

UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE DE FINAL DE GRAU



Coberta vegetal extensiva (singulargreen.com)

ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ



UNIVERSITAT
JAUME I **25** ANYS
DES DE 1991

AUTOR: EMILIO SALES VENTURA
DIRECTORES: MARTA BRAULIO GONZALO
LUCÍA REIG CERDÁ
CURS: 2015/2016

<<L'arquitecte del futur es basarà en la imitació de la naturalesa, perquè és la forma més racional, duradora i econòmica de tots els mètodes.>>



Antoni Gaudí i Cornet, Arquitecte (1852 – 1926)



ÍNDEX DE CONTINGUTS

I.	INTRODUCCIÓ AL PFG.....	4
1.	CONTEXT.....	5
2.	DADES DEL PROJECTE FINAL DE GRAU.....	5
3.	OBJECTIUS DEL PROJECTE FINAL DE GRAU.....	5
4.	DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE FINAL DE GRAU.....	6
II.	ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS.....	7
5.	INTRODUCCIÓ.....	8
6.	EVOLUCIÓ HISTÒRICA.....	9
7.	CLASSIFICACIÓ.....	17
8.	COMPONENTS DEL SISTEMA.....	21
9.	SOLUCIÓ CONSTRUCTIVA I ANÀLISI NORMATIU.....	44
10.	MANTENIMENT DE LA COBERTA VEGETAL EXTENSIVA.....	50
11.	BENEFICIS DE LES COBERTES VEGETALS.....	51
12.	COMPORAMENT ENERGÈTIC.....	68
13.	ANÀLISI ECONÒMIC.....	82
14.	NORMATIVA ESTRANGERA D'EXEMPLE.....	87
III.	CONCLUSIÓ.....	91
15.	CONCLUSIONS.....	92
IV.	ANNEXOS.....	93
16.	ANNEX I – BIBLIOGRAFIA I FONTS CONSULTADES.....	94
17.	ANNEX II - DETALLS CONSTRUCTIUS.....	96
18.	ANNEX III - SELECCIÓ D'ESPÈCIES VEGETALS PER A LA C.V. EXTENSIVA.....	107
19.	ANNEX IV - GUIA CONSTRUCTIVA COBERTA PLANA, INVERTIDA, PROTECCIÓ VEGETAL EXTENSIVA.....	120



I. INTRODUCCIÓ AL PFG

1. CONTEXT

1.1. JUSTIFICACIÓ

El Projecte Final de Grau representa l'última etapa formativa de l'estudiantat de grau i, per tant, en aquest projecte l'alumne o l'alumna ha de realitzar una integració dels coneixements adquirits en les diferents matèries, per a donar-li un sentit global a aquestes.

Aquest treball pot ser tant de caràcter professional pràctic com d'investigació però, en qualsevol cas, ha d'incorporar una anàlisi i una visió personal de l'alumnat.

1.2. CONEIXEMENTS PREVIS RECOMANABLES

El pla d'estudis estableix com a condicionant per a la matrícula del PFG, haver superat el 80% dels ECTS de l'obligatorietat (matèries de formació bàsica i obligatòries) sense considerar-ne les matèries de l'Estada en Pràctiques i el Projecte Fi de Grau per al còmput d'aquest percentatge.

1.3. CONTINGUTS

Projecte de final de grau, consistent en un exercici d'integració dels continguts formatius rebuts i les competències adquirides.

1.4. TEMARI

No hi ha temari definit. El projecte consistirà en un treball integrador dels coneixements i competències adquirits per l'alumne o l'alumna al llarg dels seus estudis de grau.

Es consideraran temes de PFG tots els inclosos en les atribucions professionals de l'arquitecte tècnic i competències dels enginyers d'edificació:

- La documentació i anàlisi dels treballs de direcció, organització d'obra, gestió del procés, seguiment pressupostari, coordinació de seguretat i control de qualitat realitzats en l'Estada en Pràctiques.
- Els projectes i direcció d'obres, d'instal·lacions i explotacions continguts en les branques de l'edificació.
- Els projectes d'investigació i desenvolupament de materials, sistemes constructius o qualsevol tema relacionat amb l'edificació.
- Treballs d'investigació o de cooperació realitzats en programes d'intercanvi acadèmic amb unes altres universitats, espanyoles o estrangeres.
- La realització de projectes dins de l'àmbit de les atribucions de l'arquitecte tècnic i competències de l'enginyer d'edificació.

1.5. ESTRUCTURA

Crèdits	Hores presencials	Hores no presencials	Hores totals
12	12,5	287,5	300

2. DADES DEL PROJECTE FINAL DE GRAU

ALUMNE: Emilio Sales Ventura, al227355@uji.es

TUTORES: Marta Braulio Gonzalo (braulio@uji.es), Lucia Reig Cerdá (lreig@uji.es)

TÍTOL DEL PROJECTE FINAL DE GRAU: Estudi de les cobertes vegetals en l'edificació

3. OBJECTIUS DEL PROJECTE FINAL DE GRAU

3.1. OBJECTIUS GENERALS

- Adquirir coneixements d'un tema concret de forma autònoma.
- Aprendre tècniques de recerca d'informació de forma crítica i tècnica.
- Desenvolupar un treball/estudi/projecte de forma global i en tots els seus àmbits.

3.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS

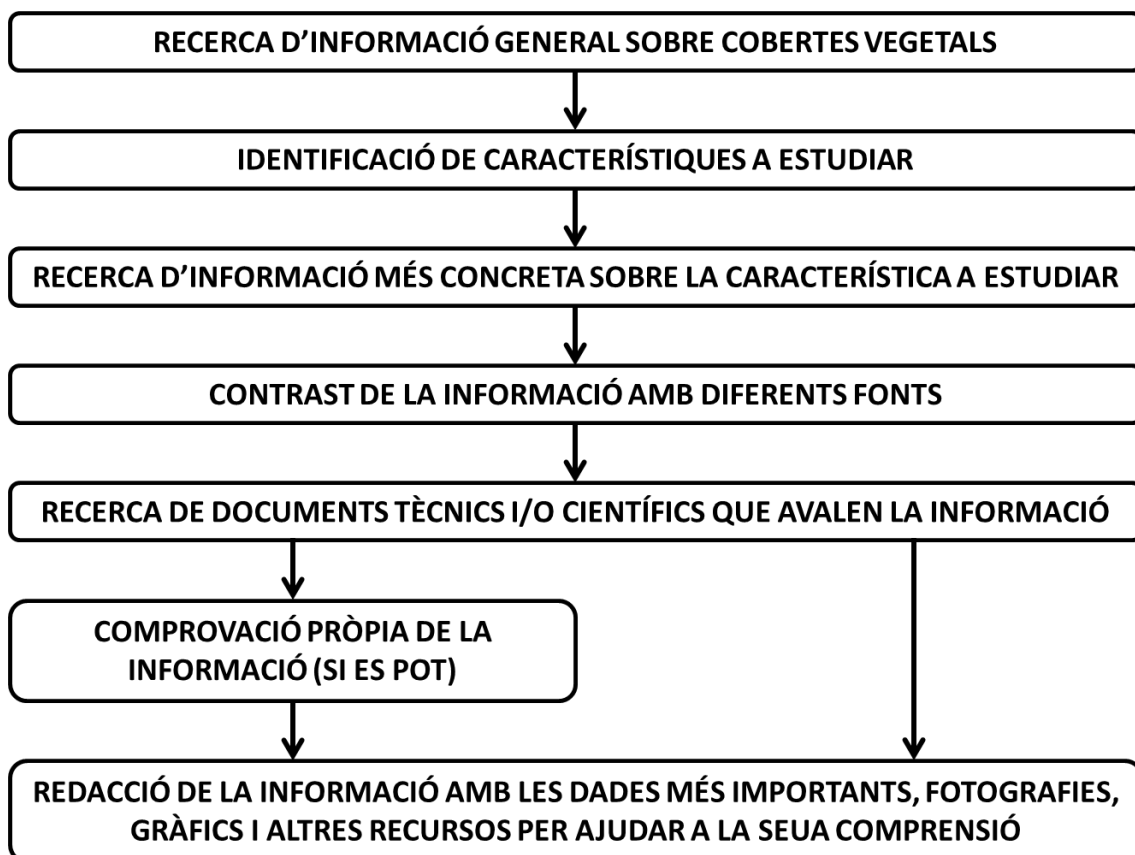
- Conèixer les característiques i tipus de les cobertes vegetals.
- Aprendre les diferents parts de què consta una coberta vegetal i les seues tipologies.
- Comprendre l'evolució històrica i conèixer l'origen de les cobertes vegetals.
- Estudiar una solució constructiva concreta i analitzar el compliment de la normativa.
- Analitzar els beneficis que aporta aquesta solució constructiva i en quin grau es poden aprofitar.
- Fer una valoració econòmica en relació al preu unitari i els beneficis aportats.
- Descobrir normativa estrangera relativa a cobertes vegetals i que poden ser aplicades a l'estat Espanyol.
- Realitzar detalls constructius per a comprendre el procés constructiu d'una coberta vegetal.
- Redactar una guia constructiva per a una coberta plana, invertida, amb acabat vegetal extensiu.

3.3. ALTRES OBJECTIUS

- Conèixer un tipus de coberta poc usual a la nostra societat i que comença a ser conegut i utilitzat.
- Adquirir coneixements no estudiats de forma profunda durant el grau, per tal d'ampliar coneixements.
- Crear uns coneixements diferenciadors per a la competència en el món laboral.
- Analitzar un tema que aporta una motivació personal.

4. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE FINAL DE GRAU

El Projecte Final de Grau anomenat «Estudi de les cobertes vegetals en l'edificació» és una visió global i alhora detallada sobre cobertes vegetals. S'ha seguit el següent procediment per a realitzar el projecte:





II. ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS

5. INTRODUCCIÓ

El tema escollit per a la realització del Projecte Final de Grau és l'estudi de les cobertes vegetals en l'edificació, és a dir, estudiar des de diferents punts de vista la tipologia constructiva de tancaments horitzontals superiors d'edificis que contenen elements vegetals vius de forma intencionada i controlada dins de certs paràmetres.

Es tracta de tindre una visió global del sistema i alhora conèixer diferents aspectes a fons de forma que es pugui arribar a comprendre quins són els factors més importants, els que ofereixen més variabilitat i els punts crítics que requereixen més atenció a l'hora de dissenyar, projectar, executar i mantenir una coberta vegetal.

Es tracta d'un tema proposat per l'alumne autor d'aquest estudi per tal de conèixer el potencial i idoneïtat d'aquesta solució constructiva de cara al futur mercat laboral.

5.1. DEFINICIONS

Les «cobertes amb plantes» sobre les que tracta aquest treball reben molts noms, és per això que cal consensuar una nomenclatura que aclarim a què ens estem referint abans d'entrar en matèria. A part de les moltes traduccions que podem trobar, en cada llengua hi ha diverses formes de referir-nos a les «cobertes amb plantes», per tant anem a fer un repàs dels principals noms, en valencià, castellà i anglés, amb una descripció de que es refereix per tal de seleccionar la més adient.

- Coberta vegetal / *Cubierta vegetal*: Aquest nom es pot confondre amb la denominació biològica de coberta vegetal que fa referència a "*Cubierta vegetal: Conjunto de vegetales que forman una capa protectora sobre la superficie del suelo, agua u otro medio que permita su desarrollo*". (infojardin.net)
- Coberta verda / *Cubierta, Techo o Azotea verde / Green roof*: Una *cubierta verde, techo verde, o azotea verde* és el sostre d'un edifici que està parcialment o totalment cobert de vegetació, siga en terra o en un medi de cultiu apropiat, amb una membrana impermeable. Pot incloure altres capes que serveixen per a drenatge i irrigació i com a barrera per a les arrels. No es refereix a sostres de color verd, com els de teules d'aquest color ni tampoc a sostres amb jardins en testos. Es refereix en canvi a tecnologies usades en els sostres per a millorar l'hàbitat o estalviar consum d'energia, és a dir tecnologies que compleixen una funció ecològica. El terme sostre verd també s'usa per a indicar altres tecnologies "verdes", com ara panells solars o mòduls fotovoltaics. (dearkitectura.blogspot.com)
- Coberta ecològica / *Cubierta ecológica*: S'anomena coberta ecològica a aquella coberta que té una capa vegetal de pocs centímetres (> de 10 cm.), amb plantes de baix port i manteniment (autòctones), amb proveïment d'aigua i substàncies nutritives per processos naturals, s'entén per tant com un subtipus de "coberta amb plantes". (integralgarden.com)
- Coberta enjardinada / *Cubierta ajardinada*: S'anomena coberta enjardinada a la coberta en la qual la capa exterior de cobertura l'ocupa un substrat de major gruix que alberga espècies vegetals de major mida i més manteniment. S'entén, per tant, també com un subtipus de "coberta amb plantes". (construmatica.com)

Una volta vistes totes les definicions, ens decidim per la nomenclatura de **coberta vegetal**, ja que és la més amplia i que no es pot confondre amb altres definicions dins del camp de l'edificació. No elegim la de coberta verda per poder confondre's en aquelles simplement d'eixe color o les que tenen tecnologies d'energies renovables. Les cobertes ecològiques i enjardinades les entenem com tipus de cobertes vegetals, com veurem més endavant. Per tant, dins del context d'aquest treball entendrem «coberta vegetal» com:

Superfície superior del tancament d'un espai, habitable o no, preparada per a albergar espècies vegetals i podent ser utilitzada per a l'ús humà ja siga com a terrassa, pati, zona d'entreteniment, zona de jocs, etc.

6. EVOLUCIÓ HISTÒRICA

La coberta vegetal té els seus inicis a la prehistòria, encara que les bases constructives del que avui coneixem com coberta vegetal es van assentar a l'Alemanya del segle XIX, molt abans hi ha importants exemples i diverses formes de construcció d'aquesta tipologia de coberta cada volta més comuna.

6.1. PRIMERS EXEMPLES A LA PREHISTÒRIA

Les primeres construccions en què podem trobar restes de cobertes vegetals daten de l'època del Neolític (3500 aC) i es tractava d'edificacions funeràries. Són construccions conegudes com a "Tombes de corredor" degut a que consistien en un estret passadís de grans pedres (ortostats) i una o diverses cambres funeràries cobertes de terra. Com no eren habitables, la impermeabilització del suport no era una necessitat pel que solament comptaven amb una base estructural (pedra) i una capa de substrat. Els dos exemples més famosos són *Newgrange* a Irlanda i la tomba de corredor d'*Anglesey*, a Gal·les.



Figures 6.1 i 6.2 (urbanarbolismo.es ; www.pinterest.com) Fotografia de *Newgrange* i esquema gràfic de la secció, on es veuen les lloses horitzontals que suporten el substrat.



Figures 6.3 i 6.4 (urbanarbolismo.es ; 123rf.com) Imatge exterior i interior de la tomba corredor en *Anglesey*, Gales.

6.2. LES COBERTES VEGETALS A L'EDAT ANTIGA.

Gràcies a diferents [gravats](#) que s'han conservat fins als nostres dies sabem que durant la civilització egípcia era una pràctica habitual plantar arbres a les terrasses de pedra dels temples. Lamentablement no s'ha conservat cap resta arqueològica que ens permeti conèixer el sistema constructiu.

L'exemple més popular de l'edat antiga són els coneguts com Jardins Penjants de Babilònia. Se sap de la seua existència gràcies a les descripcions d'antics historiadors grecs i romans i nombrosos pintors i artistes que han plasmat en els seus dibuixos diferents interpretacions.

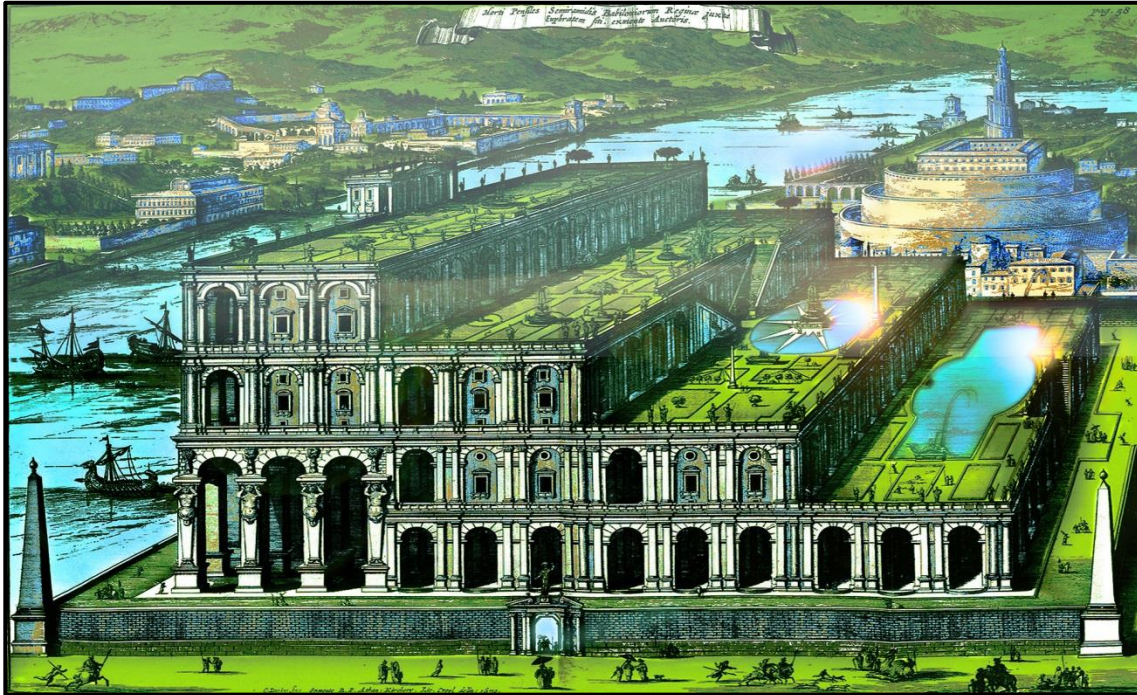
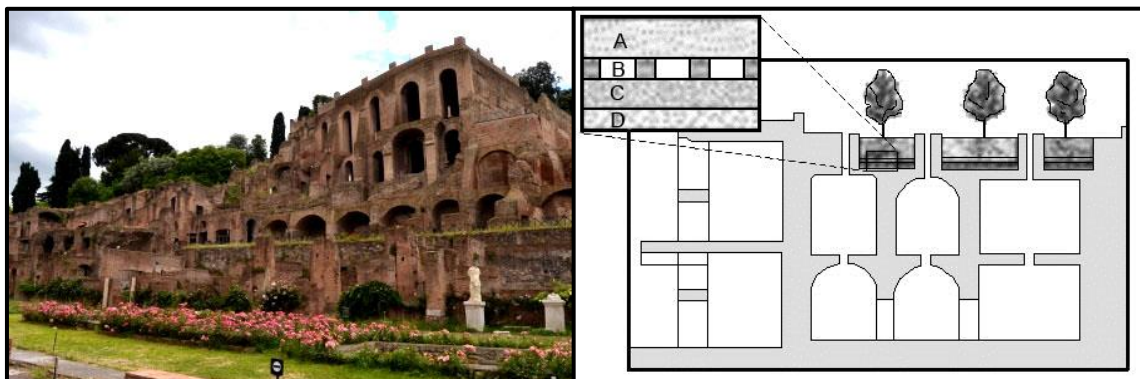


Figura 6. 5 (museosvirtuales.azc.uam.mx) Jardines colgantes de Babilonia - Concepto precursor e interpretación neoclásica.

La civilització Romana anomenava a aquest sistema de jardins plantats directament sobre l'estructura "*Horti pensiles*" que s'executaven per a espais habitables i formaven part de palaus i edificis on sí que es requeria un cert nivell d'impermeabilització. L'evolució dels "*Horti pensiles*" va ser possible gràcies a la construcció d'una gruixuda capa de morter piconat fet de trossos de ceràmica, sorra i calç o pedra calcària finament mòlta, que es col·locava sobre l'estructura. Aquest morter rebia el nom de "*cocciopesto*" o "*opus signinum*", i es caracteritzava per la seua impermeabilitat una vegada que enduria.

Una de les edificacions de l'època on apareix aquesta solució és el Palau del emperador Tiberi (*Domus Tiberiana*) a Roma. La coberta està formada per una capa de 33 cm de "*cocciopesto*" sobre una estructura voltada sobre la qual s'eleven, sobre suports, plaques de ceràmica, donant lloc a una càmera d'aire que permetia millorar l'estanquitat de la solució i evitar que les arrels de les plantes danyessin l'estructura.



Figures 6.6 i 6.7 (atenea-nike.webnode.es ; www.urbanarbolismo.es) La Casa de Tiberi situada en el pujol Palatina i Reconstrucció del *Domus Tiberiana*: A: Substrat; B: Càmera d'aire; C: "*cocciopesto*"; D: Estructura

6.3. CONSTRUCCIONS A EUROPA A L'EDAT MITJANA.

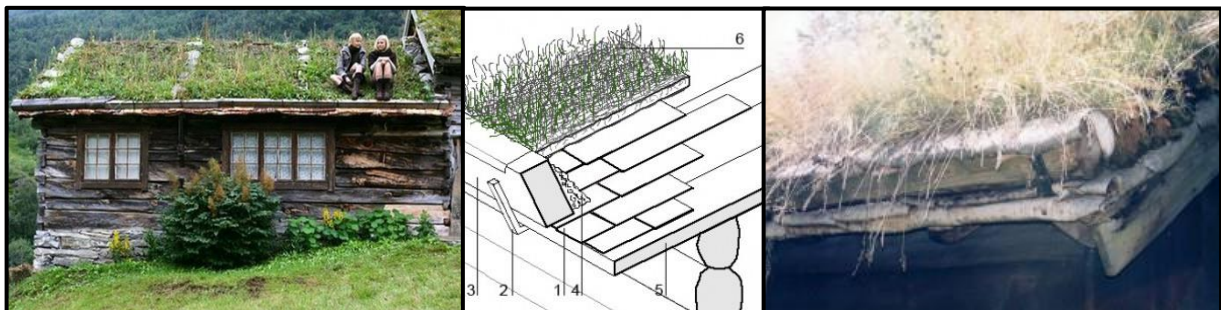
Als Països Escandinaus, Islàndia i les Illes Fèroe, les cobertes vegetals han estat una construcció habitual des de l'edat mitjana amb sistemes acabats amb pans de gespa que permetien un millor condicionament tèrmic a l'interior dels habitatges. Mentre que a Europa, durant l'Edat Mitjana i el Renaixement, les cobertes només van ser construïdes per la classe alta i el clergat.



Figura 6.8 (www.tuscany-villas.es) Coberta de la Torre Guinigi (Lucca, Itàlia) construïda al 1834 i a la que es va afegir en els s.XIII o XIV una coberta vegetal amb set roures. La torre i la coberta són visitables pels turistes.
Imatge 360º: www.hvweb.net

Les construccions dels vikings, on s'utilitzava torba en les seues cobertes i a les seues parets per impermeabilitzar l'interior de l'habitatge i evitar les fuites de temperatures han revelat certes regularitats en les diferents tipologies, amb solucions que encara avui dia es consideren vàlides. És per això que aquests sistemes constructius són considerats com els prototips de les cobertes vegetals modernes.

En el cas dels Països Bàltics les diferents capes es recolzaven sobre una estructura de taulons de fusta en pendent (entre 22° i 44°, ja que una inclinació inferior no tindria la capacitat d'evacuació d'aigua i una inclinació major podria provocar el lliscament de les capes superiors) i es col·locaven sobre aquestes peces d'escorça de bedoll superposades. Sobre aquestes s'incorporava una capa de pans de gespa en posició inversa (fulles cap avall, arrels cap amunt) i immediatament una altra capa en posició habitual (el motiu d'aquesta col·locació és millorar la resistència a l'erosió, ja que després d'un any les arrels de la capa superior havien penetrat sobre la capa inferior donant lloc a un substrat compacte).



Figures 6.9 , 6.10 i 6.11 (blogspot.com ; www.urbanarbolismo.es ; www.urbanarbolismo.es) Coberta vegetal tradicional de Noruega, esquema constructiu amb 1-Escorça de Bedoll, 2-Ancoratge, 3-Tauler de fusta amb funció de peto, 4-Grava, 5-Taulers de fusta, base estructural de la coberta, 6-Tepe de gespa. Fotografia del sistema.

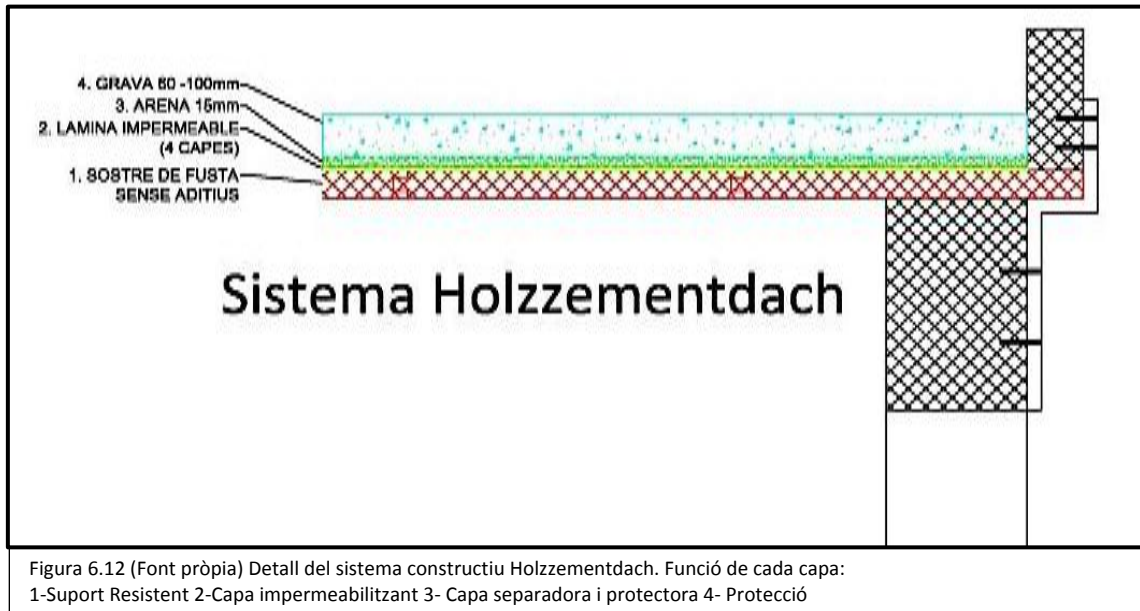
A Islàndia es van observar petites variacions, per una part el tauler format pels taulons de fusta era substituït per branques, i per l'altra, les peces d'escorça de bedoll se substituïen per una capa de torba que amb una inclinació de 45° la torba seca resultava impermeable.

Avui en dia a Islàndia moltes de les cases abandonades es restauren com museus per evitar que queden en ruïnes. El Museu Nacional d'Islàndia s'encarrega de mantenir deu granges amb cobertes vegetals a diferents parts del país i altres estan sota la protecció de museus municipals i organismes privats.

