria Onofre Rodríguez-Parets Maleras</p>	<p>DIRECTORES Jorge Rodríguez Hernández Alberto Valle Álvarez</p>	<p>ESCALA 1/10</p>	<p>FECHA 23 de Junio de 2014</p>
--	--	---	--------------------------------	--	---	---	------------------------	--------------------------------------



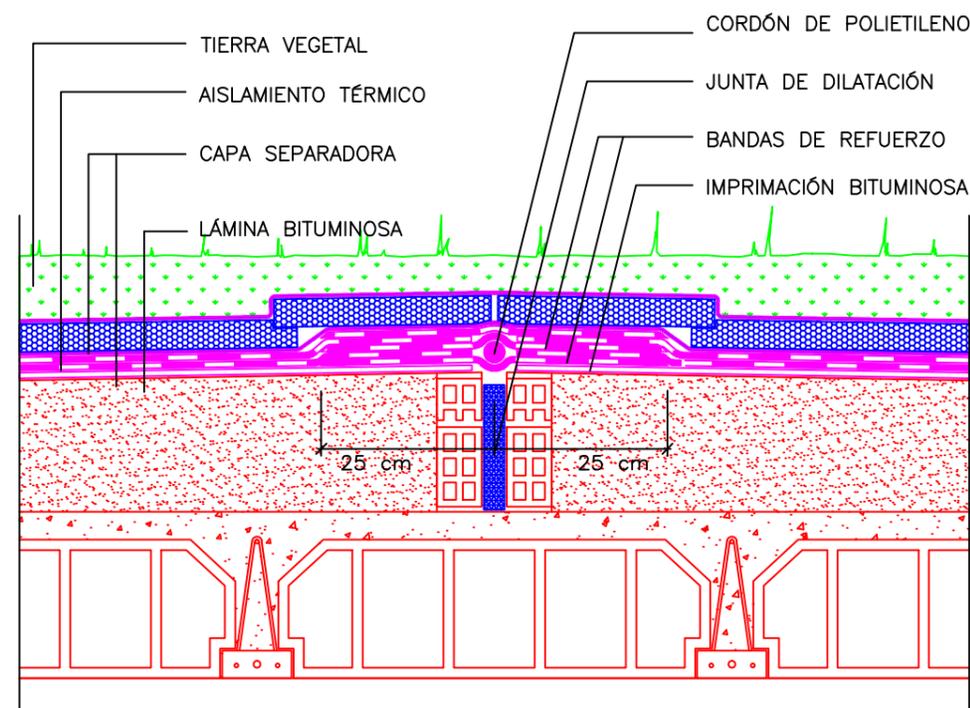
CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MULTICAPA SECCIÓN TIPO



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MULTICAPA ENCUENTRO CON PARAMENTO VERTICAL



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MULTICAPA ENCUENTRO CON SUMIDERO



CUBIERTA INTENSIVA INVERTIDA CON MEMBRANA MULTICAPA JUNTA DE DILATACIÓN

Elaboración propia en base a la información de la empresa Sánchez-Pando proporcionada por Alberto Valle



DOCUMENTO Nº 3.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Contenido

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	152
1. Consideraciones previas.....	155
Normativa aplicable	155
Fuentes de información	155
2. Componentes integrantes de la cubierta vegetal. Materiales básicos.....	156
2.1. Soporte resistente o base	157
2.2. Sistema de formación de pendientes.....	158
2.3. Barrera contra vapor	160
2.4. Capa de impermeabilización	161
2.5. Membrana de protección contra la perforación de raíces	163
2.6. Capa de drenaje	165
2.7. Capa de filtro	167
2.8. Medio de cultivo.....	168
2.9 Vegetación.....	170
3. Componentes opcionales de la cubierta verde. Materiales básicos	172
3.1. Protección de la impermeabilización	172
3.2. Aislante térmico / Aislamiento acústico.....	173
3.3. Capa separadora	175
3.4. Protección contra la erosión	176
3.5. Sistema de riego.....	177
3.6. Retenedores perimetrales.....	178
4. Unidades de obra.....	179
4.1. Metro cuadrado de cubierta tipo A1.	179
4.2. Metro cuadrado de cubierta tipo A2.	181
4.3. Metro cuadrado de cubierta tipo B1.....	183
4.4. Metro cuadrado de cubierta tipo B2.....	185
4.5. Metro cuadrado de cubierta tipo B3.....	187
4.6. Metro cuadrado de cubierta tipo B4.....	189
4.7. Metro lineal de encuentro con paramento vertical.....	192
5. Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos	193
5.1. Barrera contra vapor	193
5.2. Incompatibilidades de las capas de impermeabilización	193
5.3. Capa separadora	193

6. Elementos singulares de la cubierta.....	194
6.1. Accesos y aberturas.....	194
6.2. Juntas de dilatación.....	194
6.3. Encuentro de la cubierta con un paramento vertical y puntos singulares emergentes	195
6.4. Encuentro de la cubierta con el borde lateral.....	195
6.5. Rebosaderos.....	195
6.6. Encuentro de la cubierta con elementos pasantes.....	195
6.7. Rincones y esquinas	196
7. Ensayos y pruebas.....	196
8. Conservación y mantenimiento	196
9. Disposiciones finales	197
9.1 De carácter reglamentario	197
9.2 Materiales o unidades no descritas en el presente pliego.....	197
9.3 Vicios ocultos.....	198
9.4 Pruebas previstas para la recepción	198
9.5 Condiciones generales de recepción de los productos.....	199

1. Consideraciones previas

Normativa aplicable

La normativa aplicable para la construcción de cubiertas verdes es la siguiente:

Cumplimiento de los Documentos básicos del CTE:

- HS 1 – Protección contra la humedad
- HS 5 – Evacuación de aguas
- HE 1 - Limitación de demanda energética
- SI 1 – Seguridad en caso de incendio-fuego externo
- SE – AE Seguridad estructural, Acciones en la edificación (viento)

Cumplimiento de los Documentos Reconocidos del CTE, la normativa aplicable y las normas de buena práctica constructiva.

Esta normativa se aplica con la finalidad de reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios dentro de los edificios en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades. De la misma forma se busca reducir el riesgo de que los edificios se deterioren o de que deterioren el medio ambiente, como consecuencia de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. (*Texsha synthetics, 2014*)

Fuentes de información

La información para la elaboración del presente documento ha sido extraída principalmente del libro *Recomendaciones técnicas para proyectos de cubiertas vegetales*, así como de la página web de la empresa *Texsha synthetics*.

2. Componentes integrantes de la cubierta vegetal. Materiales básicos.

Conforme al DB HR, apartado 4.2, en el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los elementos constructivos obtenidas mediante ensayos de laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

En cuanto a la ejecución, en general: Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas. Con temperaturas inferiores a 5 °C se comprobará si pueden llevarse a cabo los trabajos de acuerdo con el material a aplicar. Se los materiales de cubierta en la interrupción de los trabajos. Las bajantes se protegerán con paragravillas para impedir su obstrucción durante la ejecución del sistema de pendientes.

2.1. Soporte resistente o base

Definición

El soporte resistente o soporte base, debe ser estable, homogéneo, plano, exento de materiales sueltos y grasas, seco y compatible con la membrana impermeabilizante. Con las pendientes definidas en proyecto.

Dicha superficie no debe presentar picos, ángulos o resaltes. En sistemas no adheridos o fijados mecánicamente pueden existir irregularidades de altura superior a 1 mm. si se intercala un capa antipunzonante.

El soporte debe presentar una resistencia a compresión mayor que 200 KPa.

El soporte presentará un grado de humedad no superior al 6% en cubiertas transitables y de un 11% en cubiertas no transitables, de precisar capa de compresión, será de mortero con un espesor mínimo de 3 cm, esta capa también se requerirá cuando la impermeabilización vaya adherida.

Materiales

En soporte de Chapa conformada metálica, debe presentar una anchura en las crestas que sea tres veces mayor que la distancia entre ellas. El espesor será de 0,7 mm y una flecha máxima de 1/200, de la luz entre apoyos.

En soportes de tableros de madera o derivados deberá colocarse una capa antipunzonante si el tratamiento de madera pudiese afectar a la membrana.

Cuando se utilicen placas de aislamiento térmico, éstas deberán ser resistentes a la llama o en su defecto se instalará una capa protectora (mortero, etc...) y tener una resistencia mínima a la compresión según norma EN 826 igual o mayor que 250 kPa (2,55 kg/cm²) y una deformación máxima bajo carga y temperatura según EN 1605 menor o igual del 5% en 80º 48 h 20 kPa.

Consultar las especificaciones del fabricante en cuanto la compatibilidad con otro materiales

2.2. Sistema de formación de pendientes

Definición

Las pendientes estarán comprendidas entre el 0 y el 5% para las cubiertas planas y a partir del 5% para las cubiertas inclinadas.

Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor al 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

1. El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. Los valores que satisfacen estas condiciones dependen del material constitutivo de la solución de formación de pendientes.
2. Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.
3. El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua del 1% como mínimo y una pendiente máxima obtenida en la tabla en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

Materiales

Podrá realizarse con hormigones aligerados u hormigones de áridos ligeros con capa de regularización de espesor comprendido entre 2 y 3 cm de mortero de cemento, con acabado fratasado; con arcilla expandida estabilizada superficialmente con lechada de cemento; con mortero de cemento.

Debe tener una cohesión y estabilidad suficientes, y una constitución adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

La superficie será lisa, uniforme y sin irregularidades que puedan punzonar la lámina impermeabilizante.

Se comprobará la dosificación y densidad.

Ejecución

La pendiente de la cubierta se ajustará a la establecida en el proyecto (CTE DB HS 1, apartado 2.4.2).

El espesor de la capa de formación de pendientes estará comprendido entre 2 y 30 cm; en caso de exceder el máximo, se recurrirá a una capa de difusión de vapor y a chimeneas de ventilación.

El sistema de formación de pendientes quedará interrumpido por las juntas estructurales del edificio y por las juntas de dilatación.

Control de la ejecución

Adecuación al proyecto.

Juntas de dilatación, respetan las del edificio.

Juntas de cubierta, distanciadas menos de 15 m.

Preparación del encuentro de la impermeabilización con paramento vertical según proyecto (roza, retranqueo, etc), con el mismo tratamiento que el faldón.

Soporte de la capa de impermeabilización y su preparación.

Colocación de cazoletas y preparación de las juntas de dilatación.

Medición y abono

El hormigón se abonará por metros cúbicos.

2.3. Barrera contra vapor

Definición

Son láminas bituminosas de superficie no protegida, utilizadas para evitar la difusión de vapor en cubiertas con aislamiento tradicional (debajo de la membrana impermeabilizante).

Debe colocarse, por debajo del aislante térmico, cuando se prevea, según lo descrito en la sección HE-1 del DB "Ahorro de energía", vayan a producirse condensaciones. Debe disponerse de forma que permita la difusión del vapor al exterior, a través de la cubierta o por el perímetro.

Materiales

Pueden establecerse dos tipos:

- Las de bajas prestaciones: film de polietileno.
- Las de altas prestaciones: láminas de oxiasfalto o de betún modificado con armadura de aluminio, lámina de PVC, lámina de EPDM. También pueden emplearse otras recomendadas por el fabricante de la lámina impermeable.

El material de la lámina contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

Ejecución

Debe colocarse cuando se prevea, según lo descrito en la sección HE-1 del DB "Ahorro de energía", vayan a producirse condensaciones. Debe disponerse de forma que permita la difusión del vapor al exterior, a través de la cubierta o por el perímetro.

En caso de que se contemple en proyecto, la barrera de vapor se colocará inmediatamente encima del sistema de formación de pendientes, ascenderá por los laterales y se adherirá mediante soldadura a la lámina impermeabilizante.

Cuando se empleen láminas de bajas prestaciones, no será necesaria la soldadura de solapes entre piezas ni con la lámina impermeable. Si se emplean láminas de altas prestaciones, será necesaria soldadura entre piezas y con la lámina impermeable.

Según el CTE CB HS 1, apartado 5.1.4, la barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico. Se aplicará en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

Control de la ejecución

Continuidad.

2.4. Capa de impermeabilización

Definición

El sistema de impermeabilización es el responsable de mantener la edificación seca y libre de humedades. Los problemas derivados de una mala impermeabilización pueden producir grandes problemas a los habitantes de las viviendas afectadas, ocasionando gastos importantes de reparación ya que se encuentra en la parte inferior de la cubierta y el acceso a la misma es complicado.

Materiales

Existen diversos materiales con los que se realizan membranas impermeabilizantes para cubiertas verdes. Entre ellos destacan:

- *Membrana de EPDM* (Etileno propileno dieno termopolímero)

Tiene una vida útil elevada ya que su componente principal es el caucho sintético que llega a alcanzar una elasticidad del 300% asumiendo los cambios de temperatura y la dilatación de los materiales.

- *Lámina adherida de TPO* (Poliolefina termoplástica combinada con caucho de propileno y etil-propileno)

Se trata de un producto armado con poliéster que reúne las resistencias a las acciones climáticas del caucho con la capacidad de soldadura por calor de un termoplástico. Su composición está libre de cloro y halógenos, y las juntas se sueldan con aire caliente.

- *Membrana líquida de poliuretano*

Esta membrana se coloca mediante aplicación líquida en frío consiguiendo, con la ayuda de rodillos o escurridores de goma dentado, una membrana continua sin uniones ni traslapes. Para medir su espesor se usan calibradores dentados insertados cuando la membrana está aún líquida. Esta alternativa se recomienda en lugares de difícil acceso ya que su colocación es sencilla. Una vez finalizado el proceso de curado, su aspecto es el de una goma libre de juntas. Se recomienda que en cubiertas vegetales esta membrana tenga un grosor mínimo de 3 mm.

- *Lámina de PVC*

Están compuestas de materiales de cloruro de polivinilo (PVC) con espesores entre 0,5 y 3 mm que se distribuyen en rollos de anchos diferentes. Estas membranas son muy flexibles y resistentes a la intemperie aunque generalmente no resisten el bitumen, el polystrol ni los productos aceitosos protectores de la madera. Para evitar que la membrana se ablande, pudiendo llegar a descomponer el material, se separa ésta de los materiales bituminosos con un material sintético, con una lámina de fibra de vidrio (mínimo 200 g/m²) o con una lámina de polietileno (mínimo 0,2 mm de espesor).

La membrana típica tiene 1,5 mm de espesor a base de PVC plastificado que se fabrica mediante calandrado en dos capas y reforzada con armadura de fibras sintéticas a base de poliéster. Esta armadura contiene policloruro de vinilo y plastificantes no migratorios que garantizan una alta permeabilidad y una ausencia completa de poros.

No necesita mantenimiento y se usa generalmente como capa impermeabilizante flexible con capacidad para resistir las presiones de agua en cubiertas de edificios.

Cualquier tipo de membrana que se escoja como apropiada para una cubierta verde deberá soportar temperaturas extremas, no será alterable por la acción de microorganismos y prestará la resistencia al punzonamiento exigible.

Ejecución

Antes de recibir la capa de impermeabilización, el soporte cumplirá las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, compatibilidad con los elementos que se van a colocar sobre él, superficie lisa y de formas suaves, pendiente adecuada y humedad limitada (seco en superficie y masa). Los paramentos a los que ha de entregarse la impermeabilización deben prepararse con enfoscado maestreado y fratasado para asegurar la adherencia y estanquidad de la junta.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, las láminas se colocarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

Se interrumpirá la ejecución de la capa de impermeabilización en cubiertas mojadas o con viento fuerte.

La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapes quedarán a favor de la corriente de agua y no quedarán alineados con los de las hileras contiguas.

Cuando la impermeabilización sea de material bituminoso o bituminoso mmodificado y la pendiente sea mayor del 15%, se utilizarán sistemas fijados mecánicamente. Si la pendiente está comprendida entre el 5 y el 15%, se usarán sistemas adheridos.

Si se quiere independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte, se usarán sistemas no adheridos. Cuando se usen sistemas de protección no adheridos se empleará una capa de protección pesada.

Cuando la impermeabilización sea con policloruro de vinilo plastificado, si la cubierta no tiene protección, se usarán sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Se reforzará la impermeabilización siempre que se rompa la continuidad del recubrimiento. E evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas. La capa de impermeabilización quedará desolarizada del soporte y de la capa de protección, sólo en el perímetro y en los puntos singulares. La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante.

Control de la ejecución

Replanteo según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.

Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante.

Medición y abono

La capa de impermeabilización se abonará por metro cuadrado medido sobre los planos de proyecto.

2.5. Membrana de protección contra la perforación de raíces

Definición

De forma general, la capa impermeable hace las veces de protección contra la perforación de raíces. Sin embargo, para los techos habituales de bitumen y con juntas separadas es necesario colocar una barrera de protección adicional. Esta barrera puede ser física o química y previene que las raíces de las plantas traspasen la impermeabilización.

Cuando una rendija no está bien pegada o soldada, entra agua capilar en su interior y pueden crecer dentro puntas de raíces con sensores de humedad. Además, los solapes deben ser siempre soldados con aire caliente o alta frecuencia, ya que las raíces de algunas plantas fortalecen sus puntas cuando captan humedad mediante el almacenamiento de cristales de silicato y así pueden atravesar grietas o juntas.

Materiales

La membrana de protección contra la perforación de raíces está fabricada, por lo general, con materiales plásticos o polímeros artificiales que actúan normalmente como barrera mecánica y, en ocasiones, como barrera química. Las más comunes son aquellas fabricadas con polietileno de alta densidad, HDPE. Una alternativa a estas la presenta el PVC debido a que es económico, resistente y tiene buena duración.

Si se proyecta una cubierta verde intensiva se debe considerar la colocación de una protección contra raíces doble, ya que al ser éstas más grandes y fuertes pueden dañar otros elementos del sistema además de la capa de impermeabilización.

Del mismo modo se debe tener en cuenta que las membranas impermeabilizantes fabricadas a base de HDPE y las de TPO actúan a la vez como impermeabilización y protección antiraíz.

Ejecución

La protección frente a la perforación de raíces no está diseñada para la exposición permanente a la luz del sol ni para el tráfico peatonal por lo que debe quedar cubierta por otros componentes de la cubierta verde. No se puede combinar con elementos de instalación en caliente ni aplicar adhesivos bituminosos.

La superficie debe estar debidamente inclinada, lisa, limpia, seca y libre de escombros antes de instalar la barrera anti raíz. Si existe impermeabilización como aislamiento térmico debe estar perfectamente instalada antes de la colocar la barrera contra la perforación de raíces.

Se colocará llegando hasta la parte superior de la capa de tierra. La superposición de bordes y los recubrimientos longitudinales deben tener una longitud mínima de 50 mm y deben ser perfectamente termofusionados o sellados.

Los sectores de desagüe deben recortarse limpiamente para permitir el paso del agua.

Control de la ejecución

Replanteo según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.

Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante.

Medición y abono

La membrana de protección contra la perforación de raíces se abonará por metro cuadrado medido sobre los planos de proyecto.

2.6. Capa de drenaje

Definición

La capa de drenaje tiene dos finalidades principales: evacuar el agua excedente y, hasta cierto grado, almacenar agua. Esta capa está compuesta por tableros de desagües y/o tubos que guían el agua fuera de la cubierta para no comprometer el sistema de impermeabilización o la estructura de soporte. Al mismo tiempo, impiden la saturación del medio de cultivo de las plantas pero manteniendo cierta cantidad de agua en él para asegurar el crecimiento de las mismas.