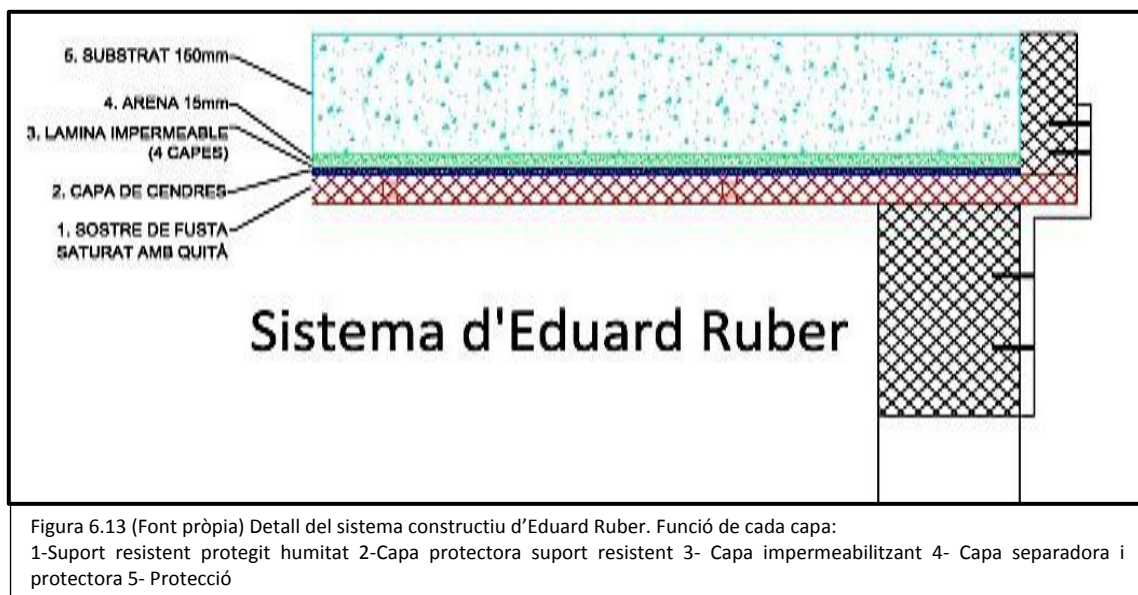
També trobem exemples a Amèrica del Nord, ja que aquesta tècnica constructiva va ser importada pels colons de l'època. En aquest continent l'estructura va millorar incorporant bigues i corretges mentre que el tauler es formava a partir d'un trenat de branques, el que permetia una major capacitat portant.

6.4. SOLUCIONS CONSTRUCTIVES EN L'ALEMANYA DEL SEGLE XIX.

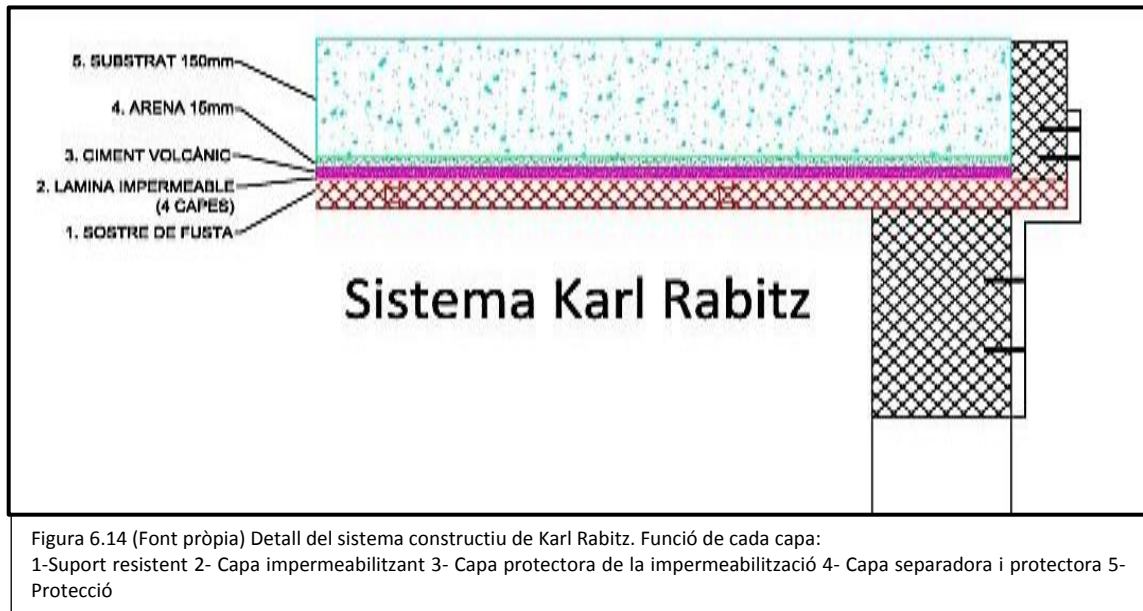
En 1839 Samuel Häuslen va posar en pràctica la coberta coneguda com a *Holzzementdach* (sostre de fusta ciment). Aquest sistema estava pensat per millorar les qualitats de les cobertes planes enfront d'incendis i aïllament. Comptava amb una estructura de fusta com suport, amb un pendent compresa entre el 5 i el 10%. La impermeabilització es resolvia mitjançant 4 capes de paper impregnat en una barreja de quitrà, asfalt i sofre. Per sobre d'aquestes làmines s'estenia un substrat de 15 mm de sorra i 60 - 100 mm de grava barrejada amb argila sorrenca. La vegetació creixia de forma natural en aquesta última capa, evitant l'erosió. Per altra banda les propietats tòxiques del quitrà mantenien allunyades a les arrels de les capes impermeables, impedit que foren danyades.



El 1860 Eduard Ruber publica el seu treball sota el títol *Das Rasendach*, on descrivia el sistema que havia elaborat i la seua experiència aplicant-lo. En ell proposava que el suport de fusta fos saturat amb oli de quitrà i posteriorment impregnat amb cendres seleccionades sobre les quals s'estenien quatre capes de paper impregnat de quitrà que es remataven amb una capa de sorra i finalment una capa de substrat de 15 cm. Aquesta solució buscava protegir la fusta contra la humitat i millorar el seu grau d'impermeabilització.



En 1867, Karl Rabitz va publicar a Berlín el seu fullet «*Naturdächer von vulkanischem Cement*» en què explicava el sistema que havia desenvolupat des de 1850 i que estava format per taulons de fusta i per tres capes de membrana impermeabilitzant de quitrà, recobertes amb «ciment volcànic» (compost format per ciment Portland i additius hidràulics, principalment tova volcànica triturada) i sobre aquesta capa s'estenia sorra argilosa i posteriorment substrat que podia ser plantat per qualsevol tipus de planta. D'aquesta manera s'obtenia un sistema de major resistència i estanquitat.



Aquests sistemes van sorgir com a resposta a un augment de la demanda en el nombre d'edificacions residencials que es requerien per donar aixopluc als immigrants que arribaven a les ciutats, per treballar a les noves fàbriques i per tant es construïen edificis de major altura que aprofitaren al màxim les seues superfícies, pel que es va optar per cobertes planes. Les cobertes vegetals aportaven un abaratiment en els costos, major durabilitat i resistència al foc.

6.5. LES COBERTES VEGETALS EN L'ARQUITECTURA MODERNA I CONTEMPORÀNIA

Al llarg del segle XX es van produir importants esdeveniments pel que fa a la construcció de cobertes vegetals en l'edificació. En l'àmbit de l'execució es buscaven abaratir costos, disminuir manteniments i alleugerir pesos. A la primera meitat d'aquest segle tenim exemples tan singulars com la *Ville Le Lac* de Le Corbusier, o el *Rockefeller Center*, de Raymond Hood:



Figures 6.15 i 6.16 (wikiarquitectura.com ; www.pinterest.com) *Ville Le Lac*, construïda en els anys 1923-1924 per l'arquitecte Le Corbusier a Corsaux (Suïssa).



Figures 6.17 i 6.18 (www.greenroofs.com ; strawberrymilkevents.com) *Rockefeller Center*, construït el 1936 per l'arquitecte Raymond Hood a Nova York (Estats Units d'Amèrica), compta amb una coberta intensiva.

Aquests últims anys l'ús de la coberta vegetal ha cobrat un gran impuls, també a l'estat Espanyol:



Figures 6.19 i 6.20 (designdautore.blogspot.com ; acdn.architizer.com) La coberta de l'Escola d'Art, Disseny & Mitjans de comunicació de la Universitat de Singapur a Nanyang.



Figures 6.21 i 6.22 (elconfidencial.com ; www.luisvallejo.com) La ciutat financera "Banco de Santander" es troba propera a Madrid i és un dels projectes de cobertes vegetals més grans del món amb 100000m². Aquesta vista aèria mostra el caràcter individual de cada espai vegetal.



Figures 6.23 i 6.24 (mex.sika.com ; c-s-o.mx) En la Ciutat de Mèxic es troba la més gran d'Amèrica, situada a l'edifici central de l'Institut del Fons Nacional de l'Habitatge dels Treballadors (INFONAVIT). Aquest terrat inclou: horts, andadores i una pista per córrer semi olímpica.

6.6. RESUM:

Com hem pogut veure les cobertes vegetals tenen el seu origen en l'època del neolític i al llarg de l'història han anat evolucionant, en primer lloc buscant materials impermeables i resistents a les arrels, posteriorment, buscant solucions de menor pes i manteniment. En l'edat antiga es va valorar la seua qualitat estètica mentre que a l'Europa del nord es desenvolupaven per la seua capacitat d'aïllament tèrmic. Avui dia sabem que són múltiples els avantatges d'aquestes solucions constructives, com veurem en els pròxims apartats. El concepte de coberta vegetal com la coneixem hui en dia prové de l'evolució dels sistemes desenvolupats a Europa Central en el segle XIX.

Sistema Constructiu	Base	Impermeabilització	Acabat
Tombes de Corredor	Grans pedres (ortostats) i una amb una base estructural (pedra)	Com que no eren habitables, la impermeabilització del suport no era una necessitat	Una capa de substrat.
Jardins Penjants de Babilònia, <i>Horti pensiles</i>	Terrasses amb voltes alçades unes sobre les altres, que descansen sobre pilars cúbics. Aquestes són buides i farcides amb terra. Terrasses estan construïdes amb maó cuit i asfalt.	Capa de morter piconat de trossos de ceràmica, sorra i calç finament mòlta, que es col·locava sobre l'estructura. Es caracteritzava per la seua impermeabilitat una vegada que enduria	Sembra directa de vegetació en un farciment de terra
Construccions dels víkings, en el cas dels Països Bàltics.	Estructura de taulons de fusta en pendent. El pendent estava compresa entre 22 i 44.	Per millorar l'estanquitat que aporta el pendent es col·locaven sobre la fusta peces d'escorça de bedoll superposades.	Posteriorment, s'incorporava una capa de pans de gespa a posició inversa i immediatament una altra capa en posició habitual.
Construccions dels víkings, A Islàndia	Tauler format per branques	Capa de torba: amb inclinació de 45° la torba seca resulta impermeable.	
<i>Holzzementdach</i>	De fusta amb un pendent compresa entre el 5 i el 10%.	4 capes de paper impregnat en una barreja de quitrà, asfalt i sofre	Substrat de 15 mm de sorra i 60-100 mm de grava barrejada amb argila
Eduard Ruber	Fusta saturada amb oli de quitrà i impregnat amb cendres.	4 capes de paper impregnat de quitrà rematades amb capa de sorra	Capa de substrat de 15 cm.
Karl Rabitz	Taulons de fusta	Tres capes de membrana impermeabilitzant de quitrà, recobertes amb «ciment volcànic»	
Sistemes actuals	Forjat de formigó armat, alleugerat amb elements ceràmics o forjats metàl·lics.	Diferents materials, tant bituminosos com d'altres materials, amb resistència a les arrels.	Diverses espessors de substrat segons la finalitat de la coberta.

7. CLASSIFICACIÓ

Abans de començar el disseny d'una coberta vegetal s'ha de conèixer les classes existents per a seleccionar la més adequada al nostre cas concret, ja que el disseny, la construcció, el manteniment i l'evolució de la coberta dependran de la classe de coberta que triem.

En l'actualitat, les cobertes vegetals estan adaptades a la tipologia constructiva actual i ofereixen solucions estandarditzades, principalment definides per les empreses especialitzades. Atenent al manteniment que requereix la coberta, les cobertes vegetals es poden classificar en tres tipus: extensives, semi-intensives i intensives. Això no obstant, aquest és sols un dels molts criteris segons els quals es poden classificar.

7.1. COBERTES EXTENSIVES:

- També anomenades cobertes ecològiques.
- Sense manteniment ni reg, excepte en èpoques de sequera prolongada.
- Opció principal per a rehabilitació.
- Poden ser inclinades, (20° - 35°) o tindre formes diferents (volta, cúpula, etc.).
- Es poden afegir plaques solars.

Les cobertes extensives actuen com una capa amb funcions ecològiques que reuneix beneficis ambientals i econòmics sobre els costos de manteniment de l'edifici sobre el qual s'implanten. Aquest és el sistema més lleuger i econòmic. És l'única opció per a cobertes amb pendent pronunciada (fins a 35°) i també el que menys manteniment (quasi nul) requereix, sent per tant el més indicat per a cobertes de difícil accés. Es caracteritza per ser lleuger, amb un reduït gruix de substrat i poca concentració de nutrients, la qual cosa evita l'aparició de grans plantes no desitjades. Les plantes indicades per a aquesta coberta són algunes espècies de *sedum*, plantes vivaces y algunes gramínies, en general son plantes ruderals resistents amb pocs requeriments d'aigua i fertilitzants o l'adició de nutrients, més enllà dels que obté del substrat. Una volta establerta la vegetació demanden un mínim manteniment.

Aquest sistema, per ser lleuger, és el més indicat per a projectes de renovació o rehabilitació i per a àrees extenses, ja que aquestes plantes són de ràpid creixement i creen zones de vegetació densa. Amb la instal·lació de capes retenidores d'aigua es pot assegurar el creixement i manteniment de les plantes durant tot l'any.

Generalment no hi ha problemes de males herbes ni espècies invasores mentre que la proporció de matèria orgànica ni siga excessiva. El potencial de biodiversitat és prou limitat.

També tenen una varietat molt més ecològica, l'anomenada coberta marró o «biodiversa», en la qual es deixa el substrat verge i s'espera la colonització natural de vegetació i xicotets animals, enfocada a augmentar el valor de la biodiversitat creant un hàbitat similar a la prèvia a l'edificació. En aquesta coberta la interacció humana està limitada.



Figures 7.1 i 7.2 - (www.paime.com ; www.singulargreen.com): Coberta vegetal extensiva al centre de València i a una zona costera de Benidorm. Son cobertes que no requereixen cap manteniment regular més enllà dels elements constructius i reg en èpoques llargues de sequera.

7.2. COBERTES SEMI-INTENSIVES:

- Tipus entremig, amb característiques barrejades.
- Permet cert nivell de paisatgisme, xicotetes plantes florals, etc.
- Manteniment baix, però requereix reg segons les espècies plantades.
- La coberta ha de ser plana.

Les característiques d'aquest sistema són intermèdies entre els sistemes extensius i intensius, amb uns requeriments baixos de manteniment però més grans de reg. És el sistema indicat per a cobertes parcialment accessibles (ús privat). Se solen utilitzar en cobertes amb ús social-recreatiu pel que s'afegeixen elements paisatgístics per fer-los més atractius.

El sistema semi-intensiu es caracteritza per una varietat vegetal major comparada amb l'extensiva, que pot incloure plantes herbàcies, gespa o xicotets matolls. Requereix un manteniment moderat que depèn molt de les plantes seleccionades i pot necessitar reg ocasionalment, depenent també de les plantes triades. Aquest sistema pot retenir més aigua i albergar més riquesa ecològica i biodiversitat.



Figures 7.3 i 7.4 - (www.paimed.com ; myrooff.com): Coberta vegetal semi-intensiva a Itàlia i coberta vegetal semi-extensiva amb plantes aromàtiques.



Figura 7.5 - (www.greenroofs.com): Coberta vegetal semi-intensiva a *The Simmons College School of Management*. Les plantes aromàtiques i amb flors necessiten cert nivell de manteniment i reg en les èpoques més càlides.

7.3. COBERTES INTENSIVES:

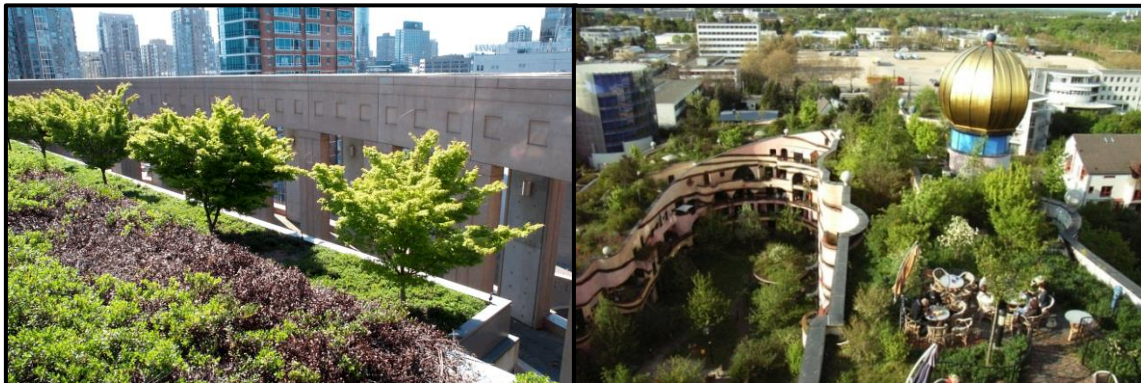
- És assimilable a un jardí en la coberta.
- Requereix un nivell de manteniment i reg alt.
- Necessita una estructura de suport més resistent, limitada a obra nova (en general).
- La coberta ha de ser plana.
- Són trepitjables i inclús per a vehicles.
- Poden dedicar-se a horts urbans.
- Poden albergar un aljub per a emmagatzemar aigua de pluja.

La instal·lació de cobertes intensives és comparable a la construcció d'un jardí en la coberta, ja que proporcionen beneficis i comoditats similars als xicotets parcs o jardins domèstics, és per això que normalment es denominen cobertes enjardinades.

Donat que la varietat vegetal és més amplia que en les cobertes anteriors, aquesta necessita major resistència estructural per suportar la càrrega de les plantes, el substrat (que tindrà major gruix) i l'aigua retinguda, que també serà major. El manteniment ha de ser periòdic amb les tasques habituals d'un jardí com tallar la gespa, abonar, regar i podar (important per a mantenir controlada l'altura dels arbres).

Se solen col·locar sobre aparcament soterranis o en la coberta de grans edificis comercials, sobretot als Estats Units d'Amèrica, per a incloure un espai lúdic. Aquestes cobertes requereixen reg regular i un bon sistema de drenatge. Són multifuncionals i es dissenyen principalment per a un ús recreacional amb accés públic.

Molts dels dissenys d'aquestes cobertes inclouen gestió d'aigua de pluja i inclús alguns sistemes de reutilització de l'escorrentia per al reg, com cobertes aljub i similars.



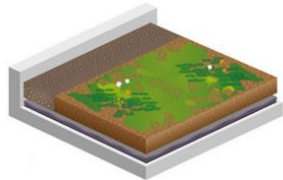


Figures 7.6 i 7.7 - (www.tboake.com ; www.teoriadelaimagen.ecaths.com): Coberta vegetal intensiva amb arbres de port mitjà i coberta extensiva al complex residencial *Waldspirale* (bosc en espiral) en *Darmstadt* (Alemanya), construït en 1990.



Figura 7.8 - (www.zinco-cubiertas-ecologicas.es): Coberta vegetal intensiva amb gespa. Encara que el gruix del sistema es reduït, aquesta coberta requereix molt de manteniment i per tant es considera intensiva.

7.4. RESUM

Característiques dels tipus de coberta vegetal:

Característica	EXTENSIVA	SEMI-INTENSIVA	INTENSIVA
MANTENIMENT	Nul o quasi nul	Puntual	Continuat
REGADIU	No	Periòdic	Regularment
GRUIX DEL SUBSTRAT	6 – 20 cm	12 – 25 cm	15 – 40 – 100 cm
SOBRECARREGA	60 - 150 kg/m ²	120 - 200 kg/m ²	180 - 500 kg/m ²
VEGETACIÓ	<i>Sedum</i> , molses, herbàcies i gespa	Gespa, herbàcies i matolls	Gespa, plantes perennes, arbustos i arbres
USOS	Capa de protecció ecològica, drenatge urbà, biodiversitat.	Ús recreatiu privat, paisatgisme.	Ús recreatiu públic, horta urbana, etc.
GRÀFICS*			

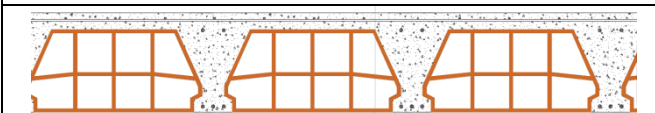
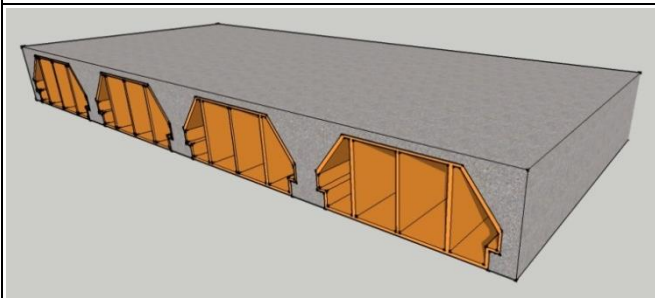
Taula 1: Comparativa dels diversos tipus de coberta vegetal (*Font dels gràfics: www.andrewhagueroofing.com)

8. COMPONENTS DEL SISTEMA

A continuació es descriuran els diferents components que formaran part del sistema d'una coberta vegetal, organitzant-se per capes que compleixen una o diverses funcions i col·laboren al funcionament del conjunt. Alguns dels components són essencials i no es poden retirar o substituir per motius funcionals, altres són obligatoris per normativa i altres són opcionals segons les necessitats.

8.1. SR: SUPORT RESISTENT

SR: SUPORT RESISTENT



ELEMENT:	Support resistant
FUNCIÓ:	Supportar les càrregues que provenen de la coberta, com el pes propi, la sobrecàrrega deguda a l'ús, les accions sobre l'edificació... i transmetre-les fins als pilars o suports verticals.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'una superfície regular, amb una inclinació compresa entre 0° i 60° sobre l'horitzontal.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons els materials: La coberta vegetal es pot executar sobre qualsevol tipus de suport resistant, sempre que aquest complisca els requisits de resistència i estabilitat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formigó armat, in-situ, prefabricat, unidireccional o reticular • Fusta • Xapa grecada metàl·lica <p>Segons la seua geometria: Es poden executar també sobre diverses tipologies de forjat, sempre que el tipus de coberta vegetal s'adapte a la tipologia de forjat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plana: extensiva, semi-intensiva i/o intensiva • Inclinada: extensiva • Altres formes (voltes, cúpules, etc.): extensiva <p>Hi ha marques comercials amb solucions estàndard per a cobertes fins a 20° i 35° d'inclinació, i que poden dissenyar solucions excepcionals per a cobertes amb major inclinació.</p>
OBSERVACIONS:	En aquest punt s'haurà de planificar i executar les juntes de dilatació d'estructura que corresponga. També és important replantejar els baixants d'aigües pluvials per tal que no afecten parts resistents dins de l'estructura (nervis), mitjançant passa-tubs durant l'execució.