En los techos planos o con poca inclinación, para impedir que el sustrato se haga lodo y pase a la capa de drenaje, se cubre ésta con un fieltro o tela. Esta medida es, generalmente, innecesaria en techos con pendiente fuerte ya que el drenaje se ve reforzado por la inclinación.

Materiales

En la capa de drenaje se combinarán los siguientes elementos de cualquier forma elegida:

- Esterillas porosas de plástico, poliestireno o, incluso, esterillas de coco.
- Medio granular realizado a partir de minerales porosos y livianos, granos gruesos, grava, arena de río, arcilla expandida, pizarra expandida, lava expandida, piedra pómez y materiales reciclados de escoria y ladrillo. Para conseguir capacidad de almacenaje de agua (15-25% de volumen) los materiales deben ser preponderadamente de poros abiertos. En el caso de la grava deberá estar exenta de sustancias extrañas y la arena de río deberá tener granulometría continua, estar seca y limpia y cumplir que el tamaño máximo de grano sea de 5 mm.
- Tablero rígido de drenaje que se usa generalmente como base de sistemas modulares.
- Drenajes de techado como cubiertas circulares, en cúpula, con cumbre plana, lateral o de flujo cortado.
- Canaletas
- Tuberías de drenaje
- Tableros de retención de humedad

Se debe tener en cuenta que los tejados inclinados necesitan sistemas de drenaje más simples, normalmente formados por canaletas de drenaje y un sistema básico de canal. Por otro lado las cubiertas planas precisan de un mayor número de elementos de drenaje coordinados con otros sistemas del edificio destinados a la evacuación de agua.

Del mismo modo se debe considerar que el drenaje para una cubierta extensiva de pequeñas dimensiones puede no necesitar un drenaje interior, mientras que una cubierta intensiva de grandes dimensiones necesita un proyecto de drenaje muy elaborado.

Ejecución

Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

La estructura de soporte debe ser suave y tener la pendiente adecuada para permitir el drenaje antes de la colocación de la capa drenante. Además debe estar limpia, lisa y libre de escombros antes de proceder a la colocación del drenaje.

Si existe aislamiento térmico la capa de drenaje puede ser colocada sobre o bajo el mismo consultando siempre las recomendaciones del fabricante.

La colocación se realiza generalmente con los conos de extrusión con su base más ancha hacia arriba unidos a una lámina de fieltro para proteger la capa inferior. En el caso de que tenga incorporada una capa de protección contra la perforación de raíces, ésta deberá quedar lo más cercana posible al medio de cultivo.

La instalación se comenzará desde la parte más baja de la cubierta donde se comenzarán a desplegar los rollos. Posteriormente se corta el drenaje y la tela del fondo donde existan desagües para permitir el paso del agua adecuadamente.

La grava tendrá un espesor mínimo de 5 cm, servirá como primera base de la capa filtrante; ésta será a base de arena de río, tendrá un espesor mínimo de 3 cm y se extenderá uniformemente sobre la capa de grava. Las instalaciones que deban discurrir por la azotea (líneas fijas de suministro de agua para riego, etc) deberán tenderse faldones. En los riegos por aspersión las conducciones hasta los rociadores se tenderán por la capa drenante.

Es muy importante que los materiales utilizados durante la construcción de la capa de drenaje no se degraden y pierdan su capacidad de drenaje. Hay que tener especial cuidado en evitar el colapso de los mismos durante la fase de construcción.

Medición y abono

Las canaletas y las tuberías de drenaje se abonarán por metro lineal

Las esterillas porosas de plástico, los tableros rígidos de drenaje, y los tableros de retención de humedad se abonarán por metro cuadrado.

Si se trata de un medio granular se abonará por metro cúbico.

2.7. Capa de filtro

Definición

Tiene la misión de impedir el movimiento del medio de cultivo y proteger el sistema de drenaje consiguiendo que las partículas no lo colapsen. El filtro puede permitir el paso de pequeñas partículas impidiendo a su vez que las partículas grandes lo obstruyan. Su colocación puede hacer las veces de barrera adicional contra la perforación de raíces ya que protege la membrana de especies invasoras.

Puede colocarse sobre la capa de drenaje o estar incluido como una parte de ella. Se debe considerar el uso de filtros múltiples en función de las necesidades que exigidas por el diseño.

Materiales

El material empleado debe ser liviano y resistente a la putrefacción. Los más utilizados son:

- Material paisajístico no tejido y no biodegradable.
- Alfombras de fibras de poliéster livianas y resistentes al agua.
- Alfombras de polietileno-polipropileno.

Ejecución

La mayoría de los elementos comercializados incluyen este elemento en la capa de drenaje. De no ser así, se instalará dejando un solape de, al menos 10 cm, en las uniones.

Medición y abono

La capa de filtro se abonará por metro cuadrado.

2.8. Medio de cultivo

Definición

Es la capa de soporte de la vegetación formada por una combinación de material orgánico e inorgánico, donde las raíces realizan su trabajo. Debe actuar como materia nutriente, almacenaje de agua y, además, tener volumen de aire suficiente en los poros para que las raíces tengan capacidad de anclaje.

Debe haber armonía entre el sustrato y la vegetación. En cubiertas extensivas de césped pobre, Sedum y hierbas silvestres, conviene que el sustrato no contenga demasiado humus. Si como sustrato se utiliza tierra de suelo, se debe procurar que no tenga mucho contenido en arcilla (menos del 20% de arcilla y limo, es decir, de granulometría inferior a 0,06 mm) y se deberá empobrecer con entre 25 y 75% de minerales livianos con granulometría de 0 a 16 mm. Para esto último se adaptan bien la piedra pómez, lava, pizarra expandida, arcilla expandida partida y material reciclado de ladrillos porosos de arcilla y piedra pómez. Si el sustrato es demasiado rico en nutrientes los pastos crecen demasiado y se secan debido a la acción del viento.

Materiales

El medio de cultivo está formado por una mezcla de:

- Material inorgánico o “agregados” como virmicultura expandida, gránulos de arcilla liviana expandida, roca volcánica, piedra pómez, arena, zeolita, perlita expandida, arena gruesa, trozos de tejas, diatomita, huevillo, gravilla y lana de roca. Este componente agregado mantiene la vida de las plantas y genera la superficie porosa necesaria para almacenar aire, agua e intercambiar gases.
- Material orgánico como paja orgánica, madera, césped, hojas, pasto cortado, residuos de agricultura, turba, turba de musgo y abono. El material orgánico ayuda al crecimiento de las plantas por su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio de cultivo, afectando a la disponibilidad de nutrientes. El porcentaje de material orgánico es mayor durante las primeras etapas de la cubierta verde para ayudar al establecimiento de las plantas. Una vez esta fase ha terminado el porcentaje se estabiliza en un 2-5%.

Además, se puede acondicionar el medio de crecimiento para reducir su peso con hasta un 10% de aligerantes como poliestireno expandido en boldas o vermiculita.

Ejecución

La profundidad del sustrato estará comprendida entre 20 y 50 cm. Las especies vegetales que precisen mayor profundidad se situarán en zonas de superficie aproximadamente igual a la ocupada por la protección de su copa y próximas a los ejes de los soportes de la estructura. Se elegirán preferentemente especies de crecimiento lento y con portes que no excedan los 6 m. Los caminos peatonales dispuestos en las superficies ajardinadas pueden realizarse con arena

Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

en una profundidad igual a la de la tierra vegetal separándola de ésta por elementos como muretes de piedra ladrillo o lajas de pizarra.

La mezcla de elemento de cultivo se debe proteger durante su almacenamiento para evitar que se seque o se separe, así como del agua de lluvia que puede contaminarla con semillas de malezas.

Se debe cuidar el contenido de humedad del material por lo que no se debe acopiar en lugares donde los suelos estén congelados, mojados o con lodo.

Para evitar la contaminación con semillas externas se deben mantener limpios los utensilios de instalación.

El geotextil de protección debe estar instalado antes de extender la mezcla del medio de cultivo.

Se debe evitar mover los retenedores así como cualquier elemento superpuesto.

Un elemento de protección frente a la erosión se colocará cuando se quiera evitar que el viento socave la superficie.

Tener en cuenta las recomendaciones de riego y fertilización indicadas por el realizador del proyecto.

Control de la ejecución

Una vez colocada la mezcla del medio de cultivo del espesor indicado en el proyecto, se debe revisar que no existan espacios sin compactar donde se pueda acumular más agua de la necesaria. En caso de existir se rellenará con más material del medio de cultivo y se compactará.

Medición y abono

El medio de cultivo se abonará por metro cúbico.

2.9 Vegetación

Definición

Se entiende por la capa donde se desarrolla la vida vegetal. La elección de éstas va a depender principalmente del clima al cual serán expuestas (cambios de temperaturas, precipitaciones y viento) y de las características del medio de cultivo.

Materiales

En cuanto a la vegetación de una cubierta vegetal debemos distinguir entre cubiertas extensivas, cuya vegetación principal es el césped, y cubiertas intensivas, que permite la utilización de otro tipo de vegetación de mayor porte, principalmente arbustos.

El césped de las cubiertas verdes se coloca generalmente en forma de tepes. Los tepes son trozos de suelo y césped que se mantienen unidos por las raíces. Su utilidad radica en la rapidez con la que puede crearse una cobertura de vegetación que puede estar lista para ser usada en unas pocas semanas.

Las plantas de porte medio deben plantarse en el medio de cultivo de manera individual. Éstas pueden adquirirse presentadas en macetas o a raíz desnuda.

Ejecución

Colocación de tepes:

En primer lugar se debe aportar una pequeña capa de tierra, ya abonada, como base para la colocación del tepe. Esta capa de tierra debe estar totalmente lisa para conseguir un contacto uniforme con el tepe de manera que se evite la existan huecos que hagan que el césped sea incapaz de enraizar.

Posteriormente, se deben colocar los rollos de tepe de forma que las juntas entre los mismos no coincidan con los del rollo de la fila adyacente.

Por último se debe realizar un riego de enraizamiento, algo superior al normal y, posteriormente, un riego de mantenimiento según necesidad.

Tepes “arrancados”:

En este TFG se propone la utilización de vegetación típica de cada zona en cada uno de los estratos de vegetación. Por ello, se proponen lo tepes “arrancados” ya que no existe disponibilidad de tepes creados con semillas de especies herbáceas típicas de Cantabria.

Para conseguir uno de estos tepes debemos identificar una pradería de la zona en la que no se haya plantado césped artificial, si no que se trate de una pradera natural.

Una vez hecho esto se deben dividir los metros cuadrados necesarios para la construcción de la cubierta verde en trozos de la pradera de, aproximadamente, un metro y medio de ancho y lo que deseemos de largo, dentro de las limitaciones del transporte. Teniendo estas divisiones

marcadas se inicia la extracción del tepe por un extremo de forma que en el perímetro de 1,5 m de ancho clavemos unos elementos de metal perpendicularmente al suelo hasta una profundidad de unos 5 cm ya que las raíces de estas plantas llegan a una profundidad mayor que las de los tepes creados en una empresa especializada, que tienen espesores entre 1,5 y 2 cm generalmente.

Con la ayuda de estos elementos clavados se levanta el suelo por el borde por el que comenzamos a realizar el tepe y se va cortando a la profundidad indicada y paralelamente al suelo. A medida que se avanza se va levantando el suelo lentamente y enrollándolo para facilitar su transporte posterior.

Una vez que tenemos los tepes extraídos se procede a su colocación de la misma forma que se ha descrito en el apartado anterior.

Trasplantar plantas:

Se realiza un agujero en el suelo de tamaño superior (al menos 2 cm por cada lado) al cepellón de la planta elegida de modo que se permita la introducción de la raíz de la planta sin problema.

A continuación se coloca la planta en el agujero realizado y se rellena el espacio vacío con tierra, pero siempre teniendo la consideración de dejar un alcorque, es decir, un agujero alrededor del tronco de la planta elegida que permita el almacenamiento de agua de riego o lluvia e incluso abono.

Es muy importante regar cualquier planta tras su plantación y mantener durante los días posteriores a la misma una humedad en el suelo algo superior a la necesaria en condiciones normales.

Medición y abono

El tepe se abonará por metro cuadrado.

Las plantas se abonarán por unidad.

3. Componentes opcionales de la cubierta verde. Materiales básicos

3.1. Protección de la impermeabilización

Definición

Se trata de una capa utilizada para proteger la membrana impermeable de daños causados durante la construcción de otros elementos.

Materiales

Generalmente para este tipo de protección se usan los siguientes materiales:

- Geotextil resistente al punzonamiento y tracción mecánica.
- Termoplástico sintético o membranas termoestables.
- Colchonetas de espuma de termoplástico reciclado.
- Alfombra de caucho de compuestos reciclados
- Compuestos de fibra de cemento
- Red compuesta de polietileno

El material que se considere adecuado debe tener una alta resistencia a la compresión ya que debe resistir la presión ejercida por los equipos de construcción y de otros componentes de la cubierta verde.

Ejecución

Los solapamientos entre capas deben tener, al menos, 10 cm de longitud.

Se debe instalar sobre la membrana anti-raíz o sobre la impermeabilización, comenzando por la parte más baja de la cubierta, desde la que se empiezan a desplegar los rollos.

En las zonas donde existan desagües, se cortará el drenaje y la tela de fondo para permitir el paso del agua.

Medición y abono

La protección de la impermeabilización se abonará por metro cuadrado.

3.2. Aislante térmico / Aislamiento acústico

Definición

Se trata de un componente instalado entre la estructura portante y la impermeabilización que reduce la transferencia de temperatura/ruido del exterior al interior del edificio y viceversa. En ocasiones puede colocarse sobre la impermeabilización, siendo posible utilizarla como membrana de protección, siempre y cuando tenga suficiente resistencia a la compresión y el fabricante de la misma recomiende su uso como tal.

Materiales

Puede ser de lanas minerales como fibra de vidrio y lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, perlita de celulosa, corcho aglomerado, etc. el aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a solicitaciones mecánicas. Las principales condiciones que se le exigen son: estabilidad dimensional, resistencia al aplastamiento, resistencia a la putrefacción, baja higroscopicidad.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mk a 10°C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m²k/W.

Su espesor se determinará según las exigencias del CTE DB HE 1.

Según el CTE DB HR, los productos de relleno de las cámaras utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por la resistividad al flujo del aire, r , en kPa·s/m². Se comprobará que corresponde con la especificada en el proyecto.

Ejecución

Se colocará de forma continua y estable, según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.3.

El aislamiento puede ser de dos tipos

1. En placas

Las placas de aislamiento, se colocarán a rompejuntas.

No deben estar en contacto con materiales que tengan breas o disolventes (deben ser compatibles con el soporte y con la membrana impermeabilizante) y en el caso de usar adhesivos se comprobará su compatibilidad.

En los cambios de pendientes, limatesas y limahoyas, se deben cortar las placas a bisel, para su perfecto encaje.

En cubierta invertida, el aislamiento térmico en placas será de poliestireno extrusionado de densidad mínima 35 Kg/m³ y tipo IV, clase 0,034 según UNE 92.115

Cuando se requiera colocar el aislamiento térmico en placas, tocando al soporte estructural y la capa de formación de pendientes instalada encima de la capa aislante, será de mortero armado.

2. En masa (Hormigón celular)

En ningún punto, el espesor del hormigón celular debe ser inferior a 5 cm ya que su baja resistencia a la compresión impediría que se pudiera pisar sobre él.

No aplicar a temperaturas inferiores a 5º, ni cuando se prevean lluvias, la temperatura impediría el normal fraguado del mismo y las lluvias lo lavarían, variando su relación agua/cemento.

No cubrir el hormigón celular con capas de regularización de mortero de cemento antes de los 3 o 4 días de iniciarse su fraguado, ya que es preciso que el agua contenida en él se evapore, la humedad debe de ser según se indica en el apartado (1)

Control de la ejecución

Correcta colocación del aislante, según especificaciones del proyecto. Espesor. Continuidad.

Medición y abono

El aislante se abonará por metro cuadrado.

3.3. Capa separadora

Definición

Deberán utilizarse cuando existan incompatibilidades entre el aislamiento y las láminas impermeabilizantes o alteraciones de los primeros al instalar los segundos

Materiales

Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster, o films de polietileno.

Capa separadora antiadherente: puede ser de fieltro de fibra de vidrio, o de fieltro orgánico saturado. Cuando exista riesgo de especial punzonamiento estático o dinámico, ésta deberá ser también antipunzonante. Cuando tenga función antiadherente y antipunzonante podrá ser de geotextil de poliéster, de geotextil de polipropileno, etc.

Cuando se pretendan las dos funciones (desolidarización y resistencia a punzonamiento) se utilizarán fieltros antipunzonantes no permeables, o bien dos capas superpuestas, la superior de desolidarización y la inferior antipunzonante (fieltro de poliéster o polipropileno tratado con impregnación impermeable).

Ejecución

Deberá intercalarse una capa separadora para evitar el riesgo de punzonamiento de la lámina impermeable.

En cubiertas invertidas, cuando se emplee fieltro de fibra de vidrio o de poliéster, se dispondrán piezas simplemente solapadas sobre la lámina impermeabilizante.

Cuando se emplee fieltro de poliéster o polipropileno para la función antiadherente y antipunzonante, este irá tratado con impregnación impermeable.

En el caso en que se emplee la capa separadora para aireación, ésta quedará abierta al exterior en el perímetro de la cubierta, de tal manera que se asegure la ventilación cruzada.

Medición y abono

La capa separadora se abonará por metro cuadrado.

3.4. Protección contra la erosión

Definición

Se trata de una capa que protege el medio de cultivo frente a la erosión cuando éste queda sin sembrar durante períodos largos de tiempo y durante las primeras fases de crecimiento de las plantas. Esta capa protege de la acción del viento cuando el medio de cultivo queda expuesto al mismo, en zonas con vientos fuertes o en tejados inclinados.

Materiales

Los materiales más utilizados en esta capa son:

- Tela no tejida de protección o colchonetas
- Láminas de protección
- Mantillo
- Mantas fotodegradables

Ejecución

Se coloca sobre el medio de cultivo en general con mallas elaboradas a base de fibras de elementos naturales. Posteriormente se colocan las plantas o se siembra.

Medición y abono

La capa de protección frente a la erosión se abonará por metro cuadrado.

3.5. Sistema de riego

Definición

Un sistema de riego da la posibilidad de controlar el agua en el medio de cultivo para garantizar el correcto desarrollo de la vegetación. Son necesarios durante el desarrollo inicial de las plantas y para garantizar la supervivencia a largo plazo de determinadas especies.

El uso o no de estos sistemas tras el período de asentamiento de las plantas depende del tipo de cubierta proyectada. En cubiertas extensivas suele dejar de ser necesario pasados 1 o 2 años. Sin embargo, las cubiertas intensivas necesitan riego permanente ya que las plantas que la forman precisan de un mayor cuidado.

Opciones disponibles

Actualmente existen una gran cantidad de sistemas de riego aplicables a cubiertas verdes. Entre ellos destacan:

- Elevadores
- Rociadores
- Goteo (Superficial o cerca de la superficie)
- Por capilaridad
- Base goteo
- Con manguera

Ejecución

La matriz de agua debe estar instalada antes de la colocación de la impermeabilización.

El diseño del sistema de riego debe ser llevado a cabo por un especialista en función del clima y el tipo de plantas elegidas principalmente.