8.2. FP: FORMACIÓ DE PENDENTS

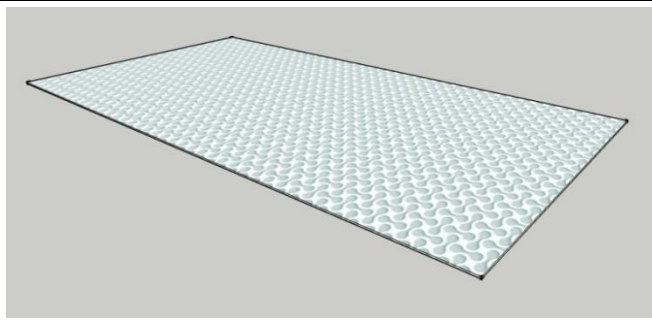
FP: FORMACIÓ DE PENDENTS



ELEMENT:	Formació de pendents
FUNCIÓ:	Crear una lleugera pendent en les cobertes planes per tal que l'aigua no quede estancada i circule fins als punts d'evacuació d'aigua (desguassos o gàrgoles)
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'una capa amb gruix variable, és sols construir mitjançats unes mestres de rajola i omplint l'espai amb materials lleugers, que són anivellats mitjançant les mestres.
TIPUS/VARIABLES:	Segons els materials per reomplir: <ul style="list-style-type: none"> • Argila expandida abocada en sec (250-300 kg/m³) • Formigó lleuger amb argila expandida (500-600 kg/m³) • Formigó cel·lular (350 kg/m³)
OBSERVACIONS:	<p>Cal remarcar la importància de replantejar correctament les mestres per tal de garantir el pendent desitjat en tots els llocs.</p> <p>En aquesta capa s'han de respectar les juntes de dilatació de l'estructura i plantejar i executar les de coberta i en contacte amb elements emergents.</p> <p>Algunes empreses comercials ofereixen sistemes de cobertes vegetals sobre cobertes planes amb inclinació de 0°, argumentant el compliment de DIT de productes de la seua marca. En l'apartat 2.4 del DB-HS1, concretament a la taula 2.9 "Pendientes de cubiertas planas" es nomena la coberta "ajardinada" i li assigna un pendent entre 1 i 5%, això no obstant, es pot realitzar una coberta amb pendent nul·la si es documenta tècnicament un correcte funcionament.</p> <p>La normativa és clara i el pendent mínima és de l'1% en tots el casos generals, per tant és altament recomanables seguir aquestes indicacions i executar una formació de pendents que garantis una bona evacuació de l'aigua.</p>

8.3. GA: GEOTÈXTEL ANTI PUNXONANT

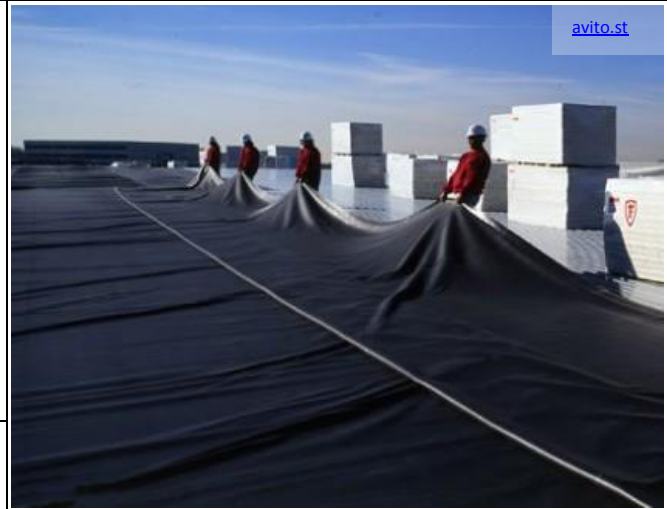
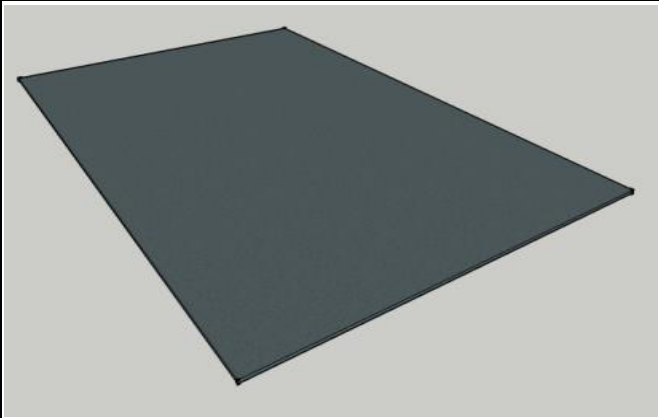
GA: GEOTÈXTEL ANTI PUNXONANT



ELEMENT:	Geotèxtil anti punxonant
FUNCIÓ:	Evitar el punxonament de la membrana impermeable amb elements de la formació de pendents si l'acabat no és regular.
DESCRIPCIÓ:	És una tela permeable i flexible de fibres sintètiques.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons els materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polièster: ús general • Polipropilè: ús per a alts requeriments mecànics (obra civil) <p>Segons el gruix:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des de 120 a 500 g/m²: depenen del grau de protecció que es vulga aplicar, així com els esforços que haja de suportar.
COL·LOCACIÓ:	S'estendrà el geotèxtil sobre la formació de pendents, ocupant tota la superfície i respectant els solapaments indicats entre les diferents unitats.
OBSERVACIONS:	<p>La funció de protecció permet que el sistema no es deteriore. El geotèxtil actua protegint membranes impermeables, de manera que impedeix que es produïsquen danys mecànics d'abrasió o punxonament.</p> <p>En impermeabilitzacions sobre superfícies netes i regulars i amb membranes amb suficient gruix es pot ometre aquesta capa.</p>

8.4. I: IMPERMEABILITZACIÓ

I: IMPERMEABILITZACIÓ



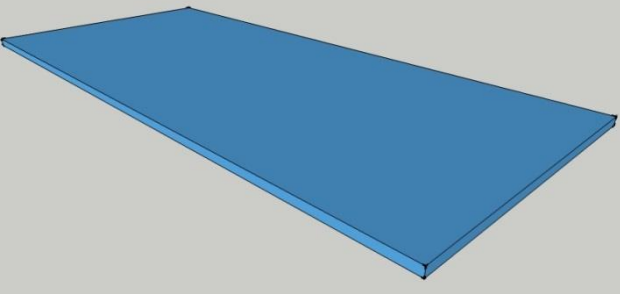
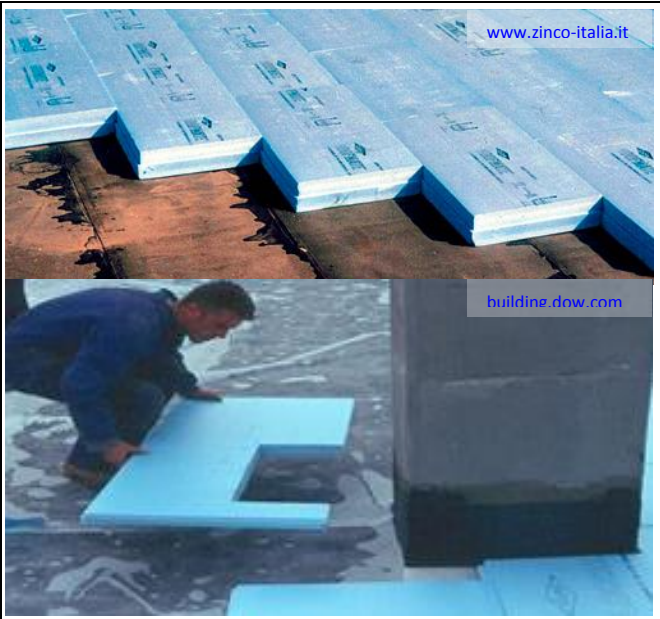
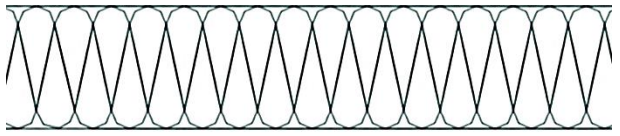
ELEMENT:	Impermeabilització
FUNCIÓ:	Crear una barrera estanca que evite l'accés de l'aigua a les capes inferiors, així com a l'espai habitable.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un material completament impermeable al pas d'aigua que es col·loca en tota la superfície de la coberta, creant una membrana continua i adaptada al suport, que evita el pas de l'aigua i la dirigeix als punts d'evacuació d'aigües, on aquesta capa és interrompuda per a permetre l'evacuació d'aigües.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons els materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bituminoses: Làmines asfàltiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Betum modificat amb elastòmers (SBS) ○ Betum modificat amb plastòmers (APP) • Sintètiques <ul style="list-style-type: none"> ○ TPO: Olefina termoplàstica, fabricada mitjançant un procés de polimerització avançat i reforçada amb una armadura de malla de fibra de polièster. ○ PVCp: PVC plastificat, fabricada mitjançant calandratge i reforçada amb diferents tipus d'armadura ○ EPDM: Sense armadura, cautxú etilè propilè dié (EPDM). Aquesta làmina és resistent a la intempèrie i als rajos U.V.



	<p>Segons la seua geometria:</p> <ul style="list-style-type: none">• En rotllos: Les làmines bituminoses, de TPO i PVCp es presenten en rotllos d'ample entre 1 i 2 m, amb diverses longituds. La qual cosa obliga a la unió de nombroses peces en l'obra amb les complicacions que açò comporta. L'EPDM es ven en rotllos d'entre 1 a 15 m d'ample, el qual suposa menys unions en obra, però amb unions igualment.• En una peça: L' EPDM també permet fabricar peces de fins a 900 m², amb la qual cosa evitarien gran nombre de juntes en obra. <p>Segons la forma d'unió:</p> <ul style="list-style-type: none">• Les làmines bituminoses s'uneixen mitjançant calor, aplicant una flama al producte per tal de fondre'l.• Les làmines TPO i PVC s'uneixen amb soldadura termoplàstica, mitjançant calor però no flama.• Les làmines d'EPDM s'uneixen en fred, sense foc ni flama, mitjançant una imprimació que vulcanitza la goma. <p>Segons la seua resistència a les arrels:</p> <ul style="list-style-type: none">• Les làmines bituminoses han d'estar formulades específicament com a resistents a les arrels, ja que no ho són per la seua naturalesa.• Les làmines sintètiques són resistents a les arrels per naturalesa, però s'ha de anar en conter amb les unions, on sí que poden atacar les arrels i perforar la làmina.
<p>OBSERVACIONS:</p>	<p>Respecte a la resistència a la perforació de les arrels, les làmines han de complir la normativa:</p> <p><i>UNE-EN 13948 Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Determinación de la resistencia a la penetración de raíces.</i></p>

8.5. AT: AÏLLAMENT TÈRMIC

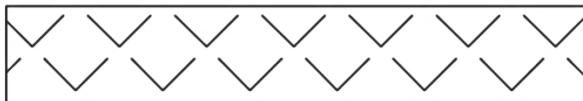
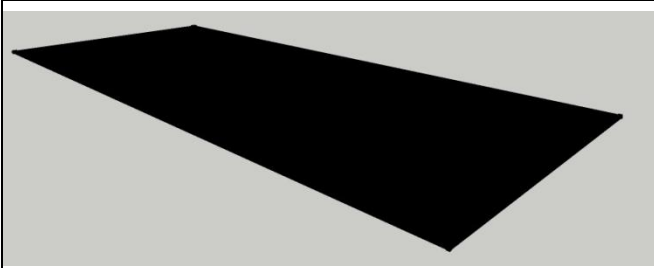
AT: AÏLLAMENT TÈRMIC

	
	
ELEMENT:	Aïllament tèrmic
FUNCIÓ:	Evitar el flux d'energia entre l'interior i l'exterior, creant una resistència elevada al pas d'aquesta, per tal d'obtenir una temperatura de confort sempre en l'interior i reduint la quantitat d'energia necessària per a climatitzar l'espai.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un material amb una altra resistència al pas d'energia, és a dir, una baixa conductivitat. Es considera que són materials aïllants tèrmics específics aquells que tenen una conductivitat tèrmica: $\lambda \leq 0,06 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
TIPUS/VARIABLES:	Segons els materials: <ul style="list-style-type: none"> • Minerals <ul style="list-style-type: none"> ○ Llana de roca: Fabricat a partir de roca volcànica. Indicat per a l'aïllament tèrmic sense contacte directe amb l'aigua. Funciona també com a aïllant acústic i protector del foc. ○ Vidre cel·lular: Fabricat a partir de vidre, té elevada resistència a compressió i compta també amb propietats com aïllant acústic en baixes densitats. • Sintètics: <ul style="list-style-type: none"> ○ Poliestiré expandit (EPS): Material lleuger, econòmic i de fàcil instal·lació. Té més capacitat impermeable que les llanes minerals. ○ Poliestiré extruït (XPS): Destaca pel seu caràcter impermeable i per la seua resistència a la compressió i a la deformació. Té una major capacitat aïllant i de resistència pel que fa a l'expandit. És molt habitual el seu ús en zones amb humitats.

	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetals: <ul style="list-style-type: none"> ○ Suro: Material natural i 100% ecològic. Gran capacitat aïllant, es pot utilitzar en parets i sòls, els seus principals avantatges són que 100% reciclat i natural, amb una durabilitat superior a altres aïllants, protecció contra la humitat, antiestàtic, hipoal·lèrgic i sense olor. 												
<p>OBSERVACIONS:</p>	<p>Taula comparativa dels diferents aïllants tèrmics:</p> <table border="1" data-bbox="646 526 1281 860"> <thead> <tr> <th>Aïllant</th> <th>Conductivitat Tèrmica λ (W/m²·K) (més menut, millor)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Llana de roca</td> <td>0,039 a 0,040</td> </tr> <tr> <td>Vidre cel·lular</td> <td>0,046 a 0,048</td> </tr> <tr> <td>Poliestiré expandit (EPS)</td> <td>0,033 a 0,034</td> </tr> <tr> <td>Poliestiré extruït (XPS)</td> <td>0,033 a 0,034</td> </tr> <tr> <td>Suro expandit</td> <td>0,037 a 0,040</td> </tr> </tbody> </table> <p>Requisits d'un aïllament tèrmic per a coberta invertida: Una coberta invertida implica una exposició de l'aïllament tèrmic a l'aigua de pluja que es filtre a través del substrat sense que per això pugui perdre la seua eficàcia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínima absorció d'aigua per immersió, de manera que conserve totes les seues característiques tèrmiques i mecàniques en contacte amb l'aigua. ▪ Resistència mecànica al maneig per a la seua instal·lació i a les càrregues a què es veja sotmesa durant i després de la seua instal·lació. Es pren com a referència, un valor de resistència a no inferior a 300 kPa (3 kp/cm²). ▪ Estructura de cèl·lula tancada, el que explica el seu excel·lent comportament davant la humitat en impedir que l'aigua passe d'una cèl·lula a la següent. ▪ Que siga imputrescible. ▪ Euroclasse E de reacció al foc. <p>Normes UNE relatives a l'aïllament tèrmic:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ UNE-EN 13164: "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación" ▪ UNE-EN 12087: "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión" ▪ UNE-EN 826: "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a compresión" ▪ UNE-EN 13501-1: "Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego" 	Aïllant	Conductivitat Tèrmica λ (W/m ² ·K) (més menut, millor)	Llana de roca	0,039 a 0,040	Vidre cel·lular	0,046 a 0,048	Poliestiré expandit (EPS)	0,033 a 0,034	Poliestiré extruït (XPS)	0,033 a 0,034	Suro expandit	0,037 a 0,040
Aïllant	Conductivitat Tèrmica λ (W/m ² ·K) (més menut, millor)												
Llana de roca	0,039 a 0,040												
Vidre cel·lular	0,046 a 0,048												
Poliestiré expandit (EPS)	0,033 a 0,034												
Poliestiré extruït (XPS)	0,033 a 0,034												
Suro expandit	0,037 a 0,040												

8.6. PA: PROTECCIÓ ANTI ARRELS

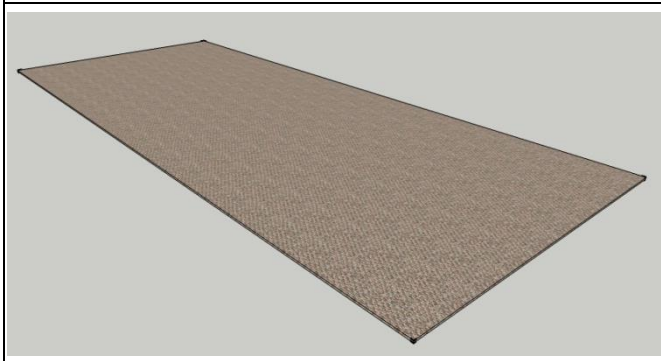
PA: PROTECCIÓ ANTI ARRELS



ELEMENT:	Protecció anti arrels
FUNCIÓ:	Evitar que les arrels de les plantes penetren a les capes inferiors, protegint-les dels atacs físics i químics que aquestes pogueren ocasionar.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'una làmina plàstica de poc gruix
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons els materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PVCp • Polietilè <p>Segons el gruix:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baix gruix: indicada per a col·locar-se en tot tipus de cobertes vegetals, horitzontalment. • Alt gruix: indicada per a cobertes vegetals intensives on hi haja arbres amb arrels grans, es col·loca al voltant de la base de l'arbre en vertical, per tal d'evitar que les arrels es desenvolupen de forma superficial i s'arrelen en capes més profundes, millorant l'ancoratge de l'arbre.
OBSERVACIONS:	<p>Aquesta capa sols és necessari en el cas que la impermeabilització no siga resistent a les arrels, en qualsevol altre cas pot actuar com a protecció addicional, per exemple col·locant-la sobre l'AT, de forma que les arrels mai arriben fins a aquesta capa, evitant desplaçament i perforacions que podrien causar ponts tèrmics.</p> <p>La col·locació és mitjançant rotllos que s'estendran sobre la superfície de la coberta, en el cas del polietilè amb un encavalcament que indique el fabricant i mai inferior a 50 cm. En el cas del PVCp mitjançant soldadura en calent o amb dissolvent.</p>

8.7. CSR: CAPA SEPARADORA I RETENIDORA

CSR: CAPA SEPARADORA I RETENIDORA



ELEMENT:

Capa separadora i retenidora

FUNCIÓ:

Separar físicament l'aïllament tèrmic de la capa drenant i emmagatzemar aigua provinent de la pluja o el reg i alliberar-la en moments de sequera per evaporació. A més proporciona protecció anti punxonament extra a les capes inferiors.

DESCRIPCIÓ:

Es tracta d'una manta de feltre de fibres sintètiques de polièster i polipropilè amb cert gruix i molta porositat, pel que pot emmagatzemar gran quantitat d'aigua.

TIPUS/VARIABLES:

Segons el gruix:

- 3 mm: pot retenir uns 3 l/m² amb un pes de 320 g/m² (en sec).
- 5 mm: pot retenir uns 5 l/m² amb un pes de 470 g/m² (en sec).
- 6 mm: pot retenir uns 4 l/m² amb un pes de 850 g/m² (en sec).
- 7 mm: pot retenir uns 7 l/m² amb un pes de 650 g/m² (en sec).
- 20 mm: pot retenir uns 12 l/m² amb un pes de 1500 g/m² (en sec).

Segons l'ús:

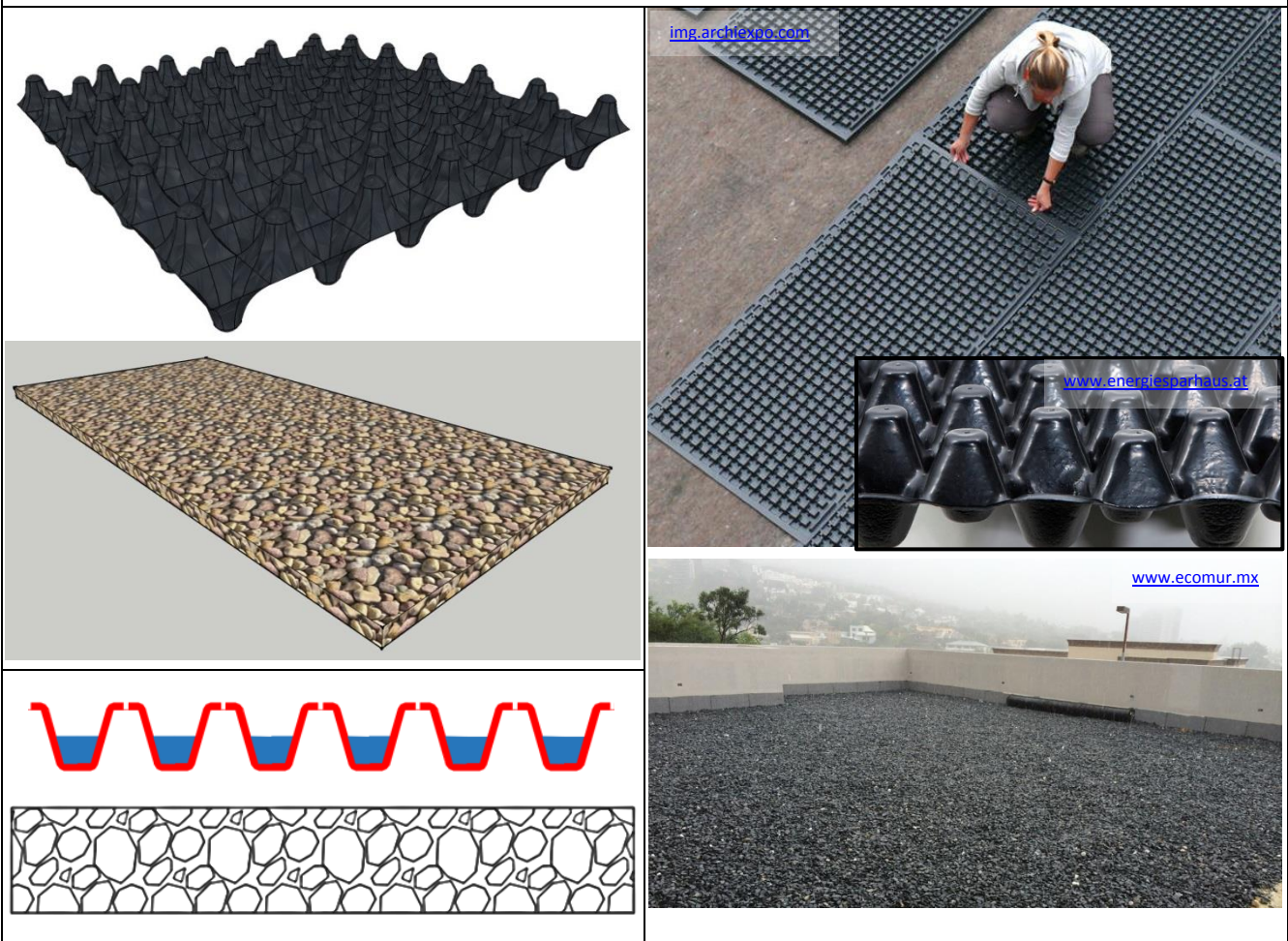
- Cobertes extensives planes: mantes de 3 a 5 mm.
- Cobertes extensives inclinades: mantes de 20 mm.
- Cobertes intensives: mantes de 7 mm.
- Cobertes intensives amb tràfic rodat: mantes de 6 mm resistents a càrregues mecàniques.

OBSERVACIONS:

L'execució d'aquest element es durà a terme col·locant-lo sobre la capa anterior mitjançant rotllos, se encavalcaran entre 5 i 10 cm segons indique el fabricant. La selecció de la manta més indicada anirà en funció del clima de la zona i el tipus de coberta, de forma que a més demanda d'aigua per part de la vegetació i a més sequera en el clima, més aigua hi haurà de retenir la manta per a les èpoques que ho necessite. D'altra banda en aquelles zones on la pluja siga constant, no faria falta que fos retenidora, però sempre ha d'haver-hi capa separadora segons el CTE.

8.8. CD: CAPA DRENANT

CD: CAPA DRENANT

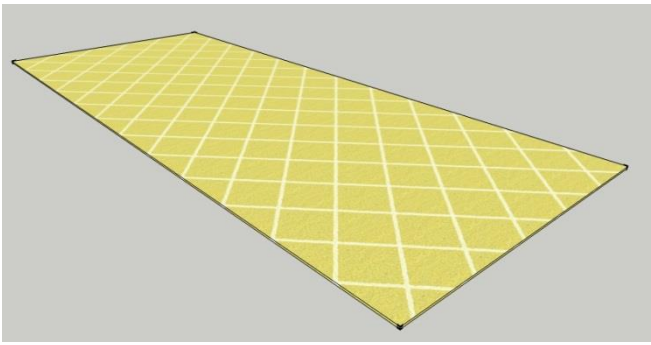



ELEMENT:	Capa drenant
FUNCIÓ:	Facilitar l'escorrentia d'aigua de pluja cap als punts de desguàs i crear un mitjà aeri per a què les arrels respiren.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un element que facilita el moviment de l'aigua (escorrentia), per la qual cosa es pot utilitzar materials naturals o artificials.
TIPUS/VARIABLES:	Segons els materials: <ul style="list-style-type: none"> • Polietilè • Plàstic ABS. • Poliestiré termo format • Cautxú vulcanitzat • Espuma rígida EPS • Grava



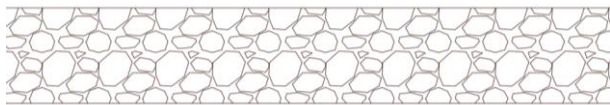
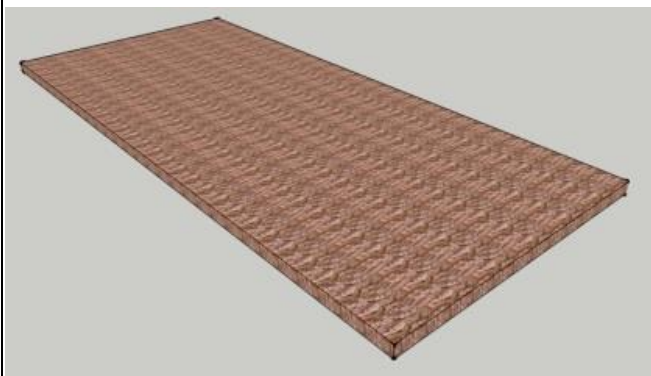
	<p>Segons la presentació:</p> <ul style="list-style-type: none">• Plaques: d'entre 1 i 2 m², per a cobertes planes.• Rotllos: d'entre 10 i 20 m², per a cobertes planes de grans dimensions, cobertes inclinades i cobertes amb formes arrodonides.• Amb filtre incorporat: rotllos amb filtre incorporat, per a accelerar la instal·lació.• A granel: la grava s'aboca a granel. <p>Segons la resistència:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cobertes extensives i semi-intensives: drenatge de polietilè, espuma rígida EPS o grava.• Cobertes intensives: plàstic ABS.• Tràfic rodat: Poliestiré termo format.• Tràfic pesat: Cautxú vulcanitzat. <p>Segons les funcions complementàries:</p> <ul style="list-style-type: none">• Retenció d'aigua: segons la forma dels nòduls, pot retenir distintes quantitats d'aigua, des de 3 l/m² fins 20 l/m², o no retenir.• Emplenat: en alguns casos s'utilitzen els nòduls per a reomplir amb grava, per tal de suportar millor les carregues sobre el substrat si aquestes són molt grans.• Retenir el substrat: Es pot utilitzar un drenatge col·locat de l'inrevés (nòduls cap amunt) per a crear una xarxa d'obstacles que retenga el substrat en cobertes fins a 20° d'inclinació.
<p>OBSERVACIONS:</p>	<p>A l'hora d'elegir una capa drenant del mercat, s'haurà de tenir en compte:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ L'ús i el tipus de la coberta per tal de conèixer les carregues a suportar.▪ La demanda d'aigua que tindrà segons el clima de la zona i el tipus de vegetació.▪ Mode de subministrament més còmode per a la col·locació. <p>Per exemple, en una coberta extensiva no transitable i en un clima humit amb pluges regulars, no farà falta suportar carregues ni retenir aigua, i per tant podria ser de grava.</p> <p>En zones amb una pluviometria molt abundant no és necessari retenir aigua, mentre que en una zona molt seca aquesta característica serà imprescindible.</p> <p>Aquesta capa és obligatòria segons el CTE.</p>

8.9. CF: CAPA FILTRANT

CF: CAPA FILTRANT	
 	
ELEMENT:	Capa filtrant
FUNCIÓ:	Evitar que el drenatge s'ompliga amb l'element de la capa de protecció i filtrar l'aigua provinent del substrat per a què les partícules més fines no arriben al drenatge i el sistema d'evacuació, on podrien causar embussos i sedimentació.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un geotèxtil de polièster o polipropilè no teixits units mecànicament. Resistent a l'aigua i productes químics.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons els materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polipropilè termo soldat / endurit tèrmicament. <p>Segons la seua resistència:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ús general: coberta extensiva i semi-intensiva, 100 g/m². • Us mitja: intensiva, tràfic rodat lleuger, 150 g/m². • Ús pesat: intensiva, tràfic pesat, 300 g/m².
OBSERVACIONS:	<p>L'augment de gramatge en cobertes amb major esforços mecànics proporciona més resistència a perforació, ja que en aquests casos el drenatge pot estar emplenat amb grava per a millorar la resistència. També aporta rigidesa a la membrana. El CTE indica que sempre ha d'haver-hi capa filtrant en coberta vegetal.</p> <p>Algunes variables a tenir en compte són:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permeabilitat a l'aigua (H₅₀) segons EN ISO 11058 (30-70 l/(m²·s)). ▪ Obertura dels porus (O₉₀) segons EN ISO 12956 (60-90 µm). <p><i>UNE-EN ISO 12958 Geotextiles y productos relacionados. Determinación de la capacidad de flujo de agua en su plano.</i></p>

8.10. P: PROTECCIÓ

P: PROTECCIÓ



ELEMENT:

Protecció

FUNCIÓ:

Servir de medi de creixement de la capa vegetal i servir de llast i protecció de les capes inferiors enfront de les accions del vent, rajos UV i altres inclemències.

DESCRIPCIÓ:

Es tracta d'una barreja de compost vegetal i altres elements que poden ser ceràmica triturada especialment escollida, grava volcànica i altres components minerals, mesclats amb torba rossa.