Todos los elementos necesarios para el sistema de riego como tuberías y válvulas deben colocarse sobre la capa de drenaje de forma que no la dañen ni interfieran en su correcto funcionamiento.

3.6. Retenedores perimetrales

Definición

Se trata de elementos que separan las áreas vegetadas de los componentes estructurales de la cubierta como los antepechos, drenajes, tragaluces y senderos. También pueden usarse para separar las áreas de vegetación como protección frente al fuego o frente al viento, en especial en las esquinas.

Materiales

Como materiales para la formación de retenedores perimetrales destacan:

- Retenedores prefabricados de hormigón.
- Bordes de aluminio.
- Bordes de madera.
- Maceteros.
- Retenedores fabricados con productos reciclados.

Ejecución

La altura del retenedor perimetral debe ser como mínimo igual a la del medio de cultivo.

Se colocan encima de la capa de drenaje y se unen mecánicamente entre ellos consiguiendo dar rigidez al marco que forman. Nunca deben anclarse a la estructura de soporte a no ser que exista un elemento, instalado previamente y sellado e impermeabilizado correctamente, previsto para ello.

4. Unidades de obra

4.1. Metro cuadrado de cubierta tipo A1.

Definición

Se trata de un metro cuadrado de cubierta extensiva tradicional con membrana de impermeabilización monocapa.

Está compuesta por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y una membrana impermeable de espesor igual a 3 mm, una capa de medio de cultivo con un espesor de entre 8 y 12 cm y una capa de vegetación de tipo herbáceo.

Materiales

Está compuesta por:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera negra tipo ED de 1 mm de espesor.
 - Una membrana impermeable tipo LBM-40-FP PE modificada con geotextil de espesor 3 mm.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor de 10 cm.
- Una capa de vegetación de tipo herbáceo presentada en tepes.

Ejecución

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y regleado del hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana

impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslape mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslape se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa impermeabilizante está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego.

Medición y abono

La cubierta verde tipo A1 se abonará por metro cuadrado.

4.2. Metro cuadrado de cubierta tipo A2.

Definición

Se trata de un metro cuadrado de cubierta extensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

Está compuesta por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y dos membranas impermeables de espesores iguales a 3 mm cada una, una capa de medio de cultivo con un espesor de entre 8 y 12 cm y una capa de vegetación de tipo herbáceo.

Materiales

Está compuesta por:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera de 1 mm de espesor.
 - Dos membranas impermeables de espesor igual a 3 mm cada una. La membrana inferior es tipo LBM-30-FP bituminosa modificada con elastómero SBS y capa de terminación totalmente adherida a la siguiente que es tipo LBM-40-FP de betún modificado con elastómeros SBS, autoprotégida con gránulos coloreados.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor 10 cm.
- Una capa de vegetación de tipo herbáceo presentada en tepes.

Ejecución

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y regleado del hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana

impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la primera lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslapeo mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslapeo se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma. Posteriormente se instala la segunda lámina de la misma manera.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa de impermeabilización está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego.

Medición y abono

La cubierta vegetada tipo A2 se abonará por metro cuadrado

4.3. Metro cuadrado de cubierta tipo B1.

Defición

Se trata de un metro cuadrado de cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización monocapa.

Está formada por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y una membrana impermeable de espesor igual a 3 mm, una capa separadora entre la membrana impermeable y el medio de cultivo con un espesor entre 1 y 3,5 mm, una capa de medio de cultivo con un espesor superior a 15 cm y una capa de vegetación de tipo arbustivo.

Materiales

Está compuesta por:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera de 1 mm de espesor.
 - Una membrana impermeable tipo LBM-40-FP PE modificada con geotextil de espesor 3 mm.
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor de 20 cm.
- Una capa de vegetación formada por plantas de tipo herbáceo y arbustivo.

Ejecución

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y regleado del hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana

impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslapeo mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslapeo se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma.

La impermeabilización debe encontrarse perfectamente instalada antes de comenzar con la colocación de la capa separadora geotextil. Los solapamientos en las uniones entre láminas deben ser de mínimo 10 cm. Para su instalación se deben desplegar los rollos desde la parte más baja de la cubierta.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa separadora está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego. Las plantas de tipo arbustivo y subarbustivo que se deseen colocar deberán plantarse en zonas en las que no coloquemos tepes de la forma que se describe en el ya citado apartado 2.9.

Medición y abono

La cubierta verde tipo B1 se abonará por metro cuadrado

4.4. Metro cuadrado de cubierta tipo B2.

Definición

La cubierta tipo B2 es una cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

Está compuesta por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y dos membranas impermeables de espesores iguales a 3 mm cada una, una capa separadora entre la membrana impermeable y el medio de cultivo con un espesor entre 1 y 3,5 mm, una capa de medio de cultivo con un espesor superior a 15 cm y una capa de vegetación de tipo arbustivo.

Materiales

Los materiales que la forman son:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera de 1 mm de espesor.
 - Dos membranas impermeables de espesor igual a 3 mm cada una. La membrana inferior es tipo LBM-30-FP bituminosa modificada con elastómero SBS y capa de terminación totalmente adherida a la siguiente que es tipo LBM-40-FP de betún modificado con elastómeros SBS, autoprottegida con gránulos coloreados.
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor de 20 cm.
- Una capa de vegetación formada por plantas de tipo herbáceo y arbustivo.

Ejecución

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y regleado del hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la primera lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslapeo mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslapeo se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma. Posteriormente se instala la segunda lámina de la misma manera.

La impermeabilización debe encontrarse perfectamente instalada antes de comenzar con la colocación de la capa separadora geotextil. Los solapamientos en las uniones entre láminas deben ser de mínimo 10 cm. Para su instalación se deben desplegar los rollos desde la parte más baja de la cubierta.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa separadora está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego. Las plantas de tipo arbustivo y subarbustivo que se deseen colocar deberán plantarse en zonas en las que no coloquemos tepes de la forma que se describe en el ya citado apartado 2.9.

Medición y abono

La cubierta verde tipo B2 se abonará por metro cuadrado

4.5. Metro cuadrado de cubierta tipo B3.

Definición

Se trata de un metro cuadrado de cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización monocapa.

Está compuesta por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y una membrana impermeable de espesor igual a 3 mm, una capa separadora entre la membrana impermeable y el aislamiento térmico con un espesor entre 1 y 3,5 mm, una capa de aislamiento térmico de entre 40 y 90 mm de espesor, una capa separadora igual a la anterior, una capa de medio de cultivo con un espesor superior a 15 cm y una capa de vegetación de tipo arbustivo.

Materiales

Está compuesta por:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera de 1 mm de espesor.
 - Una membrana impermeable tipo LBM-40-FP PE modificada con geotextil de espesor 3 mm.
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de aislamiento térmico/acústico de 40 mm de espesor formada por panel de lana mineral (MW).
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor de 20 cm.
- Una capa de vegetación formada por plantas de tipo herbáceo y arbustivo.

Ejecución

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatezas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y reglado del

hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslape mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslape se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma.

La impermeabilización debe encontrarse perfectamente instalada antes de comenzar con la colocación de la capa separadora geotextil. Los solapamientos en las uniones entre láminas deben ser de mínimo 10 cm. Para su instalación se deben desplegar los rollos desde la parte más baja de la cubierta.

Para proceder a la colocación de la capa de aislamiento térmico/acústico se debe comprobar que la capa separadora está terminada correctamente. Se colocará la capa de aislamiento de forma que se cubra toda la superficie.

La siguiente capa separadora geotextil se colocará una vez finalizada la instalación de la capa de aislamiento térmico/acústico siguiendo las mismas indicaciones que para la capa separadora citada anteriormente.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa separadora está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego. Las plantas de tipo arbustivo y subarbustivo que se deseen colocar deberán plantarse en zonas en las que no coloquemos tepes de la forma que se describe en el ya citado apartado 2.9.

Medición y abono

La cubierta verde tipo B3 se abonará por metro cuadrado

4.6. Metro cuadrado de cubierta tipo B4.

Definición

La cubierta tipo B4 es una cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización multicapa.

Está compuesta por: una capa de formación de pendientes de entre 2 y 30 cm a base de hormigón celular con una capa de regularización de mortero de cemento impermeabilizante, una capa de impermeabilización constituida por una capa de imprimación bituminosa de 1 mm de espesor y dos membranas impermeables de espesores iguales a 3 mm cada una, una capa separadora entre la membrana impermeable y el aislamiento térmico con un espesor entre 1 y 3,5 mm, una capa de aislamiento térmico de entre 40 y 90 mm de espesor, una capa separadora igual a la anterior, una capa de medio de cultivo con un espesor superior a 15 cm y una capa de vegetación de tipo arbustivo.

Materiales

Está compuesta por:

- Un sistema de formación de pendientes de espesor igual a 16 cm formado por:
 - Una capa de hormigón celular de 14 cm de espesor.
 - Una capa de regularización de 2 cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante.
- Una capa de impermeabilización formada por:
 - Una capa de imprimación bituminosa a base de una emulsión ligera de 1 mm de espesor.
 - Dos membranas impermeables de espesor igual a 3 mm cada una. La membrana inferior es tipo LBM-30-FP bituminosa modificada con elastómero SBS y capa de terminación totalmente adherida a la siguiente que es tipo LBM-40-FP de betún modificado con elastómeros SBS, autoprotégida con gránulos coloreados.
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de aislamiento térmico/acústico de 40 mm de espesor formada por panel de lana mineral (MW).
- Una capa separadora formada por una lámina de geotextil tipo FP-120 g/m² de 2 mm de espesor.
- Una capa de medio de cultivo a base de tierra vegetal arenosa con un espesor de 20 cm.
- Una capa de vegetación formada por plantas de tipo herbáceo y arbustivo.

Ejecución

Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

Para la construcción de la capa de formación de pendientes debe quedar garantizada la limpieza y preparación de la superficie soporte, el replanteo de las pendientes y trazado de limatezas, limahoyas y juntas. Una vez esto ha ocurrido se procede al vertido y regleado del hormigón celular hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras y posteriormente al vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

Antes de la instalación de la capa de impermeabilización la superficie sobre la que se instala debe estar libre de fierros y elementos que puedan punzonar la membrana. Se recomienda dejar curar el hormigón al menos durante 28 días antes de colocar la membrana impermeabilizante. La superficie de la formación de pendientes no puede tener membranas de curado ni cualquier otro producto que pueda interferir con la correcta adherencia de la membrana. Una vez verificados los requerimientos previos la primera lámina se extiende sobre la superficie ya preparada siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. Debe tener un traslapeo mínimo de 5 ó 10 cm según tipo de fijación, tanto longitudinal como transversalmente. Este traslapeo se limpia y se suelda por fusión con aire caliente, presionando en seguida con un rodillo de caucho sintético. Cualquier poro o rasgadura es fácilmente reparada con un trozo de lámina superpuesto y soldado. Una vez concluida la unión debe hacerse un riguroso control de la misma. Posteriormente se instala la segunda lámina de la misma manera.

La impermeabilización debe encontrarse perfectamente instalada antes de comenzar con la colocación de la capa separadora geotextil. Los solapamientos en las uniones entre láminas deben ser de mínimo 10 cm. Para su instalación se deben desplegar los rollos desde la parte más baja de la cubierta.

Para proceder a la colocación de la capa de aislamiento térmico/acústico se debe comprobar que la capa separadora está terminada correctamente. Se colocará la capa de aislamiento de forma que se cubra toda la superficie.

La siguiente capa separadora geotextil se colocará una vez finalizada la instalación de la capa de aislamiento térmico/acústico siguiendo las mismas indicaciones que para la capa separadora citada anteriormente.

Antes de colocar el medio de cultivo se debe verificar que la capa separadora está instalada correctamente. Los elementos de instalación deben estar limpios para evitar la contaminación con semillas de especies no deseadas. Se vierte el medio de cultivo sobre la superficie anterior al mismo. Después de colocar la mezcla del medio de crecimiento en la profundidad especificada, se debe revisar que no existan espacios menos compactados donde se pueda acumular más agua de lo necesario, para ello si es preciso se rellenan las áreas con más material de medio de crecimiento y se procede a compactar con rodillos. Repetir el proceso de compactación hasta que el espesor sea constante.

Una vez tenemos el medio de cultivo instalado adecuadamente se procede a la colocación de la vegetación en tepes tal y como se explica en el apartado 2.9 del presente pliego. Las plantas de tipo arbustivo y subarbustivo que se deseen colocar deberán plantarse en zonas en las que no coloquemos tepes de la forma que se describe en el ya citado apartado 2.9.

Medición y abono

La cubierta verde tipo B4 se abonará por metro cuadrado

4.7. Metro lineal de encuentro con paramento vertical.

Definición

Encuentro de paramento vertical con cubierta ajardinada con perfil de chapa de acero galvanizado de remate y protección de la impermeabilización formada por medio de: una banda de refuerzo, una lámina de betún modificado con elastómero SBS colocada sobre el soporte previamente imprimado con imprimación asfáltica y una banda de terminación con lámina de betún modificado con elastómero SBS. En este remate perimetral la banda de terminación debe remontar, como mínimo, 15 cm por encima del acabado final de la cubierta.

Materiales

La unidad de obra consta de los siguientes materiales:

- Imprimación asfáltica tipo EA
- Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FP PE con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m² de superficie no protegida.
- Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP (150) con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m², con autoprotección mineral.
- Perfil de chapa de acero galvanizado, para encuentros de la impermeabilización con paramentos verticales.

Ejecución

Antes de la ejecución de la unidad de obra se debe comprobar que la superficie de soporte es uniforme y plana, está limpia y carece de restos de obra.

Se deben seguir las siguientes fases de ejecución: en primer lugar se realiza la limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la lámina asfáltica. Posteriormente se aplica la emulsión asfáltica. Colocación de la banda de refuerzo. Colocación de la banda de terminación. Replanteo de las piezas de rodapié. Corte de las piezas y formación de encajes en esquinas y rincones. Colocación del perfil metálico de rodapié. Aplicación del cordón de sellado entre el perfil y el muro.

Mientras la obra esté recién ejecutada debe protegerse frente a los golpes.

Medición y abono

El encuentro con paramento vertical en una cubierta ajardinada se abonará por metro lineal.

5. Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

5.1. Barrera contra vapor

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

5.2. Incompatibilidades de las capas de impermeabilización

Se evitará el contacto de las láminas de impermeabilización bituminosas, de plástico o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

No se utilizarán en la misma lámina materiales a base de betunes asfálticos y másticos de alquitrán modificado.

No se utilizará en la misma lámina oxiasfalto con láminas de betún plastómero (APP) que no sean específicamente compatibles con ellas.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y betunes asfálticos, salvo que el PVC esté especialmente formulado para ser compatible con el asfalto.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno o las espumas rígidas de poliuretano.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, el sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice.

5.3. Capa separadora

Para la función de desolidarización se utilizarán productos no permeables a la lechada de morteros y hormigones.

Según el CTE DB HS 1 apartado 2.4.2, las cubiertas deben disponer de capa separadora en las siguientes situaciones: bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

6. Elementos singulares de la cubierta

6.1. Accesos y aberturas

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2.1.9, los que estén situados en un paramento vertical deberán realizarse de una de las formas siguientes:

- Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.
- Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo.

Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deberán realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho impermeabilizado de una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

6.2. Juntas de dilatación

Según el CTE DB HS, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán afectar a las distintas capas de la cubierta a partir de un elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas deberán ser romos, con un ángulo de 45º y la anchura de la junta será mayor de 3 cm.

La distancia entre las juntas de cubierta deberá ser como máximo 15 m.

El ancho de las juntas será mayor de 15 mm.

La junta se establecerá también alrededor de los elementos sobresalientes.

En las juntas deberá colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado deberá quedar enrasado con la superficie de la capa de protección.

6.3. Encuentro de la cubierta con un paramento vertical y puntos singulares emergentes

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.5.5.1.2, la impermeabilización deberá prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm, como mínimo, por encima de la protección de la cubierta. El encuentro debe realizarse redondeándose o achaflanándose. Los elementos pasantes deberán separarse 50 cm, como mínimo, de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Para que el agua de las precipitaciones no se filtre por el remate superior de la impermeabilización debe realizarse de alguna de las formas siguientes:

- Mediante roza de 3 x 3 cm como mínimo, en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel.
- Mediante un retranqueo con una profundidad mayor que 5 cm, y cuya altura por encima de la protección de la cubierta sea mayor de 20 cm.
- Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior.

Cuando se trate de cubiertas transitables, además de lo dicho anteriormente, la lámina quedará protegida de la intemperie en su entrega a los paramentos o puntos singulares, con banda de terminación autoprotégida, y del tránsito por un zócalo.

6.4. Encuentro de la cubierta con el borde lateral

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.3, deberá realizarse prolongando la impermeabilización 5 cm, como mínimo, sobre el frente del alero o el paramento o disponiendo un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm.

6.5. Rebosaderos

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.5, en las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, se dispondrán rebosaderos cuando exista una sola bajante en la cubierta, cuando se prevea que si se obtura una bajante, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes o cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad.

El rebosadero deberá disponerse a una altura intermedia entre el punto más bajo y el más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical. El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse de una pendiente favorable a la evacuación.

6.6. Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.6, el anclaje de elementos deberá realizarse de una de las formas siguientes:

- Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización.
- Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con los elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma

6.7. Rincones y esquinas

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.8, deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de cubierta.

7. Ensayos y pruebas

La prueba de servicio para comprobar su estanquidad, consistirá en una inundación de la cubierta hasta alcanzar, al menos, un nivel de 2 cm por encima de cualquier punto de la superficie de ésta en la unidad de inspección a probar.

Cuando la unidad de inspección a probar no es completamente inundable, pero sí en más de un 80% de su superficie, se utilizará el riego como complemento. También será aplicable cuando la unidad de inspección incluya puntos singulares no sumergidos durante las pruebas efectuadas mediante inundación parcial o completa. El área no sumergida de la cubierta y/o los puntos singulares no sumergidos se probarán mediante riego continuo.

8. Conservación y mantenimiento

Una vez acabada la cubierta, no se recibirán elementos sobre ella que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas o mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

9. Disposiciones finales

9.1 De carácter reglamentario

En todo aquello que se no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá a lo dispuesto por la Normativa vigente, con rango jurídico superior.

Se establecen los siguientes documentos como carácter reglamentario:

1. Los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares que haya de regir el contrato de las obras.
2. Se establece la vigencia del Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960, con carácter subsidiario o supletorio.
3. En caso de omisión o de aparente contradicción, tendrán preferencia los documentos siguientes, relacionados por orden de prelación:

Planos: 1º los de detalle. 2º los de conjunto

Presupuesto: 1º Precios. 2º Mediciones

Pliego

Memoria

Será obligatorio por parte de la Dirección Facultativa, el establecimiento de un Programa de Trabajo, donde será necesaria la elaboración de un informe mensual sobre el estado de las obras, incidencias y número de visitas realizadas a las mismas

9.2 Materiales o unidades no descritas en el presente pliego

Todo el material no expresado en este Pliego y que haya que emplear en obra se regirá por las NTE del Instituto Nacional para la Calidad de la Edificación, y todos ellos se someterán previamente a la aceptación de la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, el examen y aprobación de los materiales no supone recepción de ellos, puesto que la responsabilidad del adjudicatario no termina hasta la recepción definitiva de las obras.

A falta de especificación de este Pliego, se regirá por lo estipulado en el Pliego General de la Edificación compuesto por el Centro de Estudios de la Edificación siendo la Dirección Facultativa la única que interpretará el mismo.