TIPUS/VARIABLES:

Segons la densitat en sec/saturada:

- 1000/1500 kg/m³: Cobertes semi-intensives i intensives (12-100 cm).
- 1100/1400 kg/m³: Cobertes extensives i semi-intensives (6-25 cm).
- 1120/1400 kg/m³: Cobertes extensives (6-20 cm).

Capacitat màxima absorció d'aigua:

- 30% del volum: extensives.
- 50% del volum: intensives.

Permeabilitat:

- 0,3 – 30 mm/min: intensives.
- 60 – 400 mm/min: extensives.

Matèria orgànica:

- <40 g/l: extensives.
- <90 g/l: intensives.

OBSERVACIONS:

Perquè no serveix la terra normal per a cobertes vegetals?

- La terra natural té una permeabilitat molt limitada.
- Permet molt poca retenció d'aigua.
- Té un pes molt elevat.
- Posseeix unes propietats fisicoquímiques no adequades per a l'ús en cobertes a causa de la presència de diverses capes que poden interactuar físicament.
- A la terra normal poden proliferar males herbes i gèrmens fitopatògens que augmenten el risc de malalties en les plantes seleccionades per a la coberta enjardinada.

Requisits d'un substrat per a cobertes vegetals:

- Un bon drenatge que garantisca l'evacuació ràpida de l'aigua de pluja en condicions de forta pluviometria, evitant una possible sobrecàrrega a l'edifici per excés d'aigua retinguda.
- Molt bona porositat del substrat per garantir l'aportació d'aire a les arrels i facilitar el drenatge de l'aigua.
- Elevada capacitat de retenció d'aigua de reserva per a les arrels. Aquesta aigua actua de reservori quedant disponible per a les plantes en condicions menys favorables, estrés hídric.
- Facilitat l'arrelament per a les espècies en cultiu i una bona capacitat entapissant que evite la pèrdua de substrat per acció del vent i frene l'aparició d'herbes no desitjades. Disposar de la màxima cobertura en poc temps optimitza la funció de la coberta atorgant-li tots els beneficis i avantatges derivats de la seua instal·lació.
- Una baixa densitat del producte, per a cobertes on el pes és un condicionant per a la construcció de la coberta-jardí.
- Una elevada estabilitat de la barreja, sobretot per a cobertes de difícil accés.
- Bona capacitat d'ancoratge (fixació) de les espècies en cultiu, sobretot per a cobertes on s'implanten espècies de port mitjà-alt.

Cal remarcar la recomanació d'utilitzar substrats autòctons (km.0) sempre que siga possible, sobretot en el cas que la vegetació també siga autòctona, per tal de facilitar la seua compatibilitat així com per motiu mediambiental.

8.11. SP: SOBRE PROTECCIÓ / CV: CAPA VEGETAL

SP: SOBRE PROTECCIÓ / CV: CAPA VEGETAL



ELEMENT:	Sobre protecció / Capa vegetal
FUNCIÓ:	Cohesionar la capa protectora evitant la seua erosió. Millorar el comportament tèrmic de l'edifici mitjançant l'evapotranspiració, així com filtrar partícules de l'aire i crear un espai natural per a la biodiversitat i l'ús dels usuaris.
DESCRIPCIÓ:	És un conjunt de plantes seleccionades segons el tipus de coberta, el tipus de substrat, el clima, les càrregues màximes, etc.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons el tipus de coberta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coberta intensiva: En general han de ser espècies amb un sistema d'arrels poc profund i sense arrels pivotants (arrel principal vertical i profunda), amb una bona capacitat regenerativa, altura de creixement baixa (20-30 cm). També han de ser espècies persistents, amb una duració de diversos anys i capacitat de sobreviure amb pocs recursos. S'utilitzaran principalment tipus de molsa i <i>sedum</i>, la primera prefereix llocs amb ombra i humitat, el segon és apte per a llocs molt assolellats. Aquest tipus de plantes entren en un estat de «somni de sequera» en els llargs períodes secs. • Coberta semi-intensiva: S'hauran de combinar les exigències de la coberta intensiva i l'extensiva, de forma que es podran utilitzar totes aquelles espècies que s'utilitzen en la intensiva, poden afegir, amb limitacions, plantes arbustives de mida mitjana-xicoteta, plantes florals (liliàcies) i gramínies, que aporten contrast a les suculentes. • Coberta extensiva: La limitació en aquest cas la imposa la resistència del suport resistent i la profunditat del substrat. És recomanable que les espècies escollides tinguin sistemes radicals de poca profunditat i de mida menuda o mitjana en estat adult. També han de ser poc agressives enfront de altres espècies i tenir un creixement vertical lent. Són adequades les plantes herbàcies o arbustives, arbres i palmeres.

	<p>Segons el tipus de presentació:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Llavors</i>: Creixement lent però les plantes són generalment més resistents i la superfície queda totalment coberta. • <i>Esqueix</i>: Generalment per a <i>sedum</i>, arrenen fàcilment i suporten sequeres. • <i>Manta de vegetació</i>: Són rotllos armats amb feltre o xarxes de fil trenat que es planten i creixen en un viver, i una volta crescut es trasllada al lloc definitiu. El gruix del substrat varia d'1,5 a 3,5 cm i pot contenir diferents mescles de molsa, suculentas, herbes, etc. • <i>Gespa en rotllo</i>: Són rotllos com la manta de vegetació però que sols conte gespa. Són similars als utilitzats en camps de futbol. • <i>Pans de gespa</i>: Igual que l'anterior però presentat en unitats quadrades, en lloc d'enrotllat. <p>Els últims tres tipus, presebrats, són especialment indicats per a cobertes inclinades, amb forma de volta o molt exposades al vent, ja que la vegetació és immediata i protegeix al substrat de la succió del vent i l'escorrentia amb aigua de pluja.</p> <p>En l'Annex III: SELECCIÓ D'ESPÈCIES VEGETALS PER A LA COBERTA VEGETAL EXTENSIVA, es pot consultar la llista de plantes més indicades segons el tipus de coberta. De totes maneres, el més recomanable es acudir al viver de plantes més proper al lloc on s'instal·larà la coberta vegetal i consultar les espècies més viables en eixe clima i explicant les característiques del substrat.</p>
<p>OBSERVACIONS:</p>	<p>Els criteris d'elecció general de plantes per a cobertes vegetals seran els següents:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gruix del substrat i capacitat d'emmagatzematge d'aigua d'aquest. ▪ Inclinació de la coberta: a més inclinació, més és seca el substrat. ▪ Orientació de la coberta inclinada: les cobertes orientades al sol s'assequen molt més que les ombrejades. ▪ Exposició al vent: augmenta l'evaporació d'aigua. ▪ Ombrejat: hi ha plantes que necessiten sol i altres que no. ▪ Quantia de precipitacions de la zona i llocs de la coberta que no plou, si hi ha. ▪ Necessitat de manteniment. ▪ Aspecte visual. ▪ Aïllament tèrmic i acústic. ▪ Efectes sobre la contaminació ambiental. ▪ Resistència a sequeres i gelades. ▪ Altura de creixement entre 10-20 cm i punts de floració no superiors a 40 cm. ▪ Densitat de fullatge per a un bon cobriment de la coberta. <p>S'han d'evitar arbres de gran mida amb risc de trencament i qualsevol planta amb arrels agressives, amb alta densitat de fullatge, molt sensibles o exigents.</p>

8.12. ELEMENTS COMPLEMENTARIS A LA COBERTA VEGETAL

a) TEIXIT ANTI EROSIÓ



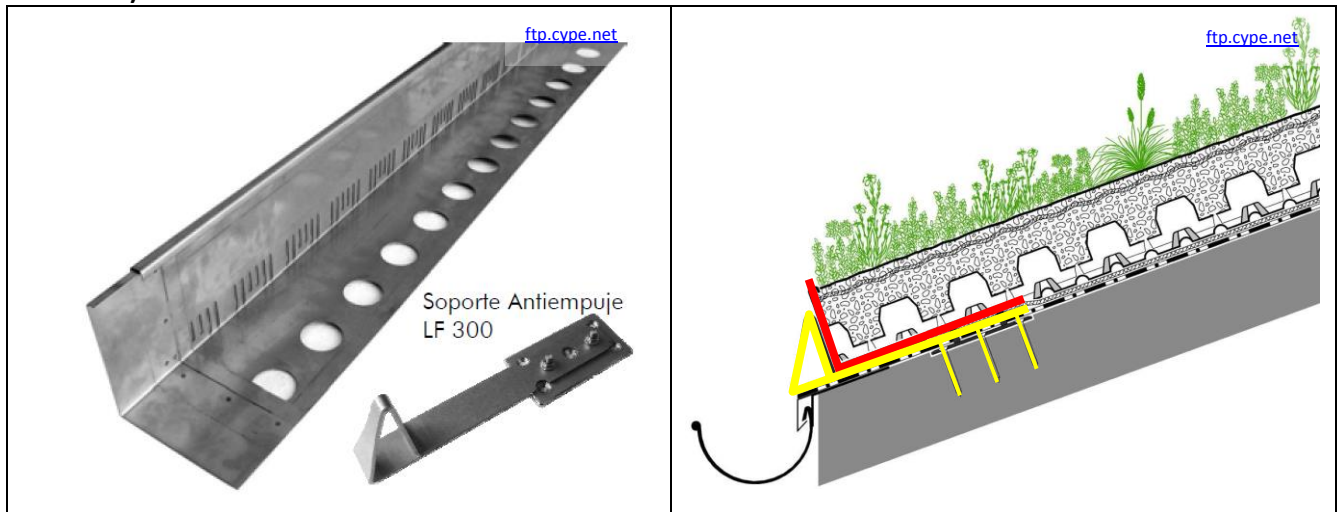
FUNCIÓ:	Evitar l'erosió per vent i aigua de superfícies acabades de cobrir de substrat i plantades des de llavors o esqueixos.
DESCRIPCIÓ:	És una xarxa de jute 100%, que és biodegradable i es desfà dins del substrat amb el temps, una volta la seua funció la fan les arrels. Té un pes aproximat de 500 g/m ² .
TIPUS/VARIABLES:	Segons el tractament: <ul style="list-style-type: none"> • Amb tractament anti foc. • Sense tractament anti foc: sol ser per motius mediambientals, s'ha de protegir de l'exposició al foc obert o a brasa.

b) ELEMENTS RETICULARS PER A COBERTES INCLINADES



FUNCIÓ:	Evitar el lliscament de terra en cobertes amb una forta inclinació (fins a 35°).
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un element reticular plàstic, modular, amb cavitats que s'omplin amb el substrat. Cada porció de substrat se sustenta sobre les parets del mòdul, i no sobre el substrat inferior, de forma que aquest no llisca. El sistema reticular s'ha de recolzar en un ràfec resistent o barrera similar.
TIPUS/VARIABLES:	Segons els complements: <ul style="list-style-type: none"> • Simple • Amb complement retenidor de neu.

c) SUPORT ANTI ESPENTA DE RÀFEC



FUNCIÓ:	Evitar el lliscament de terra en cobertes amb lleugera inclinació (fins a 20°).
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un element metàl·lic en forma de L que es col·loca a forma de ràfec. Està ancorat al forjat mitjançant suports també metàl·lics, de forma mecànica per sota de la impermeabilització. L'element longitudinal disposa de xicotetes obertures per permetre l'evacuació d'aigua cap a l'exterior, evitant el pas del substrat.
TIPUS/VARIABLES:	Segons la resistència: <ul style="list-style-type: none"> • 150 Kg/suport. • 300 Kg/suport.
OBSERVACIONS:	El perfil de separació en forma de L també es pot utilitzar en la resta de coberta vegetal per a delimitar zones de distintes proteccions, com per exemple grava al voltant del perímetre o dels desguassos.

d) MANTA DE CAPIL·LARITAT

<p>FUNCIÓ:</p>	<p>Absorbir aigua de la capa de drenatge i conduir-la per capil·laritat a la capa de substrat. Substitueix la capa de filtre.</p>
<p>DESCRIPCIÓ:</p>	<p>Es tracta d'una manta de polièster amb filaments en un dels costats que actuen com capil·lars. Esta pensada per a utilitzar amb un sistema de drenatge concret, que pot disposar de subministrament d'aigua per goteig (minimitzant pèrdues) i que emmagatzema una major quantitat d'aigua que altres sistemes (17 l/m²).</p>
<p>TIPUS/VARIABLES:</p>	<p>Segons el sistema capil·lar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amb filaments: sols els filaments estan en contacte amb l'aigua. • Per immersió: s'ha de submergir part de la manta en aigua.

e) CAIXA DE REGISTRE

 <p>www.generadordeprecios.info</p>	 <p>www.generadordeprecios.info</p>
<p>FUNCIÓ:</p>	<p>Crear un espai lliure d'elements i capes que permeta comprovar l'estat i la neteja dels desguassos.</p>
<p>DESCRIPCIÓ:</p>	<p>Es tracta d'una caixa, sense sol, que se situa sobre els desguassos i altres punts singular que s'hagen de comprovar regularment. Les parets tenen xicotetes obertures que permeten que passe l'aigua però no el substrat. Disposa de solapes que queden soterrades baix les capes de la coberta vegetal, ancorant la caixa en el seu lloc. També disposa de tapa superior.</p>
<p>TIPUS/VARIABLES:</p>	<p>Segons la tapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapa transitable per a vianants. • Tapa enjardinable. • Tapa transitable per a tràfic rodat. <p>Segons el material:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acer galvanitzat recobert de plàstic. • Acer inoxidable. • Polietilè. • Acer galvanitzat al foc. <p>Segons l'ancoratge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brides laterals: per a llastrar. • Brides per tres costats: per a gàrgoles i desguassos al costat del ràfec. • Ancorada a element reticular: per a cobertes inclinades. • Làmina flexible circumdant. • Brida estabilitzadora circumdant rígida. • Brida de suport metàl·lica. • Ancoratge mecànic

f) SISTEMES DE PROTECCIÓ ANTI CAIGUDA



FUNCIÓ:	Crear un punt d'ancoratge per a EPI's anti caiguda en treballar en cobertes sense protecció perimetral.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un element reticular i modular de plàstic el qual se soterra baix de la capa de substrat que actua com a llast. Aquest element plàstic està sobre una planxa metàl·lica d'on surt el punt d'ancoratge i a causa del llast no es pot moure del lloc, suportant els esforços en cas de caiguda.
TIPUS/VARIABLES:	<p>Segons la protecció:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Individual: Protegeix a la persona que està ancorada al sistema. • Col·lectiva: Protegeix a totes les persones sobre la coberta, per exemple, si en lloc de suportar un punt d'ancoratge, suporta una barana perimetral. <p>Segons la cobertura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punt d'ancoratge fix: si l'ancoratge s'efectua en un punt concret. • Punt d'ancoratge mòbil: si en lloc de suportar un punt d'ancoratge, aquest suporta un ancoratge d'un rail, sobre el qual es desplaça el punt d'ancoratge.
OBSERVACIONS:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquest sistema d'ancoratge permet no perforar la impermeabilització. ▪ El llast mínim és de 110 kg/m². ▪ El sistema es munta sobre la capa filtre. ▪ La capa de drenatge ha de suportar aquest pes de forma correcta. <p>L'execució d'aquest element seguirà estrictament les instruccions del fabricant, ja que es tracta d'un element de seguretat i d'ell depèn la vida de les persones que l'utilitzen. Serà instal·lat per personal qualificat segons les indicacions del fabricant.</p>

g) SISTEMES DE SUPORT DE PLAQUES SOLAR



FUNCIÓ:	Crear un punt de suport per a la col·locació de plaques solar.
DESCRIPCIÓ:	Es tracta d'un element reticular i modular de plàstic el qual se soterra baix de la capa de substrat que actua com a llast de la placa solar enfront de les accions causades principalment pel vent.
TIPUS/VARIABLES:	Segons els complements: <ul style="list-style-type: none"> • Sense complements. • Amb complements: el mateix sistema de llast serveis per a plaques solars i sistemes anti caiguda.
OBSERVACIONS:	Aquest sistema d'ancoratge permet no perforar la impermeabilització.

9. SOLUCIÓ CONSTRUCTIVA I ANÀLISI NORMATIU

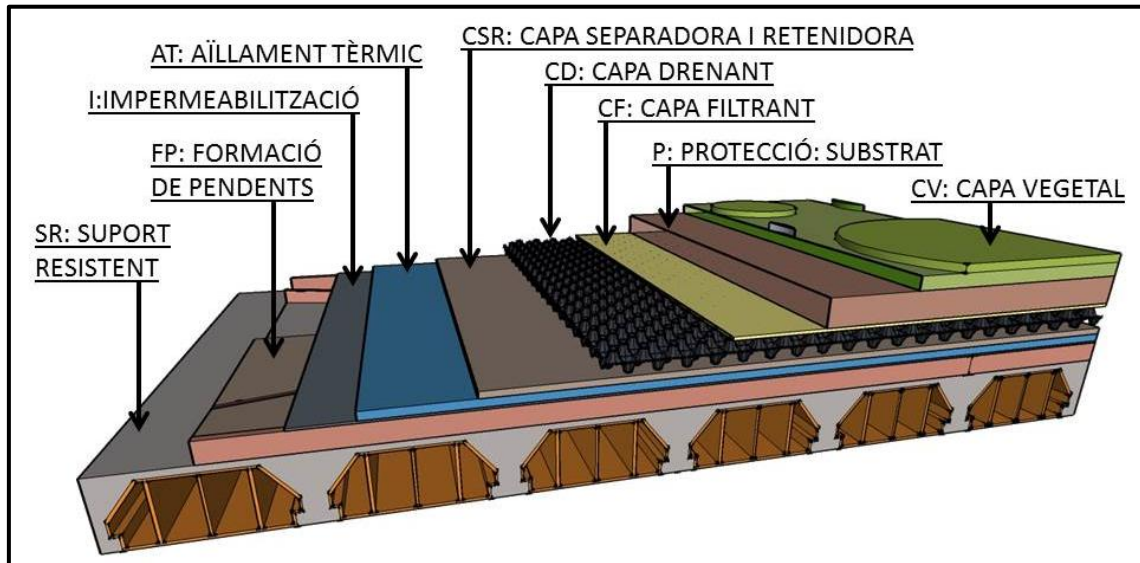


Figura 9.1: (Font pròpia) Esquema descriptiu de la solució constructiva escollida.

9.1. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ CONSTRUCTIVA ESCOLLIDA:

La solució constructiva escollida com a millor opció a criteri de l'autor d'aquest estudi, pel fet que és l'opció més polivalent (tant obra nova com rehabilitació) i que permet gaudir d'una coberta vegetal amb els mínims requeriments econòmics i de manteniment, és una coberta plana invertida amb acabat vegetal extensiu, formada per les següents capes, en ordre ascendent:

- Suport resistent, és a dir, forjat unidireccional amb entrebigat d'elements ceràmics, que és la solució constructiva més habitual. Cantell i armadura segons càlculs de necessitats de resistència.
- Formació de pendents a partir de mestres de rajola, reomplert d'argila expandida en sec abocada i capa protectora de 4 cm de morter i gruix mitjà de 10 cm.
- Impermeabilització amb làmina continua d'EPDM d'1,2 mm de gruix.
- Aïllament tèrmic format per plaques de XPS unides mitjançant sistema encadellat.
- Capa separadora i retenidora d'aigua de feltre i gruix dependent de necessitats.
- Capa drenant amb element plàstic de PE-LD.
- Capa filtrant de PP.
- Capa protectora mitjançant substrat de 15 cm de gruix amb densitat $1100 - 1400 \text{ kg/m}^3$.
- Sobre protecció formada per plantes del tipus *sedum* i vivaces (*sempervivum*).

9.2. JUSTIFICACIÓ D'ELECCIÓ DE MATERIALS:

- La selecció de l'aïllament amb membrana EPDM es deu a la seua resistència a les arrels sense cap tipus de capa addicional o tractament químic, a més de ser un material resistent, flexible, de fàcil i ràpida col·locació en obra i gran resistència a llarg termini.
- La selecció d'una coberta invertida ve donada per la importància de protegir la impermeabilització com a principal capa de protecció de la coberta. Per aquesta decisió l'aïllament queda exposat a la humitat és per açò que s'ha d'utilitzar un aïllament com el XPS, que en tindre porositat tancada i no absorbir aigua, no minva la seua capacitat aïllant.
- La capa retenidora juntament amb la capa drenant mitjançant peces plàstiques afavoreixen la retenció d'aigua per a servir de reg a la capa vegetal en els moments de necessitat.

9.3. JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA NORMATIVA VIGENT:

Respecte al compliment de la normativa vigent, el CTE, recull:

En el [DB-HS \(Salubritat\)](#):

- Les cobertes vegetals hauran de complir les mateixes especificacions respecte a desguàs, sobreeixidors i proves d'estanquitat que les cobertes convencionals. En l'apartat 2.4, concretament a la *Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas* apareix reflectida la possibilitat de cobertes "ajardinadas", amb protecció de terra vegetal i a la qual s'assigna un pendent entre 1 i 5% (no contempla per tant la coberta 0%) i açò es compleix amb la formació de pendents.
- En l'apartat 2.4.2 *Condiciones de las soluciones constructivas* es nomena també la possibilitat que la protecció siga mitjançant terra vegetal, és a dir una coberta vegetal, i explica que aquestes han de tindre "una capa separadora entre la capa de protecció y el aislante térmico, cuando se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante". Açò vol dir que sobre l'aïllament tèrmic ha d'anar una capa separadora (en aquest cas es la CSR: capa separadora i retenidora) i sobre aquesta una capa drenant (CD) i una capa filtrant (CF) i per últim la protecció de terra vegetal (P), tal com recull la solució constructiva escollida.
- L'apartat 2.4 del DB-HS és l'únic del CTE que contempla les cobertes vegetals anomenant-les explícitament, a més, en el cas de la taula 2.9 anomenada anteriorment, no li assigna ús «transitable» ni «no transitable», quedant fora d'aquesta classificació.
- Respecte a la capa de protecció de terra vegetal, segons l'apartat 2.4.3.5. es podria assimilar a acabat de grava o "otros materiales que conformen una capa pesada y estable" i assigna a aquest acabat la condició de "no transitable", i per tant "Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el tránsito en la cubierta para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema". No obstant, com hem vist anteriorment la coberta vegetal no es considera "no transitable" i per tant no considerarem obligatori aquests passadissos, però si una opció recomanable segons l'ús que es vulgui donar.
- Per descomptat es compliran també tots els altres requeriments de qualsevol coberta com són la presència de l'aïllament tèrmic, la impermeabilització, els requeriments constructius dels encontres entre la coberta plana i diversos punts singular que contempla l'apartat 2.4.4.1. *Condiciones de los puntos singulares de Cubiertas planas*, dimensionament de desguassos, etc.
- Respecte al manteniment es prescriu el següent:

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año ⁽¹⁾
	Recolocación de la grava	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

⁽¹⁾ Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

En el [DB-SI \(Seguretat en cas d'incendis\)](#) s'indica:

- Que serà necessària una franja perimetral de 50 cm de material no inflamable (REI-60), que habitualment en cobertes vegetals serà una de grava per a evitar la presència de vegetació. Aquesta franja també s'aplicarà al voltant de qualsevol buit sobre la coberta (claraboies, etc.) a més serà d'1 m d'ample amb l'encontre de qualsevol element compartimentador de sector d'incendis i/o local de risc.
- Aquesta franja també té la finalitat de facilitar el registre i revisió de punts singulars, per tant es col·locarà d'igual forma al voltant de desguassos, elements passants, elements d'ancoratge i qualsevol altre element que pugui requerir revisions i manteniment. Serà d'aproximadament 20 cm, sense tindre consideració d'obligatòria per normativa.

En el [DB-SE-AE \(Seguretat Estructural, Accions en l'Edificació\)](#) indica:

- Que s'hi haurà de calcular l'acció del vent en la coberta, que vindrà donada per la pressió dinàmica del vent (zona eòlica), el coeficient d'exposició de l'edifici (entorn de l'edifici i altura) i el coeficient eòlic (forma de la construcció). Un valor general és $1,15 \text{ kN/m}^2$, és a dir $117,26 \text{ Kg/m}^2$, valor que supera el pes del substrat en estat sec per a un gruix de 15 cm, com veurem més endavant.

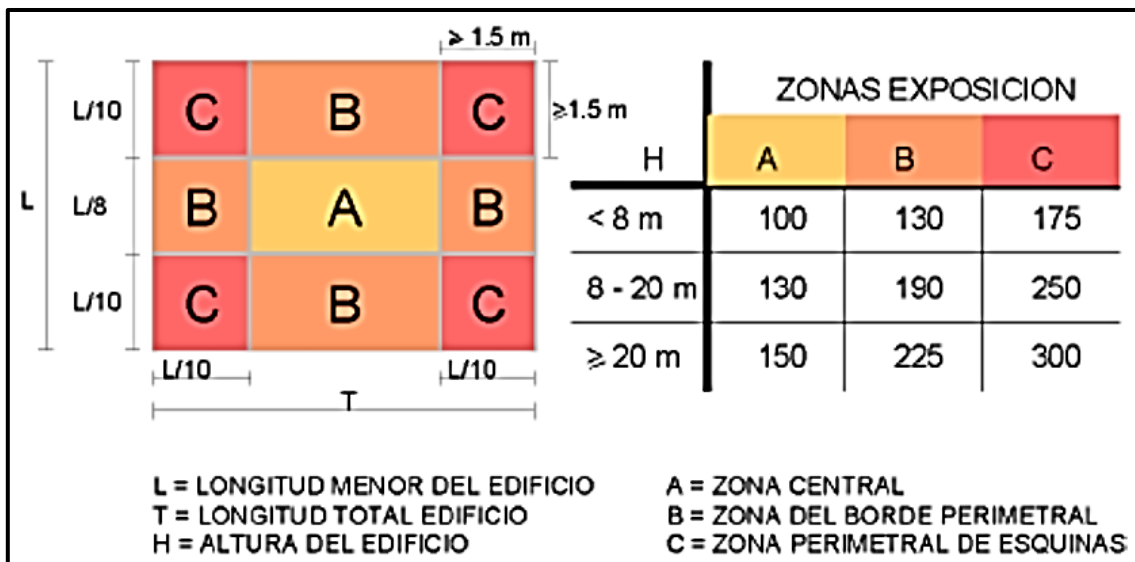


Figura 9.2: (www.five.es) Esquema de les diferents zones de la coberta a nivell de llast per a contrarestar l'efecte eòlic, indicant en la taula el llast (kg/m^2) que ha de tenir cada zona segons l'altura de l'edifici.