9.3 Vicios ocultos

Si la Dirección Facultativa tuviese fundadas sospechas para creer en la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas podrá ordenar las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que pudieran estar defectuosos.

9.4 Pruebas previstas para la recepción

Pruebas para la recepción. Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obras, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la dirección rechace, dentro de un plazo de 30 días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección Facultativa, las cuales se conservarán para efectuar en su día la comparación o cotejo con los que se empleen en la obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuados por cuenta de la contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear, y en cualquier caso, las señaladas en las reglamentaciones vigentes.

9.5 Condiciones generales de recepción de los productos

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

CTE Art. 7.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1
- b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2
- c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

CTE Art. 7.2.1. Control de la documentación de los suministros.

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

CTE Art. 7.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.

Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

CTE Art. 7.2.3. Control de recepción mediante ensayos.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas. El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

DOCUMENTO Nº 4.

PRESUPUESTO

Contenido

Mediciones complementarias	203
Cuadro de precios nº 1.....	206
Cuadro de precios nº 2.....	219
Resumen	234

Mediciones complementarias

Se presentan a continuación los precios de la flora que de la que se ha encontrado disponibilidad en Cantabria. Estos importes han sido obtenidos en base a la información proporcionada por los viveros Sánchez y Tortadés.

Para la elección de los precios de la flora de las cubiertas intensivas (vegetación plantas pequeñas, vegetación plantas medias), incluidas en los siguientes apartados de este presupuesto, se ha hecho la media de los precios de las plantas pequeñas para el primer caso y la de las plantas de porte medio para el segundo.

Los precios obtenidos son los siguientes:

Nombre científico	Nombre común	Presentación	Talla (mm)	Precio en productor (€)	Precio al por menor (€)
Arbutus unedo	Madroño	C.3		4	8,4
		C.7		8,5	17,85
		C.	10/15	110	231
		C.	15/20	130	273
		C.	20/25	155	325,5
		C.	25/30	180	378
		C.	30/35	210	441
		C.	35/40	240	504
		C.	40/45	320	672
		C.	45/50	395	829,5
		C.	50/60	460	966
Cornus sanguínea	Cornejo	S. 1/0	25/50		
		S.1/1	50/80		
Corylus avellana	Avellano	S. 1/0	15/30		
		S.1/1	30/50		
Crataegus monogyna	Espino albar	S. 1/0	20/40		
		S.1/1	40/60		
		S.1/1	60/100		
Erica arborea	Brezo	C. 0,5		2,5	5,25
		C. 2		3,5	7,35
Erica cinerea	Brezo	C. 0,5		2,5	5,25
		C. 2		3,5	7,35
Erica tetralix	Brezo	C. 0,5		2,5	5,25
		C. 2		3,5	7,35
Erica umbellata	Brezo	C. 0,5		2,5	5,25
		C. 2		3,5	7,35
Erica vagans	Brezo	C. 0,5		2,5	5,25
		C. 2		3,5	7,35
Euonymus europaeus	Bonetero	S. 1/0	20/40		
Ilex aquifolium	Acebo	M.9		1	2,1

Documento nº 4. Presupuesto

		C.2		3,2	6,72
		C.3		3,5	7,35
		C.7		10	21
Prunus avium	Cerezo silvestre	S. 1/0	40/60		
		S.1/1	60/100		
		CEP	10//12	25	52,5
		CEP	12//14	30	63
		CEP	14//16	35	73,5
		CEP	16//18	40	84
		CEP	18/20	45	94,5
		CEP	20/25	50	105
		CEP	25/30	55	115,5
Prunus spinosa	Endrino o Pacharán	S. 1/0	30/50		
		C.2		3	6,3
Salix alba	Sauce	S.0/1	60/100		
		S.0/1	100/150		
		C.	12//14	22	46,2
		R.D.	20/25	25	52,5
		R.D.	25/30	30	63
		R.D.	30/35	35	73,5
Salix caprea	Sauce cabruno	S.0/1	60/100		
		S.0/1	90/120		
Salix eleagnos	Sauce	S.0/1	60/100		
Vaccinium myrtillus	Arándano	C.2		4	8,4
Rhamnus alaternus	Alatierno	C.17	30/60	2,4	5,04
Cytisus scoparius	Piorno	C.	30/50	2,6	5,46
Laurus nobilis (formación tronco-bola)	Laurel	C.25	50/75	28	58,8
		C.30	75/100	49	102,9
		C.30	100/120	56	117,6
		C.45	100/120	63	132,3
Laurus nobilis (formación esférica)	Laurel	C.30		18,2	38,22
		C.35		40,6	85,26
		C.70		98	205,8
		C.90		133	279,3
		Cubo		154	323,4
Laurus nobilis (formación piramidal)	Laurel	C.30	90/100	28	58,8
		C.30	100/125	35	73,5
		C.40	125/150	49	102,9

Documento nº 4. Presupuesto

		C.45	150/175	70	147
		C.45	175/200	98	205,8
		C.55	175/200	133	279,3
		C.55	200/250	175	367,5
Calluna vulgaris	Brezina	C. 0,5		2,5	5,25
		C.2		3,5	7,35
Juniperus comunis	Enebro	M.9		1	2,1
		C.7	50/60	7,5	15,75
		C.7	60/80	9	18,9

Leyenda:

C. Container

C.7 (Capacidad en litros)

S. Semilla

M. Maceta

Cuadro de precios nº 1

01	1	Cubierta tipo A1		
01.01	01	Formación de pendientes		
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular	51,33
			CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo	125,54
			CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4	0,13
			TRECE CÉNTIMOS	
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7	0,16
			DIECISEIS CÉNTIMOS	
01.02	02	Impermeabilización monocapa		
01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED	1,26
			UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE	9,80
			NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	
01.03	0012	m3	Tierra vegetal arenosa	6,54
			SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.04	0019	m2	Vegetación en tepes	3,60
			TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	
01.05	0001	h	Oficial 1ª construcción	22,91
			VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
01.06	0002	h	Peón especializado construcción	22,29
			VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
01.07	0014		Costes directos complementarios	78,66
			SETENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

02	2	Cubierta tipo A2		
02.01	01	Formación de pendientes		
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4 TRECE CÉNTIMOS	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7 DIECISEIS CÉNTIMOS	0,16
02.02	03	Impermeabilización multicapa		
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	1,26
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	9,80
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1 SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	7,71
02.03	0012	m3	Tierra vegetal arenosa SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	6,54
02.04	0019	m2	Vegetación en tepes TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	3,60
02.05	0001	h	Oficial 1ª construcción VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	22,91
02.06	0002	h	Peón especializado construcción VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	22,29
02.07	0014		Costes directos complementarios OCHENTA Y OCHO EUROS CON DOS CÉNTIMOS	88,02

03 **3** **Cubierta tipo B1**
 Documento nº 4. Presupuesto

03.01 **01** **Formación de pendientes**

01.01.01	0010	m3	Hormigón celular	51,33
			CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo	125,54
			CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4	0,13
			TRECE CÉNTIMOS	
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7	0,16
			DIECISEIS CÉNTIMOS	

03.02 **02** **Impermeabilización monocapa**

01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ío negra tipo ED	1,26
			UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE	9,80
			NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	
03.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2	0,60
			SESENTA CÉNTIMOS	
03.04	0012	m3	Tierra vegetal arenosa	6,54
			SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
03.05	0019	m2	Vegetación en tepes	3,60
			TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	
03.06	0020	u	Vegetación plantas pequeñas	28,96
			VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
03.07	0021	u	Vegetación plantas medias	322,93
			TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
03.08	0001	h	Oficial 1ª construcción	22,91
			VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
03.09	0002	h	Peón especializado construcción	22,29
			VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

03.10	0014	Costes directos complementarios	217,19
		DOSCIENTOS DIECISIETE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

04	4	Cubierta tipo B2		
04.01	01	Formación de pendientes		
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular	51,33
			CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo	125,54
			CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4	0,13
			TRECE CÉNTIMOS	
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7	0,16
			DIECISEIS CÉNTIMOS	
04.02	03	Impermeabilización multicapa		
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED	1,26
			UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE	9,80
			NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1	7,71
			SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
04.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2	0,60
			SESENTA CÉNTIMOS	
04.04	0012	m3	Tierra vegetal arenosa	6,54
			SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
04.05	0021	u	Vegetación plantas medias	322,93
			TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
04.06	0020	u	Vegetación plantas pequeñas	28,96
			VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
04.07	0019	m2	Vegetación en tepes	3,60
			TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

04.08	0001	h	Oficial 1ª construcción	22,91
			VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
04.09	0002	h	Peón especializado construcción	22,29
			VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
04.10	0014		Costes directos complementarios	226,19
			DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

05	5	Cubierta tipo B3		
05.01	01	Formación de pendientes		
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular	51,33
			CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo	125,54
			CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4	0,13
			TRECE CÉNTIMOS	
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7	0,16
			DIECISEIS CÉNTIMOS	
05.02	02	Impermeabilización monocapa		
01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED	1,26
			UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE	9,80
			NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	
05.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2	0,60
			SESENTA CÉNTIMOS	
05.04	0015	m2	Aislamiento cubierta MW 0,039 e(40mm)	14,95
			CATORCE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
05.05	0012	m3	Tierra vegetal arenosa	6,54
			SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
05.06	0019	m2	Vegetación en tepes	3,60
			TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	
05.07	0020	u	Vegetación plantas pequeñas	28,96
			VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.08	0021	u	Vegetación plantas medias	322,93
			TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

05.09	0001	h	Oficial 1ª construcción	22,91
			VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
05.10	0002	h	Peón especializado construcción	22,29
			VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
05.11	0014		Costes directos complementarios	233,55
			DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