El pes d'aquesta solució constructiva és, segons valors coneguts, el següent:

CAPA	ESTAT	ESPESSOR (m)	DENSITAT (kg/m^3) O PES UNITARI (kg/m^2)	PES UNITARI (kg/m^2)
FP	Formació de pendents	0,100	330	33,00
I	Impermeabilització: EPDM	0,0012	793	0,95
AT	Aïllament tèrmic: XPS	0,040	33	1,32
CSR	Capa separadora i retenidora	0,006	Sec	0,85
			Saturat	4,85
CD	Capa drenant PE-LD	0,001	Sec	1,6
			Saturat	4,6
CF	Capa filtrant polipropilè	0,001	950	0,95
P	Protecció: substrat	0,150	Sec	1120
			Saturat	1400
CV	Capa vegetal (<i>Sedum</i> , <i>Sempervivum</i> , etc)	0,300	10	10,00

TOTAL SEC	216,67	Kg/m^2	2,12	kN/m^2
TOTAL SATURAT	264,72	Kg/m^2	2,59	kN/m^2

- Segons l'Annex C del CTE DB-AE, la coberta, sobre forjat (pes en projecció horitzontal) per a una coberta plana, a la catalana o invertida amb acabat de grava és $2,5 \text{ kN/m}^2$. Podem veure que el pes de la coberta vegetal saturada (15 cm de gruix de substrat) és de $2,6 \text{ kN/m}^2$, un valor prou similar (4% superior), de forma que l'augment de resistència respecte al d'una coberta estàndard no seria molt significatiu.

Per tant, per a una coberta d'aquestes característiques no serà necessari un gran augment d'armat i per tant de cost d'execució de l'estructura respecte al calculat per a una coberta catalana. Per a altres tipus de cobertes amb més gruix de substrat, més retenció d'aigua i plantes més pesades, si hi haurà un augment important i s'haurà de calcular el seu pes i assegurar que el forjat pot suportar-lo.

Per últim, el [DB-HE \(Estalvi d'energia\)](#) contempla:

- La limitació del consum d'energia i de la demanada d'aquesta, en aquest apartat cal dir que és imprescindible complir amb uns valors màxims i límit de transmissió sempre que la coberta vegetal pertanyi a l'envoltant tèrmic. S'entén per aïllament tèrmic qualsevol material amb una conductància tèrmica igual o menor a $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$, cosa que no compleix ni la formació de pendents ni el substrat ni la capa vegetal, per això generalment és necessària la col·locació d'una capa amb la funció principal d'aïllament tèrmic. La coberta vegetal (el conjunt de totes les capes que la formen) hauran de tenir una transmissió tèrmica igual o menor a la màxima que indica la taula 2.3 per a cada zona climàtica.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

A més, si hi ha més d'una tipologia de coberta, la mitjana de les transmissió tèrmiques de les cobertes de l'edifici, ponderades segons l'àrea de cada una, haurà de ser menor que la transmissió tèrmica límit de coberta que indica l'Apèndix D per a cada zona climàtica. Si sols hi ha una tipologia de coberta, la transmissió d'aquesta deurà ser igual o inferior a aquests valors:

Zona climàtica	A	B	C	D	E
$U_{\text{Clim}} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Per tant, en cada zona climàtica i segons la resta de les capes s'haurà de col·locar un gruix d'aïllant que complisca amb aquests valors de demanda energètica.

9.4. ALTRA NORMATIVA DE L'ESTAT ESPANYOL:

Cal dir que en la recerca de normativa referent a requisits constructius de les cobertes vegetals es va consultar també la normativa ja derogada, anterior al CTE, anomenada *Normas Básicas Edificación*, en concret l'apartat QB-90 que fa referència a cobertes amb materials bituminosos, i en la que en l'apartat 3.4.1.4 *Protección pesada con tierra vegetal* indica que:

“Cuando la cubierta sea ajardinada, debe colocarse sobre la impermeabilización una capa drenante de árido de canto rodado carente de materias extrañas, cuyo espesor sea 20 cm, como mínimo, dicha capa puede tener un espesor menor en el caso de que se disponga sobre la impermeabilización, como protección, una capa de mortero de cemento y arena cuyo espesor sea 3 cm, como mínimo.

Cuando la última lámina colocada no sea resistente a la perforación por raíces es necesario colocar encima de ella una capa de un material que impida el crecimiento de las mismas, no considerándose suficiente la utilización de pinturas para este propósito.

Sobre la capa drenante debe disponerse una capa separadora filtrante para evitar el paso hasta la primera de tierra vegetal arrastrada por el agua. Por último, debe colocarse una capa de tierra vegetal.”

És a dir, bàsicament el mateix que el CTE, amb la diferència que aquest últim ja no especifica que la capa drenant haja de ser de grava, ampliant les possibilitats a drenatges plàstics i que no indica la necessitat d'una impermeabilització anti arrels. La forma de redacció actual també dóna a entendre una preferència per l'opció de coberta invertida (parla d'una capa separadora sobre l'aïllament tèrmic), mentre la redacció antiga parlava d'una capa de protecció sobre la impermeabilització.

Tenint en compte que van passar 16 anys entre la redacció del NBE-QB-90 i el CTE (1990-2006), els requisits quant a cobertes vegetals no van variar gaire.

Això no obstant, les NTE (*Normas Tecnológicas Edificación*, 1972) que són de la mateixa època que les NBE (1977), però amb caràcter orientatiu i no normatiu ni obligatori, si recullen informació extensa sobre cobertes vegetals, concretament en l'apartat [QAA \(Cubiertas Azoteas Ajardinadas\)](#) contés 13 pàgines on s'explica conceptes com criteris de disseny, selecció de plantes segons el clima, seccions constructives i punts singulars, control d'execució, criteris de valoració econòmica i manteniment, entre d'altres. És un document interessant d'analitzar, sobretot tenint en compte la seva antiguitat i que ja recollia solucions constructives que hui dia estan començant a ser habituals.

9.5. JUSTIFICACIÓ D'IDONEÏTAT TÈCNICA:

Les capes escollides, així com el seu ordre i materials compleixen cadascuna una funció dins de la coberta, mentre que la unió de totes elles crea un sistema que reuneix totes les funcions necessàries per a un tancament de coberta.

El suport estructural i estabilitat del sistema correspon al SR, la retenció d'aigua per a evitar l'entrada a l'espai habitable i la redirecció d'aquesta als punts de desguàs correspon a la impermeabilització, la formació de pendents i la capa drenant. Totes les capes aporten cert nivell de resistència tèrmica, però és l'aïllament tèrmic el que compleix aquesta funció. La funció de protecció de les capes inferiors de les inclemències climàtiques correspon al substrat que és retingut per la capa filtrant. Per últim la capa vegetal aporta diferents beneficis i és ajudada per les capes de substrat, drenatge i retenidora per tal de mantenir-se en bon estat.

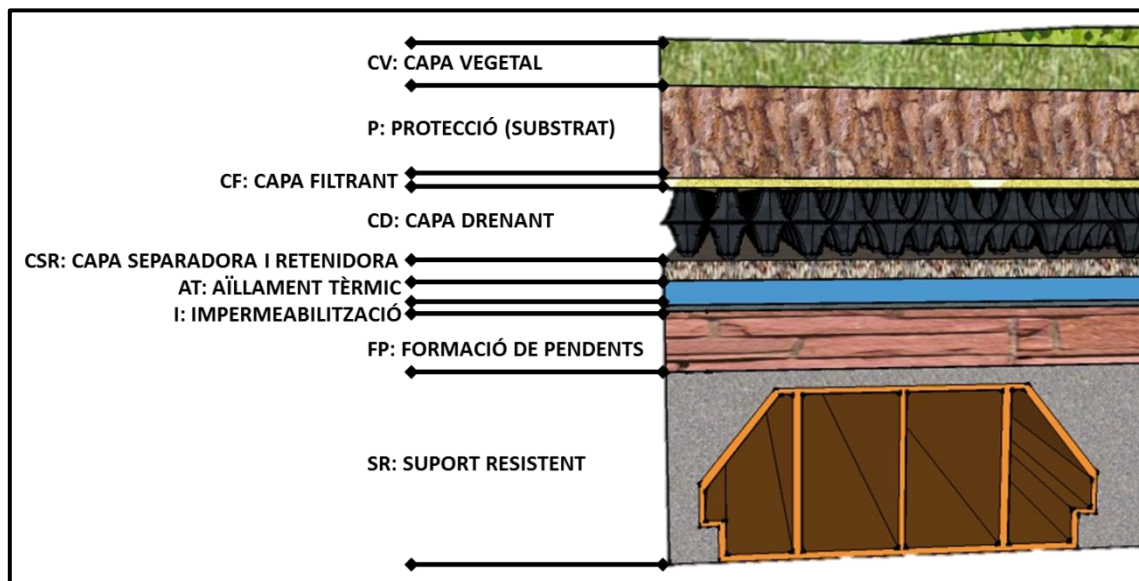


Figura 9.3 (Font Pròpia): Esquema de les diferents capes de les que consta la solució constructiva analitzada amb el nom de cada una de elles.

9.6. PERMISOS D'OBRA DE REFORMA.

En el cas d'una comunitat de veïns que opten per la rehabilitació de la coberta mitjançant la transformació d'aquesta en una coberta vegetal hauran de votar la modificació de l'element comú en junta de veïns, havent d'obtenir el vot positiu de les $\frac{2}{3}$ parts dels propietaris i que al seu torn representen les $\frac{2}{3}$ parts de les quotes de participació segons estableix la Llei de Propietat Horitzontal en el seu article 17, quedant obligats tots els propietaris al pagament de les despeses de les obres i manteniment sempre que no excedisca l'import de tres mensualitats ordinàries de despeses comunes.

Tant per a comunitats de veïns com per a particulars, per a la realització d'aquesta obra serà necessari un permís d'obra major, ja que les obres que afecten elements estructurals (pilar, biga, paret mestra, sòl, sostre -forjat-, coberta) requereixen aquest permís, i per tant com a obra major s'haurà de redactar projecte d'execució, reforma o rehabilitació, amb la qual cosa es requereix un arquitecte per redactar-lo i contractar la direcció d'obra; en la majoria dels casos serà necessari també l'actuació d'un arquitecte tècnic per a la direcció d'execució material, i a més, redactarà un estudi de seguretat i salut i realitzarà l'encàrrec de coordinació de seguretat i salut.

10. MANTENIMENT DE LA COBERTA VEGETAL EXTENSIVA

El manteniment de la coberta vegetal extensiva serà molt menor al d'altres tipus de coberta vegetal com la intensiva.

10.1. MANTENIMENT DE LA VEGETACIÓ I EL SUBSTRAT

En la coberta vegetal extensiva el manteniment de la vegetació i el substrat es limitarà a:

- Dues voltes a l'any:
 - Revisió de l'estat de la vegetació: presència de calbes, zones sense vegetació, etc.
 - Revisió de l'estat de les plantes: salut general, presència de plagues, estat de les fulles, etc.
 - Retirada de vegetació morta o malalta.
 - Retirada de vegetació no desitjada (males herbes, plantes invasores, plantes massa grans, etc.)
 - Revisió de l'estat del substrat: presència de calbes, zones sense substrat, etc.
 - Revisió de l'estat del substrat: humitat, planícia (no arrossegat pel vent), compactació, etc.
 - Replantació de vegetació retirada o nova plantació en zones calbes.
 - Aportació de substrat si fa falta per algun motiu (compactació, etc.)

10.2. MANTENIMENT DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS

- Una volta a l'any i després de fortes tempestes:
 - Neteja de desguassos, embornals i sobreexidors i comprovació del seu funcionament.
 - Revisió i neteja del retenidor de grava dins de les caixes de registre.
 - Comprovació posició i estat dels perfils separadors de materials.
 - Recol·locació de la grava al voltant dels punts singulars.
- Cada tres anys:
 - Comprovació de l'estat de l'aïllament tèrmic en les caixes de registre (posició, gruix).
 - Comprovació de l'estat de la manta retenidora en les caixes de registre (posició, gruix).
 - Comprovació de l'estat de la capa filtrant i drenant al costat de perfil separador material.
 - Comprovació de l'estat de punts singulars (retirada de la grava en punt aleatori i revisió ocular).
- Cada 10 anys:
 - Comprovació de l'estat de punts singulars (retirada de la grava i revisió a fons).
 - Comprovació de l'estat de la impermeabilització: Si es guarda una mostra del sobrant de la impermeabilització, per exemple, baix la grava d'un punt singular, exposada al mateix clima i situació que la làmina impermeabilitzant, es pot comprovar l'estat d'aquesta passats els anys. Aquesta mostra pot donar-nos informació orientativa important sobre l'estat de la làmina.

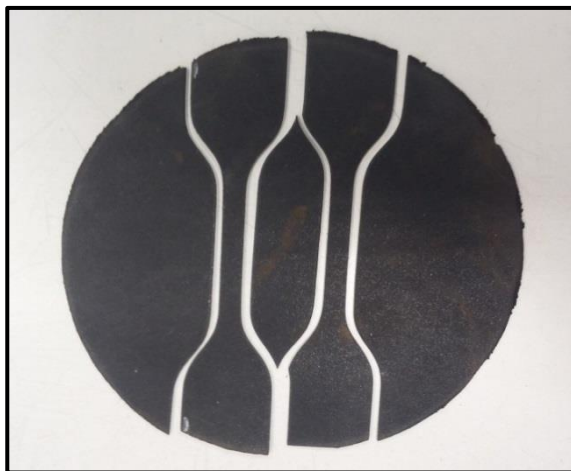


Figura 10.1 (www.rollgum.com): Peça circular d'EPDM (potser sobrant de la col·locació d'un desguàs). D'aquesta peça s'han tallat dos mostres per tal de realitzar proves de resistència a tracció. Aquesta mateixa prova es podria realitzar passats 10 anys per conèixer l'estat de l'EPDM que ha estat exposat a les mateixes inclemències que la làmina instal·lada.

10.3. MANTENIMENT D'INSTAL·LACIONS

- Revisió bianual del funcionament de les instal·lacions de reg o reg automàtic i regulació d'aquest.

11. BENEFICIS DE LES COBERTES VEGETALS

11.1. BENEFICIS PER ALS PROPIETARIS

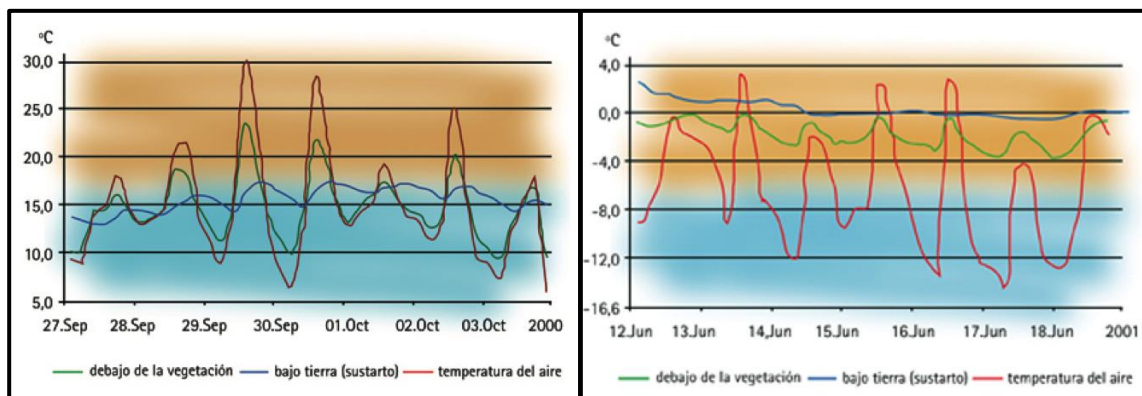
a) ESTALVI D'ENERGIA

Les cobertes vegetals aïllen tèrmicament l'edifici, i per tant, aquest té un menor consum d'energia per tal d'aconseguir una temperatura de confort, com veurem en l'apartat [Comportament Energètic](#).



Figures 11.1 i 11.2 (www.pthorticulture.com) : Foto de l'esquerra : Sostre Verd de Chicago City Hall Font: Informe de Pla d'Acció pel Clima de Chicago. Foto de la dreta: Imatge infraroja del sostre verd de l'Ajuntament Chicago amb tecnologia de detecció de calor, mostra en un dia típic, el sostre verd Ajuntament Chicago és de fins a 43°C més fred que el sostre convencional contigu.

Contribueixen a l'aïllament tèrmic de la coberta mitjançant l'absorció de la radiació solar i el refredament per evapotranspiració, aconseguint una reducció de fins al 60% del flux tèrmic d'energia que entra dins de l'edifici, amb el conseqüent estalvi d'energia per a climatització. (*Olivieria et al., 2013*)



Figures 11.3 i 11.4: (www.vivierendea.com) Temperatures d'un sostre verd amb un substrat de 16 cm mesures durant una setmana d'estiu (esquerra) i d'hivern (dreta), a Kassel (Alemanya).

Els gràfics de les figures 11.3 i 11.4 mostren els resultats dels mesuraments de temperatura que l'autor va fer a Kassel en un sostre verd d'inclinació lleu. Aquest sostre estava cobert per una espessa vegetació de pastures silvestres / herbes silvestres, formant un substrat lleuger de 16 cm de gruix. Amb una temperatura al migdia d'uns 30 ° C al setembre, la temperatura a la coberta per sota de la capa de substrat ascendia fins a un valor màxim de 17,5° C. Amb una temperatura de -14° C al gener, la temperatura sota terra (substrat) no va baixar mai per sota de 0° C. les corbes evidencien una reducció particularment fort de les diferències de temperatura, mostrant així el potencial del seu estalvi energètic en la climatització de l'edifici.

(Minke et al., 2009) (ecohabitar.org)

b) PROLONGACIÓ VIDA ÚTIL DE LA COBERTA

L'element més important de la coberta en l'àmbit funcional és la impermeabilització i els majors enemics d'aquest element són els rajos UV i les tensions mecàniques produïdes per les variacions de temperatura. Aquests dos factors es troben totalment anul·lats en les cobertes vegetals, ja que la impermeabilització està completament coberta per les diverses capes i sobretot pel substrat, la qual cosa la protegeix dels rajos UV i manté una temperatura estable durant tot el dia i les distintes èpoques de l'any, per contra, en les cobertes vegetals la làmina impermeable pot ser atacada per les arrels, de forma que han de ser resistents a aquestes.

Com hem vist en el punt anterior, una coberta tradicional pot estar fins a 43 °C més calenta que una vegetal, açò provoca la dilatació i contracció de distintes capes que transmeten aquests esforços mecànics a la impermeabilització, que a més també sofreix els canvis extrems de temperatures que com hem vist a les figures 11.3 i 11.4 no es donen en les cobertes vegetals. Igual que una coberta invertida protegeix la impermeabilització d'aquests esforços, una coberta vegetal ho fa d'igual forma, si a més parlem de cobertes invertides vegetals, la impermeabilització està doblement protegida, podent prolongar la seua vida útil d'una forma considerable.

Les cobertes vegetals tenen, de mitjana, una vida útil de 25 anys, cosa que implica una reducció de costos per reparacions i manteniments de sostres en un 40%, a l'evitar haver de substituir les diferents parts de forma periòdica.

A més, a diferència de les cobertes amb enrajolat fixe, com la catalana, en cas de ser necessària la reparació o substitució de l'aïllament, es poden retirar les capes superior i tornar a utilitzar-les, estalviant costos.

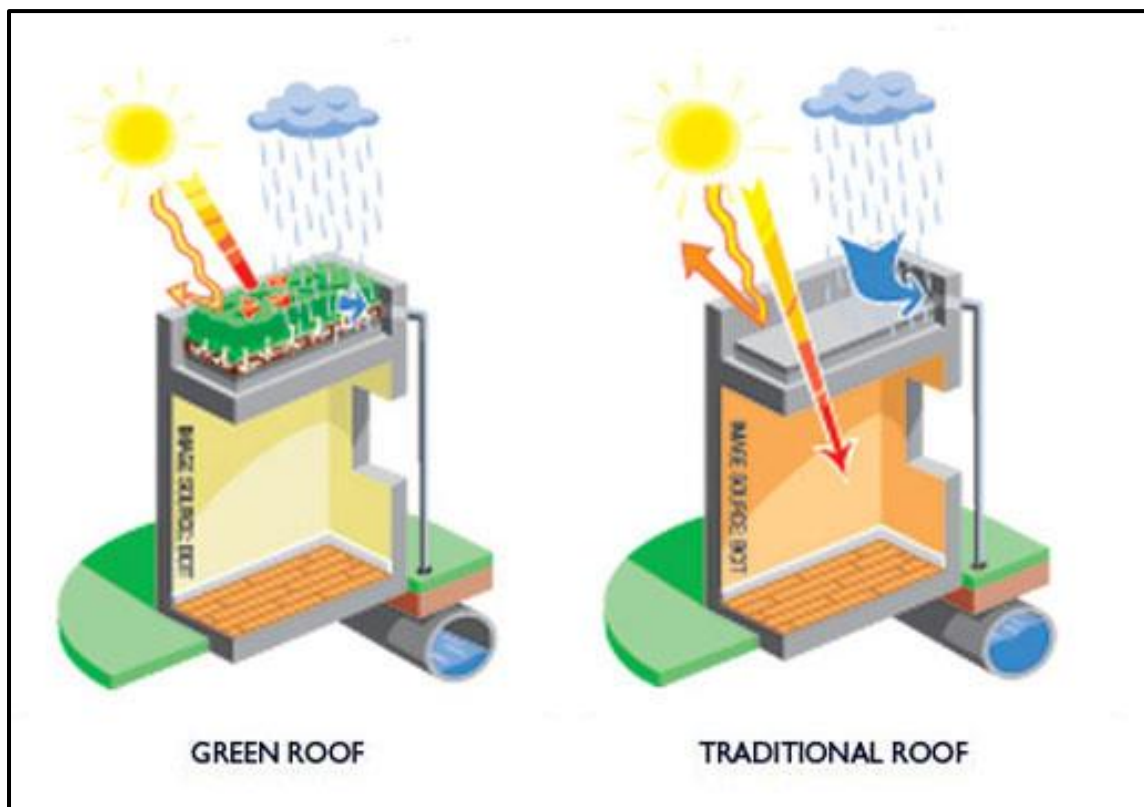


Figura 11.5: (commons.bcit.ca) Comportament d'una coberta vegetal on l'energia solar es reflectida per la vegetació i l'aigua es retinguda en els substrat evitant el col·lapse del sistema d'evacuació, comparada amb la coberta convencional on gran part de l'energia entra en l'habitacle i l'aigua discorre directament al sistema de clavegueram.

c) MILLORA DE LA PROTECCIÓ ENFRONT DEL SOROLL

Diferents investigacions han demostrat que les cobertes vegetals milloren els valors d'aïllament acústic respecte a una coberta convencional. En comparar les pèrdues de transmissió del so en diverses cobertes amb o sense vegetació, es van obtenir reduccions entre 5-20 dB. (Lagström, 2004).

L'acabat vegetal (plantes i substrat) redueix el soroll per mitjà de l'absorció, que produeix una transformació de l'energia sonora en calor i moviment. La reflexió, per la seua part, crea una dispersió de les ones causada per l'acabat irregular que presenta tant la superfície vegetal (fulles) com el substrat.

En el cas de l'absorció és més gran l'efecte que produeix el substrat que el de les plantes. Per a un angle d'incidència del so vertical, la capa de plantes aconseguix per mitjà de l'absorció una molt reduïda disminució del so d'alta freqüència, per altra banda la capa de terra (per a un gruix de 12 cm) la reducció ascendeix aproximadament a 40 dB, podent arribar a 46 dB per a un gruix de 20 cm. (Robinette, 1972)

Mesures sobre una coberta plana enjardinada d'un hospital a Karlsruhe (Alemanya), van demostrar que, en les façanes situades en els voltants, a conseqüència de l'absorció i la reflexió, el soroll del trànsit baixava al voltant de 2-3 dB. Per tant són reduïdes més pronunciadament les freqüències altes que es consideren especialment molestes (Mürb, 1981).

Per tal d'absorbir les ones de so, l'obstacle ha de tenir una mida similar a la freqüència de l'ona, de forma que la difracte i trenque l'ona de so. La capa d'aire que es crea entre les fulles i el substrat és capaç d'absorbir els sorolls de baixa freqüència, amb ones més gran, mentre que la forma porosa del substrat és capaç d'absorbir els sorolls d'alta freqüència, amb ones més petites.



Figura 11.6: (igra-world.com) Imatge utilitzada per a expressar la importància de l'aïllament acústic en zones properes a aeroports o altres fonts de soroll, com indústries, carreteres, etc.

d) SUPERFÍCIE LLIURE UTILITZABLE

Les cobertes són usualment espais poc aprofitats en les construccions actuals. És un espai pla sobre l'edifici amb molt de potencial que poques voltes s'utilitza més enllà d'estendre la roba o emmagatzemar objectes. Una possible explicació podria ser que en hivern fa molt de fred per a ser utilitzada i en estiu, degut a l'assolellament i el calfament del paviment no és agradable per al seu ús. Altres motius poden ser que la coberta no siga transitable, com per exemple una coberta protegida amb grava.

Les cobertes vegetals solucionen part d'aquests problemes, ja que ofereixen un ambient refrescant en estiu, sense calfament del paviment i fàcilment transitable, inclús les extensives per a un ús privat moderat poden ser trepitjades.

En una altra escala estan les cobertes de grans superfícies comercials que, sense haver d'adquirir terreny addicional i sempre que l'estructura ho permeta, poden ser utilitzades com grans espais naturals per a passejar, practicar esport, prendre alguna beguda en un entorn relaxat lluny de cotxes i contaminació. Tenint en compte el preu dels terrenys dins de les ciutats, és una opció a tenir en compte per a desenvolupar aquest tipus d'activitats.

En la ciutat de Nova York s'està començant a utilitzar cobertes planes d'edificis comercials i industrials de la ciutat per a crear cobertes vegetals on instal·len horts urbans on planten diferent tipus d'aliments (enciams, tomaques, etc.) que després distribueixen en tendes properes situades al centre de la ciutat i també a restaurants, obtenint un producte fresc i de quilòmetre zero.



Figures 11.7 i 11.8: (rooftopfarms.org) Eagle Street Rooftop Farm (Granja sobre la coberta d'Eagle Street) i una altra coberta vegetal amb un hort urbà a Brooklyn (Nova York).

e) BENEFICIS PSICOLÒGICS DE L'OBSERVACIÓ DE LA NATURALES

Diversos estudis psicològics han demostrat l'efecte positiu que té una vista a un espai natural, ja que atrapa l'atenció d'aquells que l'estan veient, allunyant-los dels seus problemes i preocupacions; la qual cosa es tradueix en una aportació a la salut. Estudis realitzats en pacients en un mateix hospital i recuperant-se de la mateixa operació, uns amb una vista a un jardí i altres a una paret. Els pacients amb la vista al jardí van tenir una estada postoperatòria més curta, van prendre menys calmants i van tenir menys comentaris negatius sobre les infermeres que els pacients les habitacions miraven a una paret (ecocosas.com/).

Un estudi del Laboratori de Paisatge i Salut Mental de la Universitat d'Illinois, als Estats Units d'Amèrica, diu que els nens que juguen en àrees verdes tenen menys possibilitats de tenir trastorn del dèficit d'atenció o hiperactivitat (TDAH), i que estar a prop d'arbres i plantes és una gran ajuda en el tractament dels nens que tenen aquests diagnòstics. (A. Faber Taylor, 2001) (lhhl.illinois.edu)

Un article de premsa recull els beneficis de la presència d'arbres i vegetació en la salut física i mental de les persones, com diu l'article del *The Washington Post* (washingtonpost.com) un equip d'investigadors va presentar un cas convincent de per què els barris urbans plens d'arbres són millors per a la seva salut física. La investigació va aparèixer a la revista d'accés obert *Scientific Reports*, on deia Marc Berman, un co-autor de l'estudi i també un psicòleg de la Universitat de Chicago, que la reducció de l'estrès que provoca estar al voltant de zones verdes (un efecte mental que es tradueix en beneficis físics) o la possibilitat que estar envoltat d'arbres d'alguna manera augmenta la propensió d'un per fer exercici. També suggereix que la millora de la qualitat de l'aire per si sola pot no ser capaç d'explicar per què les persones subjectivament perceben la seva salut com a millor quan viuen al voltant de més arbres, a més de les millores observades en altres mesures de salut - el que implica un possible factor psicològic.



Figura 11.9: (washingtonpost.com) Imatge que il·lustra l'article on s'explica els beneficis psicològics de l'observació d'un entorn natural.

A més les cobertes poden ajudar a reduir el conegut com *Síndrome del edifici enfermo* que consisteix en una sèrie de símptomes diversos que presenten, predominantment, els individus en aquests edificis i que no van en general acompanyats de cap lesió orgànica o signe físic, diagnosticant-se, sovint, per exclusió. (insht.es)

f) CRÈDITS LEED

LEED (acrònim de *Leadership in Energy & Environmental Design*) és un sistema de certificació d'edificis sostenibles, desenvolupat pel Consell de la Construcció Verda d'Estats Units (*US Green Building Council*). Va ser inicialment implantat l'any 1993, utilitzant-se en diversos països des de llavors.

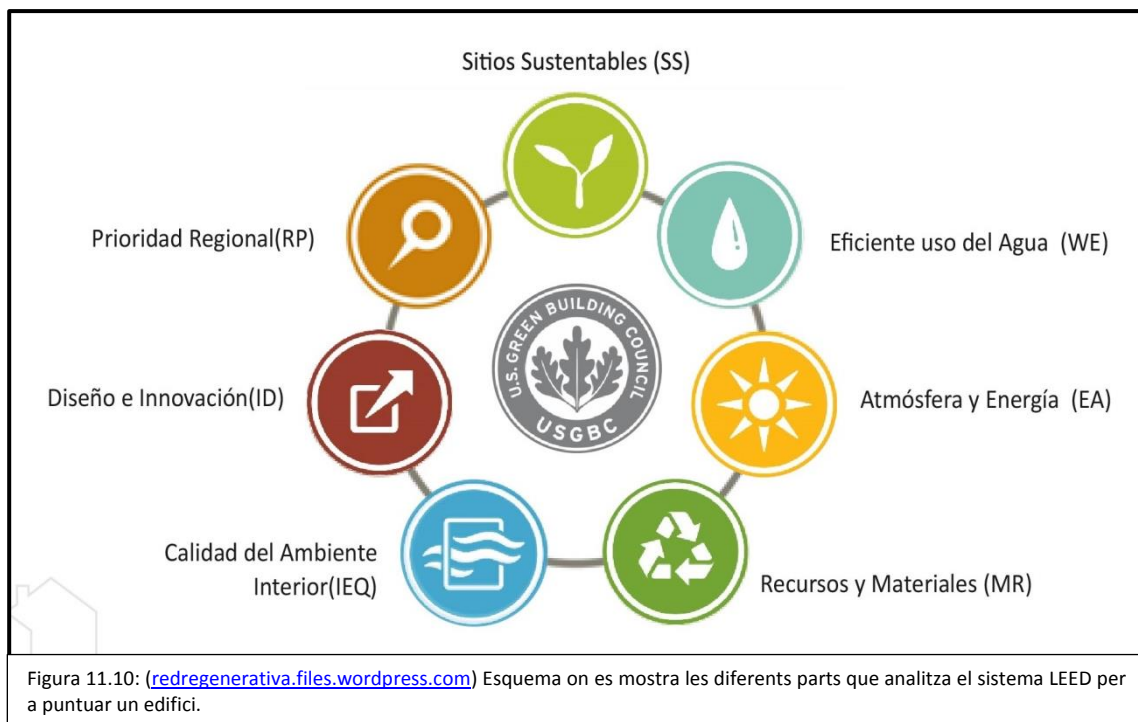
Es compon d'un conjunt d'indicadors sobre la utilització d'estratègies encaminades a la sostenibilitat en edificis de tot tipus. Es basa en la incorporació en el projecte d'aspectes relacionats amb l'eficiència energètica, l'ús d'energies alternatives, la millora de la qualitat ambiental interior, l'eficiència del consum d'aigua, el desenvolupament sostenible dels espais lliures de la parcel·la i la selecció de materials.

La certificació, d'ús voluntari, té com a objectiu avançar en la utilització d'estratègies que permeten una millora global en l'impacte mediambiental de la indústria de la construcció. (cagbc.org)

Els principals crèdits LEED que pot optar un edifici per tenir coberta vegetal són:

- CRÉDITO Parcela Sostenible: *GESTIÓN DEL AGUA DE LLUVIA BD&C (1-3 Puntos)*
- CRÉDITO Parcela Sostenible: *REDUCCIÓN DE LAS ISLAS DE CALOR BD&C (1-2 Puntos)*
- CRÉDITO Eficiencia Agua: *REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EXTERIOR BD&C (1-7 Puntos)*
- CRÉDITO Energía Y Atmosfera: *OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA BD&C (1-20 Puntos)*
- CRÉDITO Innovación: *INNOVACIÓN BD&C (1-5 Puntos)*
- CRÉDITO Materiales y Recursos: *VERIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA DURABILIDAD (1 Punto)*
- PRERREQUISITO Parcela Sostenible: *PLANTAS NO INVASORAS*

Segons el disseny de la coberta, el tipus de coberta i els sistemes que en aquesta s'implementen es pot optar a més punts.



Així, la ferramenta LEED incorpora indicadors en relació a les cobertes vegetals, promovent el seu ús en edificis que aspiren a gaudir d'aquest segell de qualitat.

g) MILLOREN L'EFICIÈNCIA DELS PANELLS SOLARS FOTOVOLTAICS

Alguns estudis (Köhler, M. et al., 2002) han conclòs que les cobertes vegetals són notablement més fredes que els sostres bituminosos convencionals, i com les temperatures més baixes condueixen a tensions superiors als panells fotovoltaics basats en silici, la generació d'electricitat de l'energia fotovoltaica a les cobertes vegetals és més alta que en els sostres convencionals. A causa de l'activitat de construcció que acompanya la instal·lació de la coberta era difícil d'avaluar la vegetació durant el primer any; No obstant això, a partir del segon any en la investigació de la vegetació sota el panell indica de manera significativa la millora en el creixement de les espècies en relació amb l'altura i la densitat del fullatge. També sembla haver-hi un canvi en les espècies de plantes petites (per exemple, *Sedum*) cap a altres més grans, com ara *Artemisia*.

Els panells solars fotovoltaics basats en silici tenen un funcionament millor a temperatures baixes que a temperatures elevades, açò passa pel fenomen fotovoltaic i la conductivitat del silici, de forma que els fabricants en les fulles tècniques indiquen la potència a una temperatura de 25 °C i donen el valor del coeficient de temperatura.

D'aquesta forma un panell que a 25 °C produeix 250 W, amb un coeficient de temperatura de -0,43%/°C, produiria 276,88 W (+10,75%) a 0 °C i 169,38 W(-32,25%) a 100 °C. Dins de les variacions que pot produir una coberta vegetal que són, com hem vist a [l'apartat d'estalvi d'energia](#), amb una variació de temperatura de 23 a 66°C, la potencia passaria de 252,15 W a 205,93 W, una diferencia de 46,23 W (22,45%).

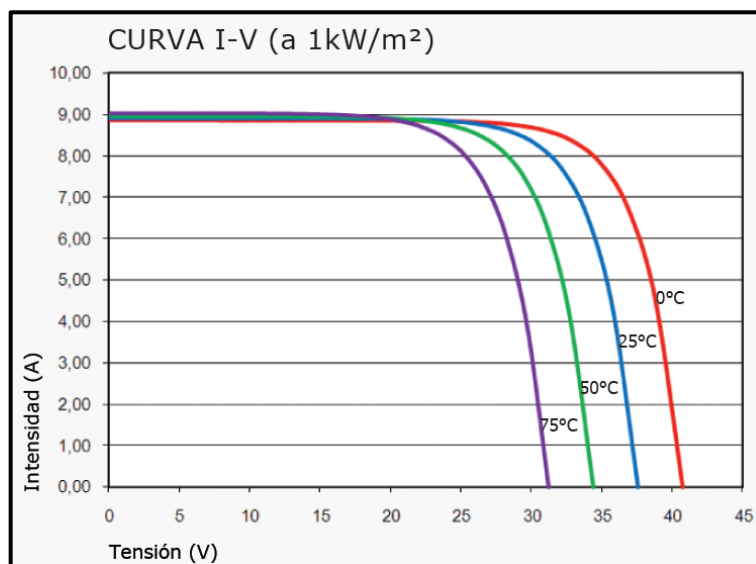


Figura 11.11: [atersa.com](#) taula extreta de la fitxa tècnica del panell solar A-250-P de la marca Atersa on es mostra la caiguda de tensió (voltatge) d'una placa solar a mateix intensitat i radiació solar, es a dir, a causa de la temperatura.

Com podem veure és una diferència important, però si ho traduïm a diners, amb unes 1500 h de potència nominal a l'any (a la zona climàtica III segons taula 2.2 del DB-HE5) podríem augmentar la producció en 69,34 kW, que amb un preu de 0,13 €/kWh d'energia elèctrica, podria suposar un estalvi de 9,01 €/any per cada panell solar de 250 W instal·lant.

Cal dir també que la neteja periòdica que requereixen els panells solars per tal de funcionar eficientment, és a dir, retirar la pols i brutat de la superfície de la placa, realitzada generosament amb una mànega d'aigua, podria arribar a ser suficient regadiu per a una coberta extensiva en estiu, depenent del clima i la vegetació.

h) AUGMENT ESTÈTIC

Els beneficis estètics estan relacionats amb l'apartat [Beneficis psicològics de la observació de la naturalesa](#), però més enllà dels beneficis psicològics està el punt de contrast amb els edificis del voltant, el colorit, etc. A més aquest augment estètic augmenta el valor mercantil de l'immoble.

El canvi estètic és significatiu com es pot veure en aquestes imatges:



Figures 11.12 i 11.13: ([landscapeonline.com](#) ; [urbanmatter.com](#)) Ajuntament de Chicago (EUA), abans i després de la instal·lació d'una coberta vegetal.



Figures 11.14 a 11.17: ([cubiertaverde.wordpress.com](#)) Obra realitzada a la Facultat de Dret de la Universitat de Buenos Aires, amb una superfície de 406m² i 15cm de substrat. Té 4 tipus de *sedum* i 2 tipus de suculentes. Va ser instal·lada al 2013.



Figures 11.18 i 11.19: ([slideshare.net](https://www.slideshare.net)) Edifici Allianz Versicherung a Stuttgart (Alemanya) durant la seva construcció al 1982 i després de la instal·lació d'una coberta vegetal. Va rebre el premi "Green Roof of the Year 2014" per l'associació més antiga de cobertes vegetals (DDV: Deutscher Dachgärtner Verband)



Figures 11.20 i 11.21: (inhabitat.com) Simulació digital de l'abans i el després d'un barri de la ciutat de Philadelphia amb la instal·lació d'una infraestructura de construcció "verda", dins del projecte "Green Roofs for Healthy Cities"

En zones rurals o forestals protegides com parcs naturals o reserves de fauna, la coberta vegetal podria ser un requisit a l'hora de construir edificacions, per tal d'integrar l'obra en el paisatge.

Un altre benefici visual que pot tenir la coberta vegetal és dissimular els shunt o xemeneies que surten a les cobertes per a ventilar habitacions interiors de l'edifici, que han de tenir una altura mínima sobre la protecció però poden ser en part ocultades amb plantes de port mitjà o plantes enfiladisses que ocultes l'estructura però no tapen les ventilacions. Aquestes boques d'expulsió tindran una altura mínima d'1 m si no hi ha cap obstacle a menys de 10 m. Si hi ha obstacles a menys d'aquesta distància serà igual o superior a la seua altura segons el cas i en el cas de cobertes transitables tindrà una altura mínima de 2 m. Per tant és una altura considerable que es pot tapar i dissimular amb plantes.

i) INVERSIÓ ECONÒMICA

Les cobertes vegetals tenen fama de ser més cares de construir que una coberta tradicional, no obstant hi ha casos en què no és així. En el cas de la zona mediterrània en la qual ens trobem la coberta més habitual és la coberta plana ventilada amb enrajolat fix, coneguda com a coberta catalana i que té un cost aproximat de 100 €/m², mentre que una coberta vegetal extensiva amb 15 cm de substrat té un cost aproximat de 94 €/m² i és, per tant, més econòmica d'executar.

És cert que en altres zones climàtiques on la coberta habitual siga més barata (no ventilada, autoprotegida, de grava), la coberta vegetal resultarà més cara.

També cal dir que la quantitat de residus que genera la construcció d'una coberta vegetal és menor que la d'una coberta a la catalana i per tant té menys despeses de gestió de RCD.

A llarg termini la coberta vegetal ofereix una durabilitat més alta i una facilitat d'accés a la membrana impermeabilitzant a l'hora de reparar-la o substituir-la que fa que també siga menys costos el manteniment d'aquesta, sempre que siga del tipus extensiva i per tant no tinga requeriments de manteniment de jardineria, reg, abonat, etc.

Per últim, si parlem del cost de l'estructura, una coberta vegetal extensiva com la que hem nomenat té un pes semblant, lleugerament major (4%), a una coberta catalana segons la normativa, i per tant el cost d'una estructura més resistent seria pràcticament el mateix.

Segons [Danosa](#) (*Derivados Asfálticos Normalizados S.A.*), empresa puntera en impermeabilitzacions i solucions constructives de coberta, incloses solucions per a cobertes vegetals, la conversió d'una coberta desaprovechada en una coberta vegetal pot revaloritzar l'immoble fins a un 12%.

Per últim el comportament energètic de la coberta vegetal també ens permet estalviar energia i per tant diners, com veurem a l'apartat [12. COMPORTAMENT ENERGÈTIC](#).

11.2. BENEFICIS PER A LA SOCIETAT

a) REDUCCIÓ DE L'EFECTE ILLA DE CALOR

Sens dubte el benefici més gran per a la societat que aporten les cobertes vegetals en les grans ciutats és la reducció de l'efecte illa de calor o microclima urbà (un determinat lloc de la ciutat on la calor és molt més intensa que en la resta de la ciutat o en el camp al voltant, aquesta diferència pot arribar fins als 12 °C, i sobretot, les nits són més calentes en aquestes zones).

El microclima urbà o Illa de calor és un tipus de microclima que es dona sota qualsevol tipus de clima com a conseqüència directa de la urbanització d'un territori. La naturalesa de cada microclima urbà varia segons estiguen constituïdes les àrees urbanes, i depèn de la presència o no de grans superfícies d'espais oberts, rius, la distribució de les indústries i la densitat i altura dels edificis. En general les temperatures són més altes en les zones centrals i gradualment davallen cap als suburbis, la precipitació augmenta i el vent s'altera i disminueix, encara que es generen turbulències d'aire amb alta velocitat en la part alta dels edificis.

En l'àrea urbana hi ha un canvi en el balanç energètic, que sovint comporta que les temperatures de la ciutat siguin més altes que les dels voltants no urbans. El balanç energètic també està afectat per la carència de vegetació en les àrees urbanes que inhibeix el refredament per evapotranspiració. (wikipedia.org)

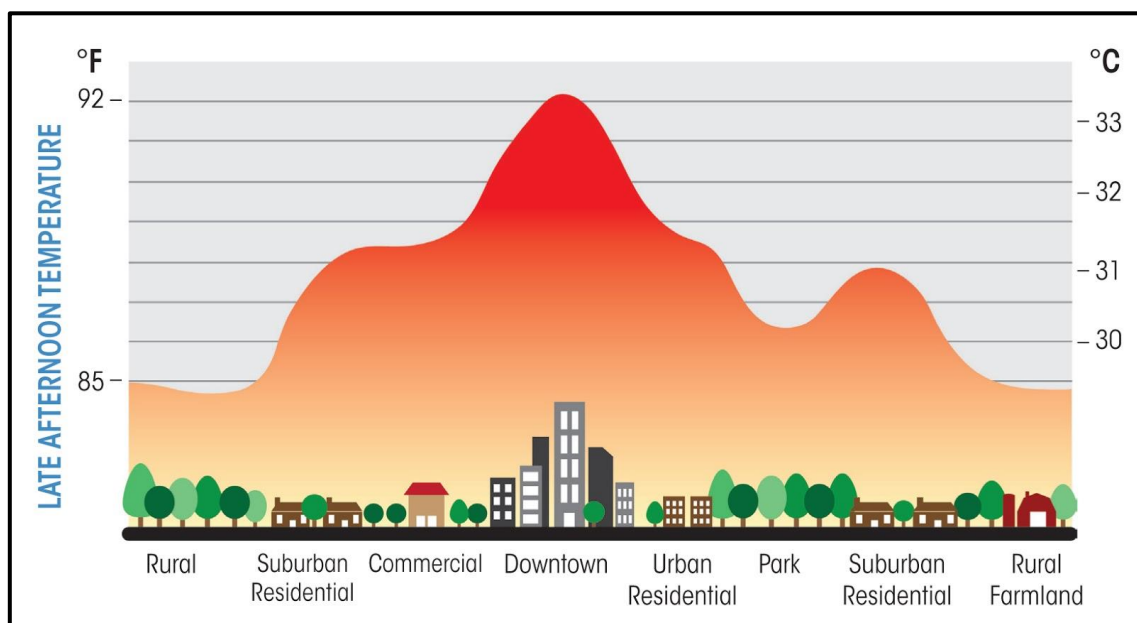


Figura 11.22: (tuataratech.com) Esquema de l'efecte illa de calor. Es pot observar com al centre de la ciutat la temperatura es major que 33°C mentre que a les zones rurals del voltant la temperatura esta per baix de 30°C.

- Causes de l'illa de calor urbana: (Factors que interaccionen per a la formació d'una illa de calor)
 - L'emissió i reflexió de calor des d'edificis industrials i domèstics.
 - L'absorció per part del ciment, maons i asfalt de calor durant el dia, i emissió a l'atmosfera a la nit.
 - La reflexió de radiació solar pels vidres dels edificis i les finestres.
 - L'emissió de contaminants higroscòpics des dels cotxes i les indústries pesants actuen com nuclis de condensació que originen núvols baixos de contaminació (*smog*) que poden atrapar la radiació.
 - L'absència relativa d'aigua en les àrees urbanes significa que s'ha de fer servir menys energia per evapotranspiració i per tant n'hi ha més per escalfar la baixa atmosfera.



- L'absència de vents forts fa d'una banda que no es disperse gaire calor i de l'altra que no vinga aire més fresc de les àrees rurals i suburbanes adjacents.
 - En el cas de les temperatures diürnes varien menys respecte les zones no urbanes que les nocturnes. Hi ha estudis que van trobar que Barcelona era 0,2 °C més fresca per a les màximes diàries i 2,9 °C més càlida per les mínimes diàries que una estació meteorològica rural propera (Moreno-Garcia, 1994).
 - S'ha de tenir en compte la gran capacitat d'absorció de calor de les ciutats i que per exemple el ciment pot emmagatzemar 2.000 vegades més calor que un volum equivalent d'aire.
 - A la nit la situació és a la inversa. L'absència d'escalfament solar fa que davall la convecció atmosfèrica i la capa de calor urbana comença a estabilitzar-se, si hi ha prou estabilització es forma una capa d'inversió de temperatura. Això atrapa l'aire urbà prop de la superfície i permet que s'escalfe a través de les encara calentes superfícies urbanes formant l'illa de calor nocturna.
- Conseqüències de l'efecte illa de calor:
- Disminució de la insolació entre un 5 a un 15% menys.
 - Augment de la temperatura mitjana anual de 0,5 a 1,0 °C.
 - Augment de les temperatures mitjanes hivernals d'1 a 2 °C.
 - Disminució de la humitat relativa a l'hivern fins a un 2%.
 - Disminució de la humitat relativa a l'estiu entre un 8 i un 10%.
 - Augment de la precipitació total d'un 5 a un 10% i del nombre de dies de pluja fins a un 10% més.
 - Increment de la coberta de núvols d'un 5 a un 10%.
 - Malestar humà i de vegades riscos per a la salut i la vida, ja que la calor facilita la multiplicació dels àcars de la pols, moho i bacteris en l'aire. La calor pot causar molèsties més o menys greus: malestar, debilitat, alteració de la consciència, rampes, desmaís i cop de calor. També pot agreujar les malalties cròniques que algunes persones que ja pateixen (diabetis, insuficiència respiratòria, malaltia cardiovascular, cerebrovascular, renals, neurològics o problemes de salut mental).
 - Augment del consum d'energia per a la refrigeració de l'aire interior, la qual cosa porta a què s'alliberen més gasos d'efecte hivernacle.
 - Pol·lució de l'aire, augment dels nivells d'ozó urbà i formació de la boira amb fum (boina de contaminació).
 - Costos més alts a causa d'un major consum d'aigua i energia.

(tuataratech.com)

La contínua urbanització de zones rurals empitjora aquest canvi, per la qual cosa els parcs i les cobertes vegetals representen la primera i millor defensa contra aquest canvi. Està demostrat que aquests aporten frescor i humitat a la ciutat i netegen l'aire, milloren i modifiquen la circulació del vent local i regulen els patrons de precipitació, d'igual forma la vegetació d'una coberta mitigaria l'illa de calor en el centre de grans ciutats, a més tenen el benefici de no ocupar més espai, sinó que aprofiten un d'infrutilitzat i a més redueixen la superfície de formigó per què augmenta l'efecte positiu.

Ciutats com Montreal (Canada) han implementat mesures per a lluitar contra el microclima urbà, entre les que està la instal·lació de cobertes vegetals. (urbanismoytransporte.com)

b) RETENCIÓ D'AIGUA DE PLUJA

El segon gran benefici de les cobertes vegetals en les ciutats és la gestió d'aigua de pluja, com publicava el periòdic [El Mundo](#) el 3 de maig de 2015: *“España estará sometida, cada vez más, en un planeta en el que los seres humanos han tomado la decisión consciente de no frenar el cambio climático (los indios y los chinos quemarán hasta la última tonelada de carbón de sus minas antes de buscar otras fuentes de energía, y los españoles parece que les seguimos la idea) estará sometida, digo, a estos extremos enormes de altas y bajas temperaturas y grandes etapas de sequía interrumpidas por lluvias torrenciales, que no empapan un suelo desnudo de árboles, que no recargan los acuíferos y que solo generan daños estructurales”*.

Deixant a banda el caràcter ecològic d'aquest fet, no per poc important i greu sinó per aportar una visió més tècnica d'aquest fet, ens centrem en la previsió de pluges torrencials cada volta més freqüents.

És ja una realitat que les precipitacions es concentren en èpoques concretes i la resta de l'any el clima és cada volta més sec, com mostra el següent gràfic del *Resumen Anual Climatológico 2015* (AEMET):

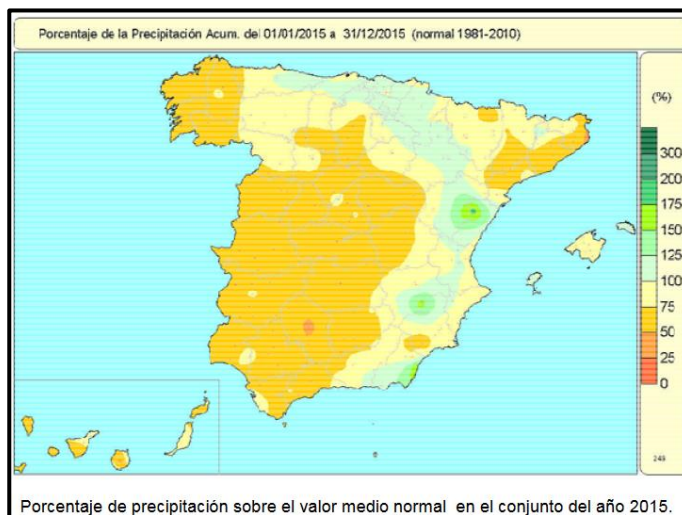


Figura 11.23: ([aemet.es](#)) Percentatge de precipitació sobre un valor mitjà normal en el conjunt de l'any 2015 (*Resumen Anual Climatológico 2015*). La província de Castelló es troba en un percentatge del 100 al 125% del normal, aplegant en algunes zones de l'interior a percentatge de 175 a 200% sobre el normal.

Al mateix estudi podem comprovar com vivim en una zona (la província de Castelló) d'altres probabilitats de pluges torrencials:

Episodios de precipitaciones intensas: Entre las situaciones que dieron lugar a precipitaciones intensas en este año cabe destacar sobre todo la que afectó durante la tercera decena del mes de marzo al norte de la Comunidad de Valencia, así como al sur de Cataluña y a la zona sureste de Aragón, con totales acumulados superiores a 300 mm en puntos de la provincia de Castellón. También se pueden destacar los diversos episodios de precipitaciones intensas y en ocasiones torrenciales que afectaron a Canarias en la primera mitad del otoño, las lluvias intensas registradas en Baleares y en las regiones de la vertiente mediterránea a principios del mes de septiembre y el fuerte temporal de lluvias que afectó al norte peninsular y a la zona de Pirineos en el inicio de la tercera decena del mes de noviembre. El valor máximo de precipitación diaria acumulado entre observatorios principales en el año hasta el momento corresponde a Castellón de la Plana con 133.8 mm el día 22 de marzo.”

Aquestes dues èpoques de fortes pluges són la primavera i la tardor, quan sol ocórrer el fenomen conegut com a gota freda (La gota freda, més coneguda pels meteoròlegs com a DANA (depressió aïllada en nivells alts), és una pertorbació atmosfèrica extratropical no frontal que pot provocar precipitacions violentes i intenses durant unes hores o dies, acompanyada de llamps i de calamarsa). ([ca.wikipedia.org](#))

Per tots aquests motius és cada volta més important una gestió eficient de l'aigua de pluja, tant per aprofitar-la i emmagatzemar-la com gestionar-la en episodis de pluges torrencials per evitar danys que poden ser tant materials com personals. Les inundacions en centres urbans són un gran problema amb elevats costos materials i habitualment costos humans pel seu caràcter sobtat. Les cobertes vegetals pal·lien aquests efectes de dues formes. En primer lloc qualsevol coberta vegetal, pel fet de tenir un substrat emmagatzema aigua de forma temporal, retardant l'arribada de l'aigua al sistema de clavegueram en minuts i hores depenent del gruix i la capacitat d'emmagatzematge, açò fa que el sistema no se sobrecarregue i que en un primer moment evacue l'aigua de la via pública i de les cobertes convencionals i quan aquesta crescuda ha passat, arriba l'aigua de la coberta vegetal. D'altra banda les cobertes aljub poden emmagatzemar grans quantitats d'aigua de forma indefinida per a utilitzar-se com a aigua de reg, i per tant evita l'arribada d'aquesta aigua al sistema de clavegueram.