06	6	Cubierta tipo B4		
06.01	01	Formación de pendientes		
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular	51,33
			CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo	125,54
			CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4	0,13
			TRECE CÉNTIMOS	
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7	0,16
			DIECISEIS CÉNTIMOS	
06.02	03	Impermeabilización multicapa		
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED	1,26
			UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE	9,80
			NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1	7,71
			SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
06.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2	0,60
			SESENTA CÉNTIMOS	
06.04	0015	m2	Aislamiento cubierta MW 0,039 e(40mm)	14,95
			CATORCE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.05	0012	m3	Tierra vegetal arenosa	6,54
			SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
06.06	0021	u	Vegetación plantas medias	322,93
			TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.07	0020	u	Vegetación plantas pequeñas	28,96
			VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

06.08	0019	m2	Vegetación en tepes	3,60
			TRES EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS	
06.09	0001	h	Oficial 1ª construcción	22,91
			VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
06.10	0002	h	Peón especializado construcción	22,29
			VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
06.11	0014		Costes directos complementarios	242,91
			DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	

Documento nº 4. Presupuesto

07	7	Encuentro con paramento vertical		
07.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	1,26
07.02	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1 SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	7,71
07.03	0022	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-50/G-FP OCHO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	8,56
07.04	0023	m	Perfil de chapa de acero galvanizado UN EURO CON DIEZ CÉNTIMOS	1,10
07.05	0024	u	Cartucho de masilla de poliuretano (310 cm3) CINCO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS	5,08
07.06	0001	h	Oficial 1ª construcción VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	22,91
07.07	0002	h	Peón especializado construcción VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	22,29
07.08	0014		Costes directos complementarios VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	21,92

Documento nº 4. Presupuesto

08	8	Encuentro con junta de dilatación		
08.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	1,26
08.02	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1 SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	7,71
08.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1 SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	7,71
08.04	0025	u	Fondo de juntas para sellado TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	0,37
08.05	0022	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-50/G-FP OCHO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	8,56
08.06	0001	h	Oficial 1ª construcción VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	22,91
08.07	0002	h	Peón especializado construcción VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	22,29
08.08	0014		Costes directos complementarios DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	18,76

Documento nº 4. Presupuesto

09	9	Encuentro con sumidero		
09.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ío negra tipo ED UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	1,26
09.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE NUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS	9,80
09.03	0026	u	Sumidero de caucho EPDM VEINTE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS	20,26
09.04	0001	h	Oficial 1ª construcción VEINTIDOS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	22,91
09.05	0002	h	Peón especializado construcción VEINTIDOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS	22,29
09.06	0027	h	Oficial 1ª Fontanero VEINTITRES EUROS	23,00

Santander, julio de 2014



Gloria O. Rodríguez-Parets Maleras

Cuadro de precios nº 2

01	1	Cubierta tipo A1			
01.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
01.02	02	Impermeabilización monocapa			
01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ío negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
01.03	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54
01.04	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60
01.05	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
01.06	0002	h	Peón especializado construcción		

Documento nº 4. Presupuesto

Coste Total 22,29

01.07 0014 Costes directos complementarios

Documento nº 4. Presupuesto

02	2	Cubierta tipo A2			
02.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
02.02	03	Impermeabilización multicapa			
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1		
				Coste Total	7,71
02.03	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54
02.04	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60
02.05	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91

Documento nº 4. Presupuesto

02.06 0002 h Peón especializado construcción

Coste Total 22,29

02.07 0014 Costes directos complementarios

Documento nº 4. Presupuesto

03	3	Cubierta tipo B1			
03.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
03.02	02	Impermeabilización monocapa			
01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
03.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2		
				Coste Total	0,60
03.04	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54
03.05	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60
03.06	0020	u	Vegetación plantas pequeñas		
				Coste Total	28,96

Documento nº 4. Presupuesto

03.07	0021	u	Vegetación plantas medias		
				Coste Total	322,93
03.08	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
03.09	0002	h	Peón especializado construcción		
				Coste Total	22,29
03.10	0014		Costes directos complementarios		

Documento nº 4. Presupuesto

04	4	Cubierta tipo B2			
04.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
04.02	03	Impermeabilización multicapa			
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1		
				Coste Total	7,71
04.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2		
				Coste Total	0,60
04.04	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54
04.05	0021	u	Vegetación plantas medias		
				Coste Total	322,93

Documento nº 4. Presupuesto

04.06	0020	u	Vegetación plantas pequeñas		
				Coste Total	28,96
04.07	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60
04.08	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
04.09	0002	h	Peón especializado construcción		
				Coste Total	22,29
04.10	0014		Costes directos complementarios		

Documento nº 4. Presupuesto

05	5	Cubierta tipo B3			
05.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
05.02	02	Impermeabilización monocapa			
01.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/ro negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
01.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
05.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2		
				Coste Total	0,60
05.04	0015	m2	Aislamiento cubierta MW 0,039 e(40mm)		
				Coste Total	14,95
05.05	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54
05.06	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60

Documento nº 4. Presupuesto

05.07	0020	u	Vegetación plantas pequeñas		
				Coste Total	28,96
05.08	0021	u	Vegetación plantas medias		
				Coste Total	322,93
05.09	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
05.10	0002	h	Peón especializado construcción		
				Coste Total	22,29
05.11	0014		Costes directos complementarios		

Documento nº 4. Presupuesto

06	6	Cubierta tipo B4			
06.01	01	Formación de pendientes			
01.01.01	0010	m3	Hormigón celular		
				Coste Total	51,33
01.01.02	0013	m3	Mortero hidrófugo		
				Coste Total	125,54
01.01.03	0016	u	Ladrillo hueco sencillo 24x11,5x4		
				Coste Total	0,13
01.01.04	0017	u	Ladrillo hueco db 24x11,5x7		
				Coste Total	0,16
06.02	03	Impermeabilización multicapa			
02.02.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/lo negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
02.02.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
02.02.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1		
				Coste Total	7,71
06.03	0006	m2	Geotextil FP-120 g/m2		
				Coste Total	0,60
06.04	0015	m2	Aislamiento cubierta MW 0,039 e(40mm)		
				Coste Total	14,95
06.05	0012	m3	Tierra vegetal arenosa		
				Coste Total	6,54

Documento nº 4. Presupuesto

06.06	0021	u	Vegetación plantas medias		
				Coste Total	322,93
06.07	0020	u	Vegetación plantas pequeñas		
				Coste Total	28,96
06.08	0019	m2	Vegetación en tepes		
				Coste Total	3,60
06.09	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
06.10	0002	h	Peón especializado construcción		
				Coste Total	22,29
06.11	0014		Costes directos complementarios		

Documento nº 4. Presupuesto

07	7	Encuentro con paramento vertical		
07.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/lo negra tipo ED	
				Coste Total 1,26
07.02	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1	
				Coste Total 7,71
07.03	0022	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-50/G-FP	
				Coste Total 8,56
07.04	0023	m	Perfil de chapa de acero galvanizado	
				Coste Total 1,10
07.05	0024	u	Cartucho de masilla de poliuretano (310 cm3)	
				Coste Total 5,08
07.06	0001	h	Oficial 1ª construcción	
				Coste Total 22,91
07.07	0002	h	Peón especializado construcción	
				Coste Total 22,29
07.08	0014		Costes directos complementarios	

Documento nº 4. Presupuesto

08	8	Encuentro con junta de dilatación		
08.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/lo negra tipo ED	
				Coste Total 1,26
08.02	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1	
				Coste Total 7,71
08.03	0018		Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE1	
				Coste Total 7,71
08.04	0025	u	Fondo de juntas para sellado	
				Coste Total 0,37
08.05	0022	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-50/G-FP	
				Coste Total 8,56
08.06	0001	h	Oficial 1ª construcción	
				Coste Total 22,91
08.07	0002	h	Peón especializado construcción	
				Coste Total 22,29
08.08	0014		Costes directos complementarios	

Documento nº 4. Presupuesto

09	9	Encuentro con sumidero			
09.01	0003	kg	Emulsión bituminosa n/lo negra tipo ED		
				Coste Total	1,26
09.02	0005	m2	Lámina bituminosa LBM(SBS)-40-FP PE		
				Coste Total	9,80
09.03	0026	u	Sumidero de caucho EPDM		
				Coste Total	20,26
09.04	0001	h	Oficial 1ª construcción		
				Coste Total	22,91
09.05	0002	h	Peón especializado construcción		
				Coste Total	22,29
09.06	0027	h	Oficial 1ª Fontanero		
				Coste Total	23,00

Santander, julio de 2014



Gloria O. Rodríguez-Parets Maleras

Resumen

Como apartado final del presente Presupuesto se aporta un resumen con los precios unitarios de cada una de las cubiertas verdes que se proponen en el *Catálogo de cubiertas verdes para Cantabria* de este TFG.

M2 de cubierta tipo A1 80,23 €/m²

El m² de cubierta tipo A1 consiste en un metro cuadrado de cubierta extensiva con membrana de impermeabilización monocapa.

M2 de cubierta tipo A2 89,78 €/m²

El m² de cubierta tipo A2 es un metro cuadrado de cubierta extensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

M2 de cubierta tipo B1 221,53 €/m²

El m² de cubierta tipo B1 está formado por un metro cuadrado de cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización monocapa.

M2 de cubierta tipo B2 230,71 €/m²

El m² de cubierta tipo B2 consiste en un metro cuadrado de cubierta intensiva tradicional con membrana de impermeabilización multicapa.

M2 de cubierta tipo B3 238,22 €/m²

El m² de cubierta tipo B3 lo forma un metro cuadrado de cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización monocapa.

M2 de cubierta tipo B4 247,77 €/m²

El m² de cubierta tipo B4 está constituido por un metro cuadrado de cubierta intensiva invertida con membrana de impermeabilización multicapa.

Santander, julio de 2014



Gloria O. Rodríguez-Parets Maleras