Hi ha productes comercials com el [Regulador de càrregues pluviales SE60 de ZinCo](#) que permeten retenir aigua en la coberta i alliberar-la de forma gradual, actuant com una coberta aljub temporal. Tot açò redueix el cabal de vessament urbana, contribuint efectivament a solucionar la problemàtica urbana d'inundacions de poblacions.

Per descomptat açò té un altre factor que és la utilització de l'aigua de pluja com a reg de la coberta, que al seu torn ompli l'element drenant i la capa retenidora i aprofiten aquesta aigua a llarg termini.

Per últim, una bona planificació urbanística amb suficients cobertes vegetals permetria la reducció dels diàmetres de canonades de clavegueram així com la reducció de la capacitat de les instal·lacions depuradores, amb el conseqüent abaratiment de costos de construcció i manteniment.

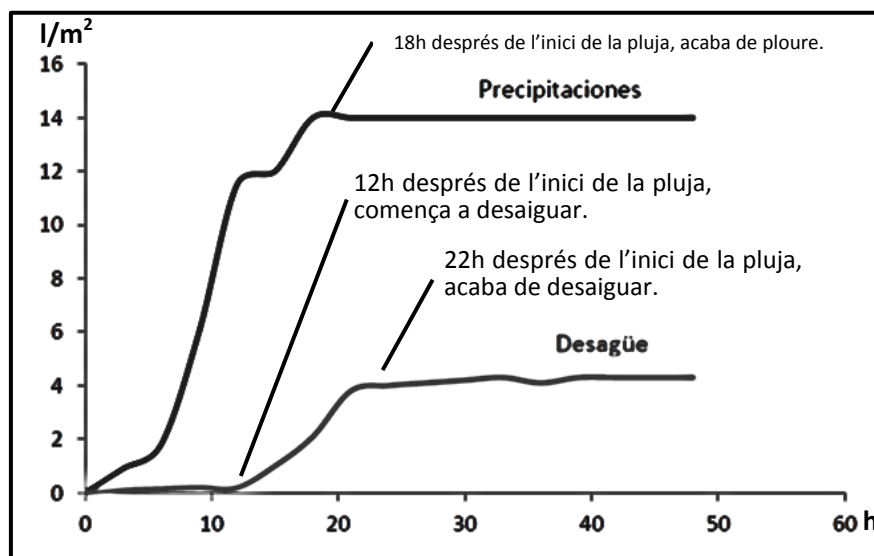


Figura 11.24: (Minke G.(2009)) Volum de precipitacions i de desguàs pluvial mesurats en un sostre verd inclinat després d'una pluja contínua de 18 h de durada.

Mesuraments divulgats per la Universitat de Kassel indiquen que el retard del desguàs de pluvials després d'una forta pluja és més decisiu encara per a l'alleugeriment del sistema de desguàs: en un sostre verd amb 12° d'inclinació i 14 cm de gruix de substrat, després d'una forta pluja durant 18 hores, es va cronometrar un retard de 12 hores del desguàs pluvial. Va acabar de desaguair la pluja 4 hores després que deixés de ploure. El desguàs pluvial va ascendir en aquest període de temps només al 28,5% de la quantitat caiguda, la resta es va quedar retingut a la coberta vegetal (Katzschner, 1991).

c) REDUCCIÓ DE LA CONTAMINACIÓ AMBIENTAL

Segons la web "alicanteforestal.es" els beneficis per a la salut de les cobertes vegetals son:

- 1 m² de cobertura vegetal genera l'oxigen requerit per una persona en tot l'any. (Darlington, 2001)
- 1 m² de cobertura vegetal atrapa 130 grams de pols per any. (Darlington, 2001)
- Una coberta vegetal de 60 m² filtra a l'any 40 tones de gasos nocius. (Wolverton, 1989)
- Una coberta vegetal de 60 m² és capaç d'atrapar i processar 15 kg de metalls pesants. (Darlington, 2001)

Altres estudis com el realitzat per la *Michigan State University* (Kristin, 2009) també avalen aquesta informació. Va realitzar un estudi amb l'objectiu de quantificar el potencial d'emmagatzematge de carboni de les cobertes vegetals extensives. Es va realitzar en 8 teulades a Michigan i 4 sostres a *Maryland*, que anaven d'1 a 6 anys d'edat. Les 12 cobertes es componien principalment d'espècies de *sedum* i profunditats de substrat d'entre 2,5 i 12,7 cm. De mitjana, aquestes cobertes van emmagatzemar 162 gC/m² en la biomassa aèria. [gC = grams de carboni]

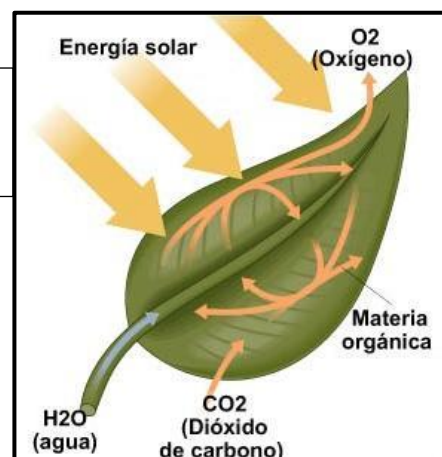
Un altre estudi va informar una reducció del 37% de diòxid de sofre i una reducció del 21% en àcid nítrós en l'aire per sobre d'un sostre verd en comparació amb altres mostres d'aire preses en els voltants (Tan & Sia, 2005). Altres estudis han estimat que els sostres verds poden retirar 0,2 Kg de partícules de pols a l'any per metre quadrat de sostre de vegetació (Peck & Kuhn, 2003).

L'estudi "[Effect of green roof on ambient CO₂ concentration](#)" (Jian-feng Li et al., 2010) va concloure que l'efecte de les cobertes vegetals a la concentració de CO₂ poden reduir-la en el medi ambient mitjançant l'absorció de CO₂ durant el dia. En un típic dia assolellat a l'estiu a Hong Kong, la velocitat d'absorció de CO₂ d'una planta durant el dia és molt més gran que la taxa d'emissions de CO₂ durant la nit. L'extensió de l'efecte de la coberta vegetal està relacionada amb la condició de les plantes, la posició de la coberta i la condició de flux d'aire ambient. En un dia assolellat, un sostre verd pot disminuir la concentració de CO₂ a la regió propera fins a un 2%.

Les cobertes vegetals no només retenen gran part de l'aigua pluja com veurem al següent punt, sinó que també la purifiquen. L'aigua de pluja passa primer a través de la capa vegetal i del substrat abans d'arribar al desguàs. Com a resultat, l'aigua es purifica. Estudis realitzats per Kohler & Schmidt (1997) van demostrar que del plom, el coure i el cadmi que cauen al sostre a través de l'aigua pluja, un 95% es queda al substrat. En el cas del zinc, el percentatge és del 19%. Pel que fa al nitrogen, el resultat també és significatiu tot i que aquest és més difícil de quantificar. (sempergreen.com)

Com es pot observar pel nombre d'estudis que hi ha al respecte es un tema estudiat i les conclusions son en tots els casos semblants, la vegetació d'una coberta vegetal col·labora activament en la reducció de la contaminació present en l'aire.

Figura 11.25 – (lavidacotidiana.es) Esquema del procés de fotosíntesi, on la planta absorbeix energia solar, aigua, nutrients i CO₂ per a, mitjançant la fotosíntesi, produir oxigen.



d) RECUPERAR HABITAT NATURALITZAT

Des de diversos punts de vista, com el de la salut, naturalitzar un espai és un benefici perquè ens aporta salut, però des d'altres punts de vista com l'ètica o l'ecologia el fet de naturalitzar un espai i tornar-lo a convertir en allò que era avanç de la urbanització de la zona i la construcció de l'edifici és un benefici en si mateixa.

Aquest espai natural es converteix en un xicotet ecosistema que albergarà tot tipus de vida beneficiosa, com les tan amenaçades i alhora necessàries abelles, per exemple.

Es tracta de retornar a la natura l'espai ocupat per l'edifici, l'exemple d'aquesta filosofia és la coberta marró, la qual es deixa sols amb substrat i es deixa que les llavors arrossegades pel vent des de la vegetació propera germinen en la coberta, evitant tot tipus d'interacció humana en l'elecció de la vegetació i limitant-se a un manteniment per motius funcionals i tècnics (neteja de desguassos i excés de pes principalment).

Hi ha certes opcions per tal d'evitar la proliferació d'insectes i bacteris aportant un repel·lent biològic, i també es pot projectar la coberta evitant certes plantes que puguen causar al·lèrgies o molèsties als usuaris.



Figures 11.26 i 11.27 : (lib.uchicago.edu , dustygedge.co.uk) Fotografies que mostres fauna instal·lada en cobertes vegetals.

En certa forma es tracta de compensar la superfície natural degradada per la urbanització del sol, i retornar aquesta superfície des del nivell del sol, a sobre de la coberta. L'OMS (Organització Mundial de la Salut) recomana que hi haja entre 10 i 15 m² d'àrees verdes per persona a les nostres ciutats.

"Els espais verds són considerats per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) com a espais "imprescindibles" pels beneficis que reporten en el benestar físic i emocional de les persones i per contribuir a mitigar el deteriorament urbanístic de la ciutat, fent-la més habitable i saludable." (pàgina 44: fomento.gob.es)

Vist que cada volta hi ha menys parcs i zones verdes al centre de les ciutats, les cobertes vegetals són una possibilitat real per tal d'aconseguir aquest objectiu.

e) MILLORA DE LA SENSIBILITAT AMBIENTAL EN LA POBLACIÓ

Mitjançant el contacte de les persones amb la natura es pot potenciar la sensibilitat ambiental de la població, potenciant l'ecologia i el desenvolupament sostenible.

Instal·lant cobertes vegetals, per exemple, en escoles (que solen tindre una coberta inutilitzada) es podria transmetre als estudiants coneixements de biologia, d'agricultura, de botànica, etc. així com ensenyar-los perquè és important el medi ambient i com protegir-lo.



Figures 11.28, 11.29 i 11.30: (lociarchitecture.com , greenroofs.com , pinimg.com) Grafisme que mostra una coberta vegetal sobre un edifici, on es veu diferents persones treballant i cuidant les plantes. Fotografia de diversos xiquets i xiquetes treballant en un hort urbà sobre una coberta, cuidant les plantes. Imatge d'una família treballant un hort urbà.

11.3. CONCLUSIONS

Vistos tots aquests beneficis per a la societat sembla evident que les institucions (estatals, autonòmiques i locals) tenen motius més que suficients per a potenciar la construcció de cobertes vegetals mitjançant ajudes o, almenys, amb beneficis fiscals per als edificis que compten amb aquestes, com podria ser, per exemple, reduccions de l'Impost de Béns Immobles (IBI).

L'augment de cobertes vegetals en les nostres ciutats comportaria grans beneficis per als usuaris de les mateixes com ara estalvi econòmic en l'execució i en costos d'energia o disposar d'un espai naturalitzat per al seu oci. Però també grans beneficis per a la societat amb repercussió en l'ambient de la ciutat.

És per això que s'hauria de fer un esforç per potenciar l'ús de cobertes vegetals, per exemple implantant-les en edificis públics per a normalitzar el seu ús, donant ajudes per a la seua execució o incorporant reduccions en els impostos per als propietaris dels edificis, redactant normativa i guies al respecte, etc.

12. COMPORTAMENT ENERGÈTIC

El comportament energètic de la coberta vegetal és un dels factors més importants, ja que determina un dels principals beneficis d'aquesta solució constructiva. Es fa per tant imprescindible una anàlisi de les propietats tèrmiques de la coberta i com aquestes afecten la demanda i al consum d'energia.

També cal destacar que per tal de dur a terme la construcció d'una coberta vegetal, com qualsevol tipus de coberta, s'ha de justificar els apartats HE-0 (Limitació del consum energètic) i HE-1 (Limitació de la demanda energètica) de DB-HE (Estalvi d'energia) del Codi Tècnic de l'Edificació i per tant s'ha d'introduir les dades de la coberta en l'aplicació oficialment reconeguda anomenada [HULC](#) (*Herramienta unificada LIDER-CALENER*) que a més en les versions més recents també emet un certificat energètic segons el Reial Decret 235/2013.

Aquest programa té certes limitacions quant a l'introducció d'elements constructius singular o innovadors que els desenvolupadors no han contemplat. Per aquest motiu no es poden simular tots els fenòmens dinàmics complexos, com per exemple l'evapotranspiració i l'amortiment de la radiació solar, que hi tenen lloc en aquesta tipologia de coberta. Així, aquests fenòmens no queden representats en els resultats de l'anàlisi. Altres programes més complexos, com ara *DesignBuilder* que incorpora el motor de càlcul d'*EnergyPlus*, sí que poden simular aquest tipus de fenòmens, però es tracta de programes més avançats amb llicència comercial.

Per tal de poder utilitzar la ferramenta gratuïta HULC en el marc d'aquest treball, per tal de dur a terme els càlculs s'han de fer uns supòsits previs per tal d'equiparar els efectes tèrmics dels fenòmens. Bàsicament, es tracta de la resistència tèrmica, de manera que s'han de simular que la coberta té més resistència tèrmica de la real per tal de compensar els fenòmens tèrmics que no reconeix el programa.

12.1. SUPÒSITS PREVIS

Per tal de calcular la resistència tèrmica equivalent (resistència tèrmica real de les capes, més l'efecte d'aïllament tèrmic a causa dels fenòmens dinàmics complexos que hi tenen lloc a la coberta vegetal) s'ha consultat l'estudi [Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate](#) (Oliviera et al., 2013) realitzat entre la *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid* i la *Faculty of Engineering, Università Politecnica Delle Marche* (Itàlia).

L'article, anomenat "Mesuraments experimentals i model numèric per a l'avaluació del rendiment d'estiu de cobertes vegetals extensives en un clima costaner Mediterrani", va ser dut a terme entre els mesos de juny, juliol, agost i setembre del 2010, 2011 i 2012 en la població de Agugliano, a 9 km de la costa del mar Adriàtic, situada a l'est d'Itàlia amb una latitud de 43° 32' N, prou similar a la de Castelló de la Plana: 39° 59' N.

En aquesta ciutat es va construir un edifici a escala real amb una coberta de 86 m² dividida en 6 zones amb diferents tipologies constructives, entre les quals es trobava una coberta vegetal extensiva amb plantes perennes i que ocupava un espai d'1,58 x 2 m.



Figures 12.1 i 12.2: (maps.google.com, maps.google.es) Localització d'Agugliano respecte la península Ibèrica i ubicació de la ciutat respecte al mar.

A aquestes cobertes se'ls va col·locar tant en la superfície com entre les capes que conformen l'element tota una sèries de sensors de flux de calor, resistència tèrmica, termo higròmetres, anemòmetres, termòmetres, sensor d'humitat relativa interior i exterior i de la capa ventilada intermèdia. A més, es va instal·lar una estació climàtica amb detector de radiació solar i pluviòmetre.

Durant el temps que va durar d'estudi va haver-hi períodes amb diferent densitat de vegetació:

- De l'01/06/2010 al 14/07/2010 la vegetació no estava completament desenvolupada.
- Del 15/06/2010 al 30/09/2010 la vegetació era densa.
- De l'01/06/2011 al 18/07/2011 no hi havia vegetació.
- Del 19/07/2011 a l'11/08/2011 la vegetació no estava completament desenvolupada.
- Del 12/08/2011 al 30/09/2011 la vegetació era densa.
- Del 14/06/2012 al 10/09/2012 no hi havia vegetació.

De forma que es pot mesurar l'efecte diferent del substrat i de la vegetació i també diferenciar una vegetació incompleta d'una densa.

D'aquestes observacions, es van traure les següents dades:

- Sense vegetació, la temperatura de la superfície d'aquest és considerablement superior a la de l'aire (6-7 K) mentre que amb vegetació densa la temperatura de la superfície externa del substrat en la majoria dels casos és similar a la de l'aire i de vegades fins a 6 K inferior.
- En la capa superior de l'aïllament tèrmic, sense vegetació, la temperatura és 4-6 K superior a la de l'aire, mentre que amb la vegetació densa és 3-4 K inferior.
- Respecte al flux tèrmic (quantitat d'energia calorífica que entra o surt de l'edifici), els resultats són aquests:

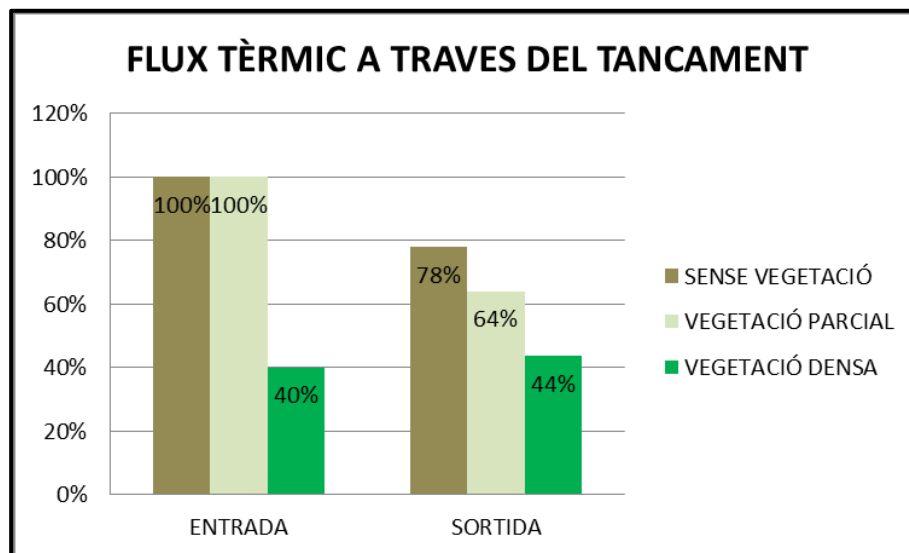


Figura 12.3: (Font pròpia) Els percentatge d'entrada estan referits al d'entrada sense vegetació, els de sortida estan referits als d'entrada de cada topologia. Es pot observar l'important reducció de l'entrada amb vegetació densa.

Una volta obtingudes les dades experimentals es va realitzar una anàlisi detallat amb el *software* comercial [EnergyPlus](#). Per a aquesta anàlisi es va utilitzar un coeficient d'absorció de la vegetació de 0,85 i la següent fórmula per a la resistència tèrmica:

$$R = \frac{\Delta t}{Q}$$

tenint en compte l'increment de temperatura R entre les cares d'un element i la mitjana del flux tèrmic.

Amb les dades obtingudes es dedueix que hi ha tres variables que afecten més intensament a la variació d'aquestes dades:

- *Leaf Area Index (LAI)*: índex d'àrea foliar (valors entre 5 i 0,1 [adimensional])
- *Height of Plants (HP)*: altura de les plantes (valors entre 1 i 0,01 m)
- *Conductivity of dry soil (λ)*: conductivitat de substrat sec (valors entre 1,5 i 0,2 W/m²·K)

Amb aquesta informació es passa a calcular la resistència tèrmica equivalent de vegetació (que inclou els fenòmens d'evapotranspiració i radiació solar, que són molt dinàmics) prenent com a capa exterior l'aire i com a capa interior la superfície del substrat, i la resistència tèrmica del substrat prenen com a capa exterior la superfície superior i com a superfície inferior la cara inferior d'aquest.

La coberta estudiada en conjunt té una resistència de 2,59 m²·K/W (0,38 W/K·m²)

Es comprova que la variable que més afecta és l'índex d'àrea foliar i s'extrauen les equacions del càlcul.

Finalment per tal de comprovar la fiabilitat de les equacions es comparen els resultats d'aquesta amb els de les dades experimentals registrades i s'obtenen els resultats matemàtics següents:

Coberta	Valors	Capa	Resultat	Error
Coberta vegetal R= 2,59 m ² ·K/W U= 0,38 W/ m ² ·K	LAI = 2			
	HP = 0,22 m			
	U _{SUBSTRAT} = 0,33 W/m ² ·K			
	Resistència teòrica	Substrat	0,22 m ² ·K/W	4,8%
	Resistència experimental		0,21 m ² ·K/W	
	Resistència teòrica	Capa vegetal	7,00 m ² ·K/W	7,2%
Resistència experimental	6,53 m ² ·K/W			

L'estudi conclou que amb una vegetació densa el flux d'entrada d'energia és el 40% que sense aquesta i que aquest estudi és aplicable per a cobertes vegetals amb un gruix de 0,15 m de substrat, amb LAI entre 4 i 0,1; altura de les plantes entre 1 i 0,01 m; conductivitat del substrat sec valors entre 1,5 i 0,2 W/ m²·K i que es troben en zones climàtiques costeres del Mediterrani.

Gràcies al baix error que presenta l'estudi, que la zona climàtica és molt similar a la nostra i que la tipologia de coberta estudiada és la mateixa, s'utilitzaran aquests valors per al càlcul del comportament tèrmic de la coberta vegetal extensiva.

12.2. GENERALITATS

Per tal d'analitzar el comportament energètic de la coberta vegetal en diferents zones climàtiques de l'Estat Espanyol, analitzarem 3 climes:

- Clima càlid: Zona Climàtica A4, zona de la vall del Guadalquivir, analitzat a la ciutat de Cadis.
- Clima temperat: Zona Climàtica B3, present en gran part de la zona costanera de la Comunitat Valenciana, prenent com a referència la ciutat de Castelló de la Plana.
- Clima fred: Zona Climàtica E1, present a les zones altes de la província de Castelló, analitzat a la localitat de Vistabella del Maestrat.

Es pren com a referència la coberta vegetal analitzada i una tipologia de coberta convencional típica amplament utilitzada, que és la coberta a la catalana. D'aquesta manera, els resultats obtinguts entre ambdues tipologies podran ser comparats.

En els tres casos se seguirà la mateixa metodologia:

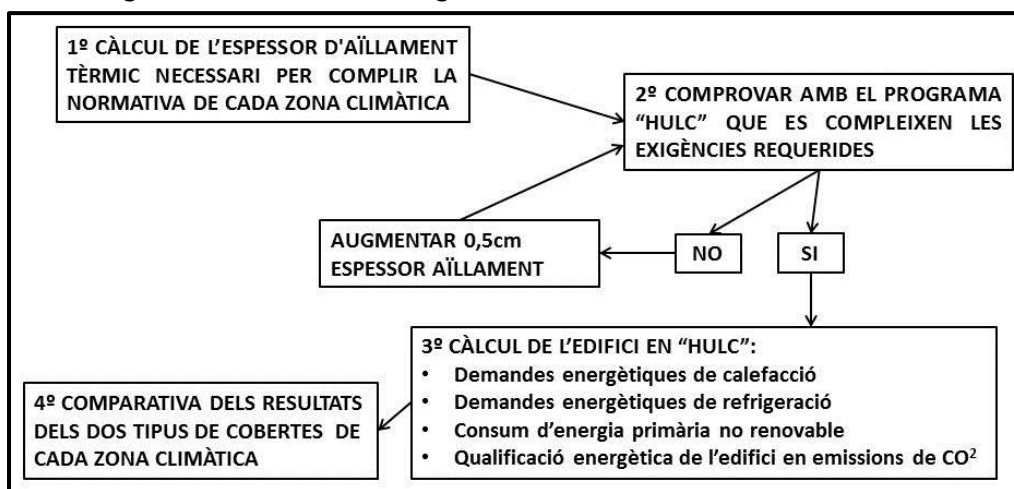


Figura 12.4: (Font pròpia) Procediment d'anàlisi de les solucions constructives analitzades.

1º Es calcularà amb un full de càlcul el gruix mínim d'aïllament (es considera aïllament de poliestiré extruït (XPS) de $\lambda=0,034 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) necessari per normativa segons la zona climàtica i el tipus de coberta:

- A la catalana: plana, ventilada, enrajolat fix;
- Vegetal: plana, invertida, extensiva amb 15 cm de substrat.

S'introduirà la resistència tèrmica de les altres capes i la resistència total que s'ha d'aconseguir, una volta calculada la resistència que ha de tindre l'aïllament, es dividirà per la seua λ i s'obtindrà el gruix mínim en metres, que s'arrodonirà al superior cada 0,01 m.

Per a prevenir errors deguts a la falta de vegetació en els mesos següents a la instal·lació així com la possible desaparició d'aquesta durant alguns períodes per diferents motius, es calcularà el gruix necessari sense tindre en compte l'efecte de la vegetació, però sí el del substrat, ja que considerem que aquest sempre estarà present en la coberta.

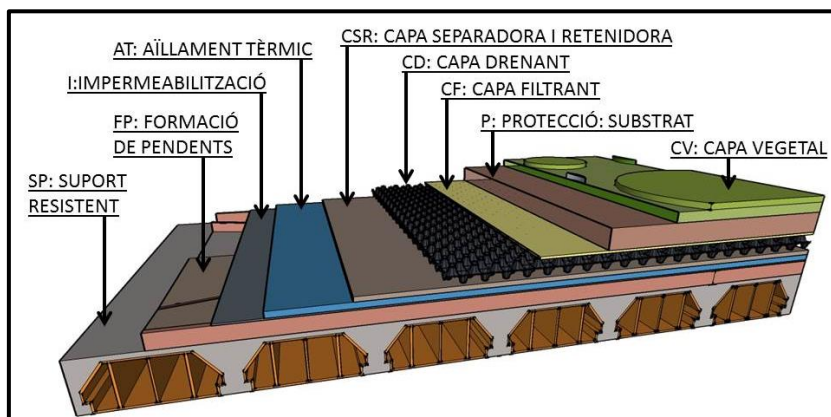


Figura 12.5: (Font pròpia) Esquema constructiu de la solució de coberta vegetal extensiva analitzada.

2° Es comprovarà amb el programari «HULC» que amb aquest gruix es compleixen les exigències requerides. Per a aquesta prova s'utilitzarà l'habitatge d'exemple que inclou el programa, variant en cada cas la zona climàtica i assignant a la coberta la solució que s'està comprovant en cada cas. S'agafarà el gruix d'aïllament mínim que complisca els requisits normatius per a cadascuna de les zones climàtiques (A4, B3 i E1).

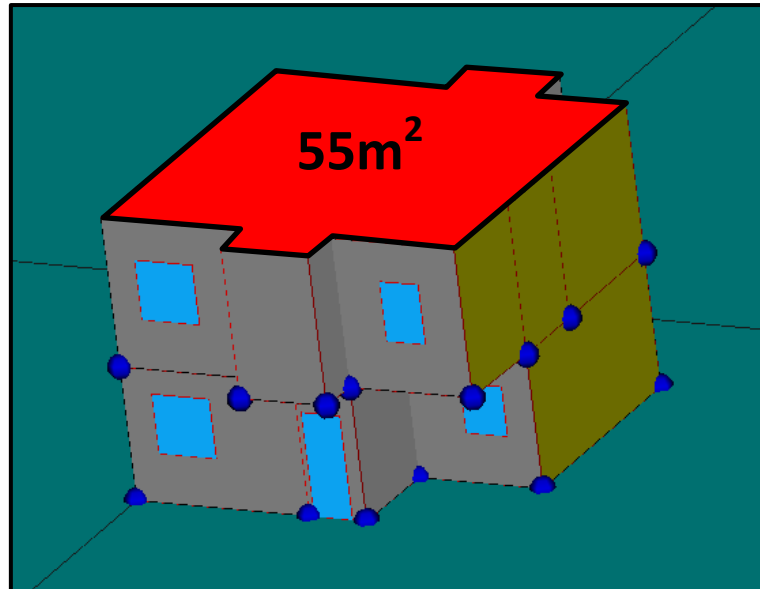
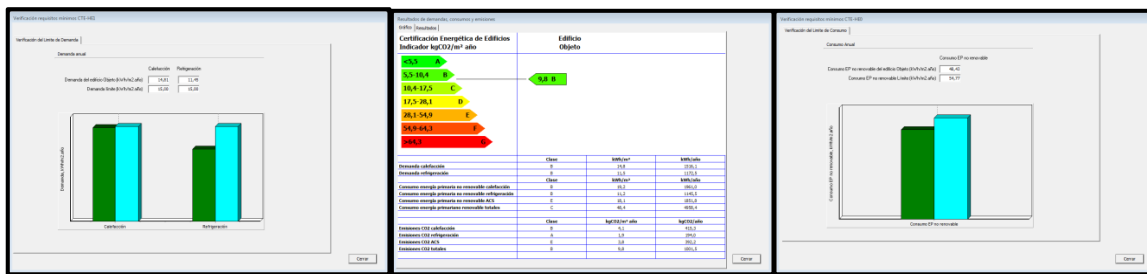


Figura 12.6: (Font pròpia) Esquema de l'edifici d'exemple utilitzat per a fer els càlculs dels diferents paràmetres i amb les diferents solucions constructives analitzades en el programa informàtic "HULC".

3° Una volta tinguem el gruix mínim requerit que s'ha d'utilitzar en cada cas, es calcularan diferents factors (demandes energètiques de calefacció i refrigeració, consum d'energia primària no renovable i qualificació energètica de l'edifici en emissions de CO₂) per a cada cas. En aquest moment sí que es tindrà en compte l'efecte de la capa vegetal en el càlcul.



Figures 12.7, 12.8 i 12.9: (Font pròpia) Exemple de les pantalles de resultats del programa informàtic "HULC".

4° Compararem en una taula els paràmetres de les dues cobertes per a la mateixa zona climàtica.

12.3. ZONA CLIMÀTICA A4

a) Descripció del clima

Clima mediterrani subcontinental d'hiverns freds: aquest clima és característic de gairebé tota la zona interior i elevada que envolta a la vall del Guadalquivir, penetrant cap a Andalusia Oriental fins a la mateixa base de les cadenes muntanyoses on deriva a A5. Els seus estius són càlids, encara que no tant com en A3, i els hiverns molt freds, amb un alt nombre de gelades.

Tabla climàtica de Cádiz

(Parámetros climáticos promedio de Cádiz (1981-2010))

Paràmetres	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
Temperatura mitjana, °C	12.7	13.8	15.5	16.8	19.1	22.4	24.6	25.0	23.3	20.3	16.5	13.9	18.6
Pluja, mm	69.0	58	35	45	27	7	0	2	24	67	98	92	523

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Evapotranspiració potencial: 829,4 litres (www.juntadeandalucia.es)

b) Gruix mínim d'aïllament segons CTE DB-HE

La transmitància tèrmica límit per a cobertes és de $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$, per tant el gruix mínim de l'aïllament tèrmic haurà de ser:

- Coberta catalana: 5 cm

A4	CAPA	RSI	FORJAT	CAMBRA AIRE VENTILADA	RSE	ΣR_T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS $\lambda=0,034$			
	$R_T (\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$	0,1	0,35	0,06	0,04	0,555	2,000	1,445	e requerit (m)	e assumit (m)	
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total							0,500	RT a aportar per l'AT	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT		
							$U_{\text{clim}} (\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K})$		0,0491	0,050	

- Coberta vegetal: 1 cm

A4	CAPA	RSI	FORJAT	FORMACIO PENDENTS	EPDM	MANTA	DREN-ATGE	AIRE	SUB-STRAT	RSE	ΣR_T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS $\lambda=0,034$		
	$R_T (\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$	0,100	0,347	0,286	0,080	0,500	0,003	0,150	0,210	0,040	1,716	2,000	0,284	e requerit (m)	e assumit (m)
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total											0,500	RT a aportar per l'AT	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT		
											$U_{\text{clim}} (\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K})$		0,0097	0,010	

c) Gruix mínim segons HULC

Aquests valors compleixen els requisits mínims del programa i per tant no hi ha modificacions.

Coberta catalana: 5 cm

Coberta vegetal: 1 cm

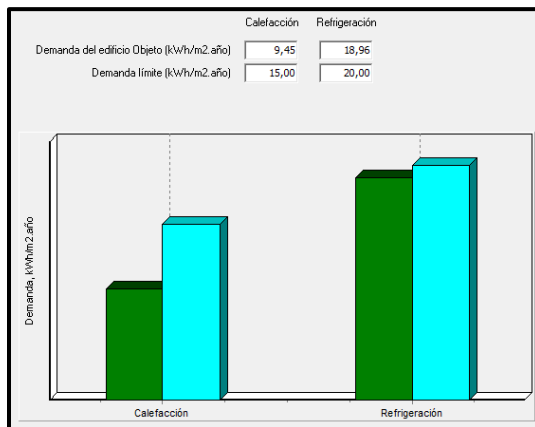
d) Càlcul dels paràmetres energètics

En aquest punt si es té en compte l'efecte de la capa vegetal.

Paràmetre	Valor Catalana	Valor Vegetal
Gruix XPS (cm)	5	1
Transmitància tèrmica de la coberta (W/m ² K)	0,494	0,117
Transmitància tèrmica de la coberta límit U _{CLIM} (W/m ² K)	0,500	
Demandes energètiques de calefacció (kWh/m ² ·any)	9,45	5,91
Demanda límit calefacció (kWh/m ² ·any)	15,00	
Demandes energètiques de refrigeració (kWh/m ² ·any)	18,96	18,30
Demanda límit refrigeració (kWh/m ² ·any)	20,00	
Consum d'energia primària no renovable (kWh/m ² ·any)	48,84	43,61
Consum d'EP no renovable límit (kWh/m ² ·any)	49,77	
Qualificació energètica edifici en emissions (kgCO ₂ /m ² ·any)	9,56 (C)	8,48 (B)
Preu construcció (€/m ²)	93,15	89,29

e) Resultats

↓ Catalana ↓



↓ Vegetal ↓

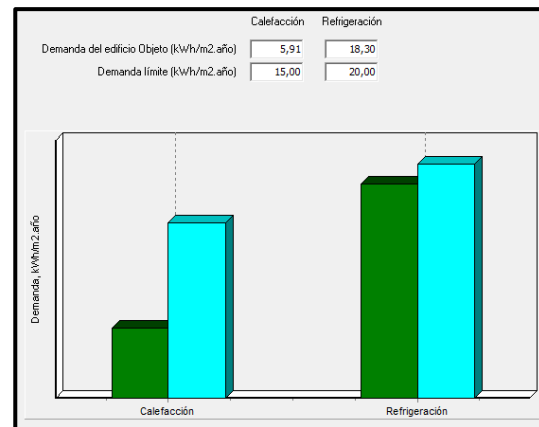


Fig. 12.10 i 12.11 (F.P.) Demandes energètiques (verd) i límit (blau) de calefacció i refrigeració en Catalana i Vegetal.

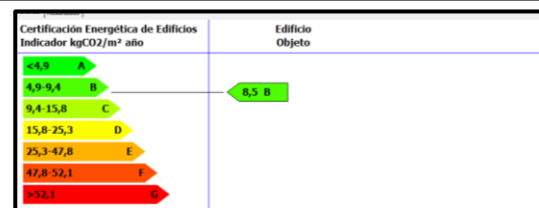
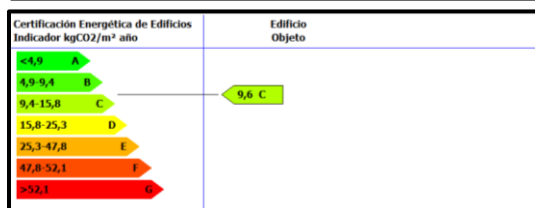


Fig. 12.12 i 12.13 (F.P.) Certificació energètica per emissió de CO₂ en Catalana i Vegetal.

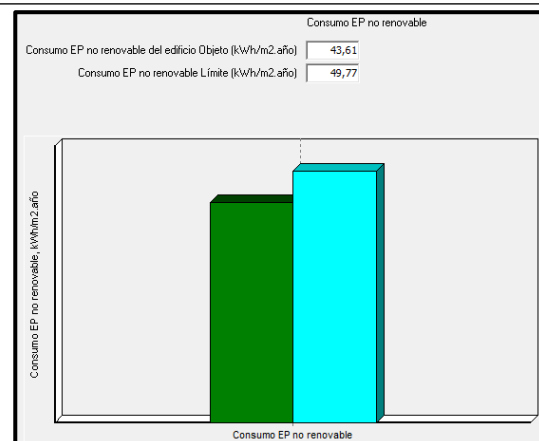
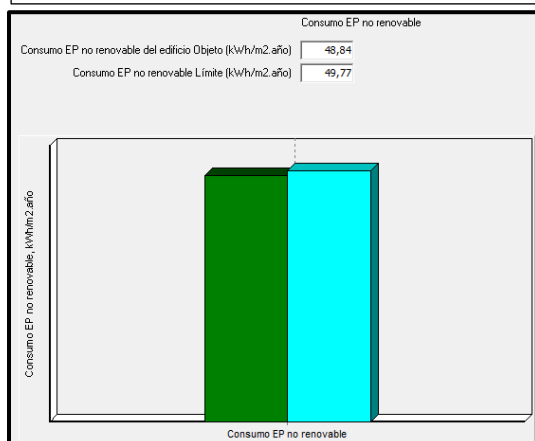


Fig. 12.14 i 12.15 (F.P.) Consum EP no renovable en edifici (verd) i límit (blau) en Catalana i Vegetal.

12.4. ZONA CLIMÀTICA B3

a) Descripció del clima

El clima mediterrani es caracteritza especialment per un règim amb un dèficit hídric durant la part càlida de l'any. El clima mediterrani és un clima amb pluges estacionals, però la seua distribució és inversa a la del clima tropical (no plou a l'estiu). D'altra banda, als mesos d'hivern pot arribar a glaçar. Les precipitacions anuals són intermèdies entre les dels climes temperat i tropical i les del clima subtropical (oscil·len entre els 250 i 800 mm generalment). Així doncs, el clima mediterrani és una barreja de clima temperat amb característiques tropicals.

Taula climàtica de Castelló de la Plana (Període 1981-2010)

Paràmetres	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
Temperatura mitjana, °C	10,6	11,3	13,4	15,4	18,5	22,5	25,3	25,6	22,9	19,0	14,3	11,4	17,5
Pluja, mm	36	31	31	42	44	19	9	24	71	70	49	42	467

Font: Agencia Estatal de Meteorologia (AEMET)

Evapotranspiració potencial: 862 litres (ca.wikipedia.org)

Concretament a la ciutat de Castelló de la Plana tenim el clima de la planura litoral septentrional: Les precipitacions anuals se situen al voltant dels 450 l/m², amb un màxim destacat a la tardor, un altre màxim menys destacat a la primavera, i un marcat període sec estival d'uns 4 mesos. La temperatura mitjana anual se situa al voltant dels 16-18 °C, amb uns hiverns suaus (gener 10 °C de mitjana) i estius càlids amb mitjanes al juliol i agost al voltant dels 25 °C. Un aspecte destacat és l'elevada humitat relativa estival, producte d'un règim de brises molt freqüent que suavitzta les temperatures però crea un ambient de xafogor molt característic. (eltiempo.lasprovincias.es)

b) Guix mínim d'aïllament segons CTE DB-HE

La transmitància tèrmica límit per a cobertes és de 0,45 W/m²K, per tant el guix mínim de l'aïllament tèrmic haurà de ser:

- Coberta catalana: 6 cm

B3	CAPA	RSI	FORJAT	CAMBRA AIRE VENTILADA	RSE	ΣR _T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS λ=0,034			
	R _T (m ² ·K/W)	0,1	0,35	0,06	0,04	0,555	2,222	1,668	e requerit (m)	e assumit (m)	
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total							0,450	RT a aportar per l'AT	0,0567	0,060	
							U _{clim} (W/m ² ·K)	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT			

- Coberta vegetal: 2 cm

B3	CAPA	RSI	FORJAT	FORMACIO PENDENTS	EPDM	MANTA	RENATC	AIRE	SUB-STRAT	RSE	ΣR _T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS λ=0,034		
	R _T (m ² ·K/W)	0,100	0,347	0,286	0,080	0,500	0,003	0,150	0,210	0,040	1,716	2,222	0,506	e requerit (m)	e assumit (m)
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total											0,450	RT a aportar per l'AT	0,0172	0,020	
											U _{clim} (W/m ² ·K)	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT			

c) Guix mínim segons HULC

Aquests valors compleixen els requisits mínims del programa i per tant no hi ha modificacions.

Coberta catalana: 6 cm

Coberta vegetal: 2 cm

d) Càlcul dels paràmetres energètics

En aquest punt si es té en compte l'efecte de la capa vegetal.

Paràmetre	Valor Catalana	Valor Vegetal
Gruix XPS (cm)	6	2
Transmitància tèrmica de la coberta (W/m ² K)	0,431	0,113
Transmitància tèrmica de la coberta límit U _{CLIM} (W/m ² K)	0,450	
Demandes energètiques de calefacció (kWh/m ² ·any)	14,97	14,30
Demanda límit calefacció (kWh/m ² ·any)	15,00	
Demandes energètiques de refrigeració (kWh/m ² ·any)	11,68	12,39
Demanda límit refrigeració (kWh/m ² ·any)	15,00	
Consum d'energia primària no renovable (kWh/m ² ·any)	48,87	48,70
Consum d'EP no renovable límit (kWh/m ² ·any)	54,77	
Qualificació energètica edifici en emissions (kgCO ₂ /m ² ·any)	9,86 (B)	9,80 (B)
Preu construcció (€/m ²)	94,28	90,28

e) Resultats

↓ Catalana ↓

↓ Vegetal ↓

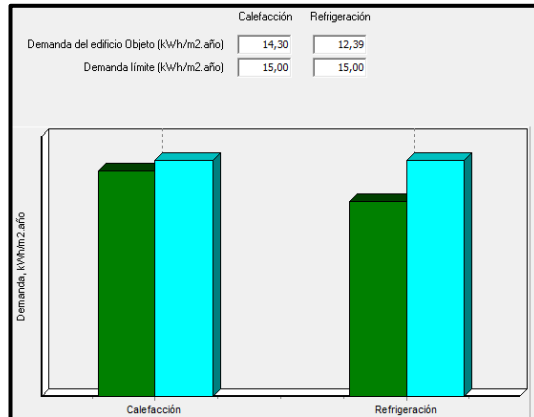
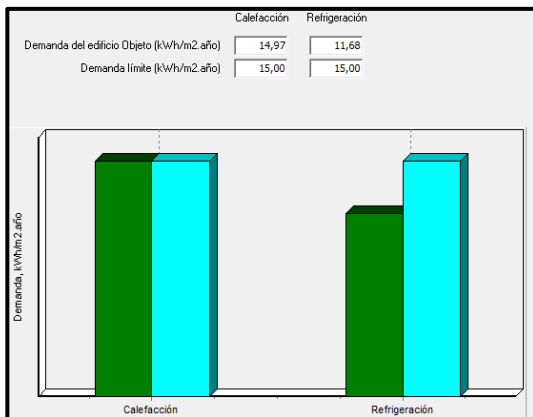


Fig. 12.16 i 12.17 (F.P.) Demandes energètiques (verd) i límit (blau) de calefacció i refrigeració en Catalana i Vegetal.

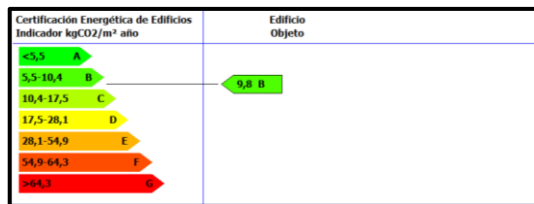


Fig. 12.18 i 12.19 (F.P.) Certificació energètica per emissió de CO₂ en Catalana i Vegetal.

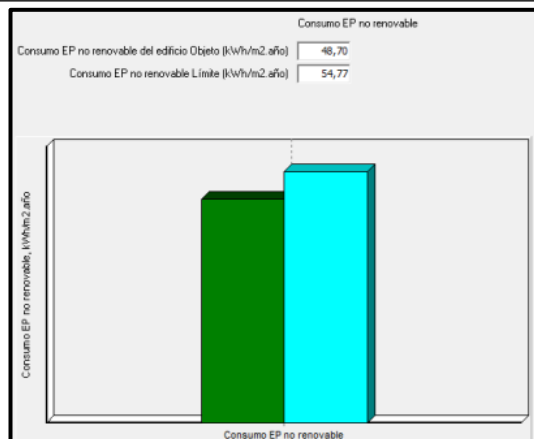
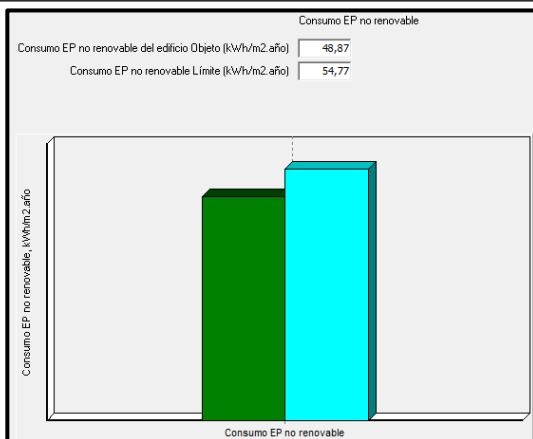


Fig. 12.20 i 12.21 (F.P.) Consum EP no renovable en edifici (verd) i límit (blau) en Catalana i Vegetal.

12.5. ZONA CLIMÀTICA E1

a) Descripció del clima

Vistabella del Maestrat, a 1.245 m, té un clima de muntanya mitjana contigu al d'alta muntanya. L'hivern tèrmic dura cinc mesos i ja no hi ha un estiu tèrmic perquè les temperatures mitjanes no arriben als 20 °C, i juliol i agost són tèrmicament subestivals. La pluviometria anual supera l'evapotranspiració.

Taula climàtica de Vistabella del Maestrat

Paràmetres	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
Temperatura mitjana, °C	2,2	2,0	5,3	7,1	10,9	13,7	17,3	16,8	14,1	9,6	5,3	3,0	8,9
Pluja, mm	30	41	54	52	67	66	39	42	73	121	84	79	748

Font: Worldwide Bioclimatic Classification System (www.globalbioclimatics.org)

Evapotranspiració potencial: 599 litres

Aquesta zona és un dels sectors més plujosos de la Comunitat, amb una mitjana al voltant dels 750 l/m². El ritme estacional de la precipitació està marcat per dos màxims a la primavera i la tardor, mentre que l'estiu és relativament fresc i humit, el que contrasta amb la sequera estival de la resta del territori. Això fa que les precipitacions siguin més regulars i les sequeres menys acusades. Pel que fa a les temperatures, és la zona climàtica més freda de la Comunitat, en coincidir la altitud més gran i latitud i l'allunyament respecte a masses marítimes (mitjanes al voltant dels 8-9 °C, tot i que depenen molt de l'altitud). Són freqüents les gelades en un llarg període de l'any, i la neu ja té una presència important. (eltiempo.lasprovincias.es)

Encara que aquest no és un clima estrictament mediterrani, com el que indica l'estudi del punt [supòsits previs d'aquest apartat](#), com per al càlcul de el gruix de l'aïllament no s'ha tingut en compte el valor de la vegetació, açò no afectaria a la validesa de les dades. En el cas del substrat, que sí s'ha utilitzat, s'ha que dir que altres valors atorgats al substrat de les cobertes vegetals (com els 0,52 W/m²·K que indica la base de dades de HULC) són menors que l'utilitzat, i per tant els resultats hagueren donat un espessor menor d'aïllament, per tant estem per damunt del mínim tot cas.

b) Gruix mínim d'aïllament segons CTE DB-HE

La transmitància tèrmica límit per a cobertes és de 0,35 W/m²·K, per tant el gruix mínim de l'aïllament tèrmic haurà de ser:

- Coberta catalana: 8 cm

E1	CAPA	RSI	FORJAT	CAMBRA AIRE VENTILADA	RSE	ΣR _T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS λ=0,034		
	R _T (m ² ·K/W)		0,1	0,35	0,06	0,04	0,555	2,857	2,303	e requerit (m)
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total							0,350	RT a aportar per l'AT	0,0783	0,080
							U _{clim} (W/m ² ·K)	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT		

- Coberta vegetal: 4 cm

E1	CAPA	RSI	FORJAT	FORMACIO PENDENTS	EPDM	MANTA	RENATG	AIRE	SUB-STRAT	RSE	ΣR _T	RT a assolir segons CTE i zona climàtica	XPS λ=0,034		
	R _T (m ² ·K/W)	0,100	0,347	0,286	0,080	0,500	0,003	0,150	0,210	0,040	1,716	2,857	1,141	e requerit (m)	e assumit (m)
Resistència Termica (RT) de les capes excepte Aïllament Tèrmic (AT) i sumatori total											0,350	RT a aportar per l'AT	0,0388	0,040	
											U _{clim} (W/m ² ·K)	Espessor (arrodonit als cm) per a assolir la RT			

c) Gruix mínim segons HULC

Aquests valors compleixen els requisits mínims del programa i per tant no hi ha modificacions.

Coberta catalana: 8 cm

Coberta vegetal: 4 cm

d) Càlcul dels paràmetres energètics

En aquest punt si es té en compte l'efecte de la capa vegetal.

Paràmetre	Valor Catalana	Valor Vegetal
Gruix XPS (cm)	8	4
Transmitància tèrmica de la coberta (W/m ² K)	0,344	0,106
Transmitància tèrmica de la coberta límit U _{CLIM} (W/m ² K)	0,350	
Demandes energètiques de calefacció (kWh/m ² ·any)	68,92	58,97
Demanda límit calefacció (kWh/m ² ·any)	69,30	
Demandes energètiques de refrigeració (kWh/m ² ·any)	0,28	0,27
Demanda límit refrigeració (kWh/m ² ·any)	15,00	
Consum d'energia primària no renovable (kWh/m ² ·any)	107,51	94,62
Consum d'EP no renovable límit (kWh/m ² ·any)	109,07	
Qualificació energètica edifici en emissions (kgCO ₂ /m ² ·any)	22,76 (B)	20,03 (B)
Preu construcció (€/m ²)	96,54	92,25

e) Resultats

↓ Catalana ↓

↓ Vegetal ↓

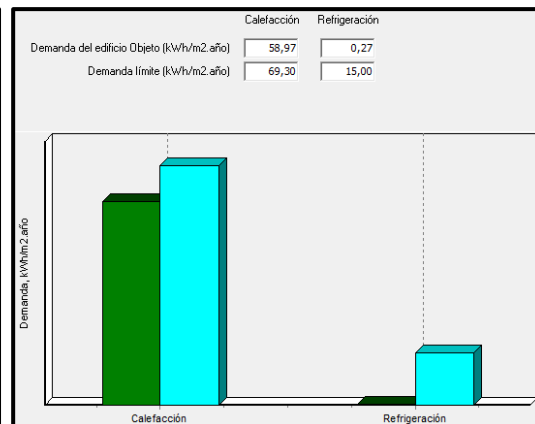
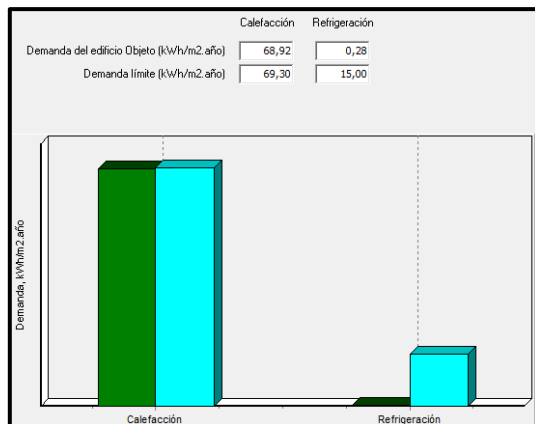


Fig. 12.22 i 12.23 (F.P.) Demandes energètiques (verd) i límit (blau) de calefacció i refrigeració en Catalana i Vegetal.

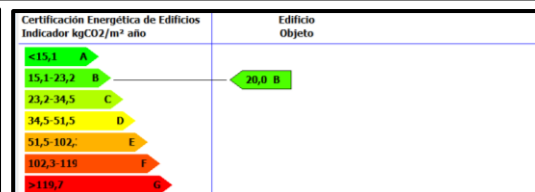


Fig. 12.24 i 12.25 (F.P.) Certificació energètica per emissió de CO₂ en Catalana i Vegetal.

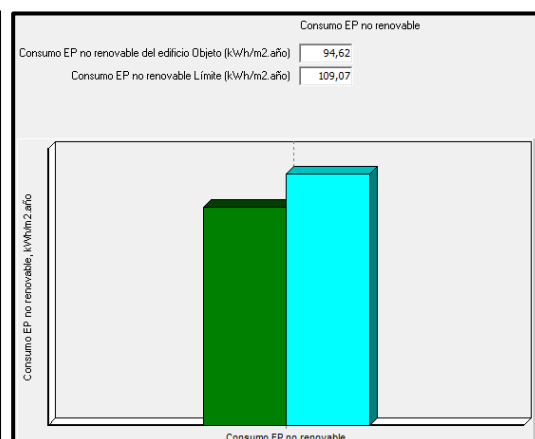
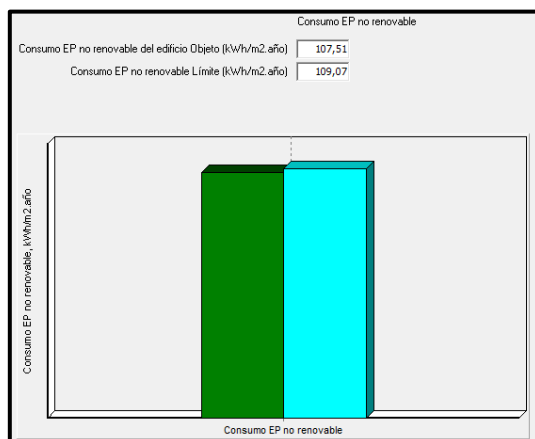
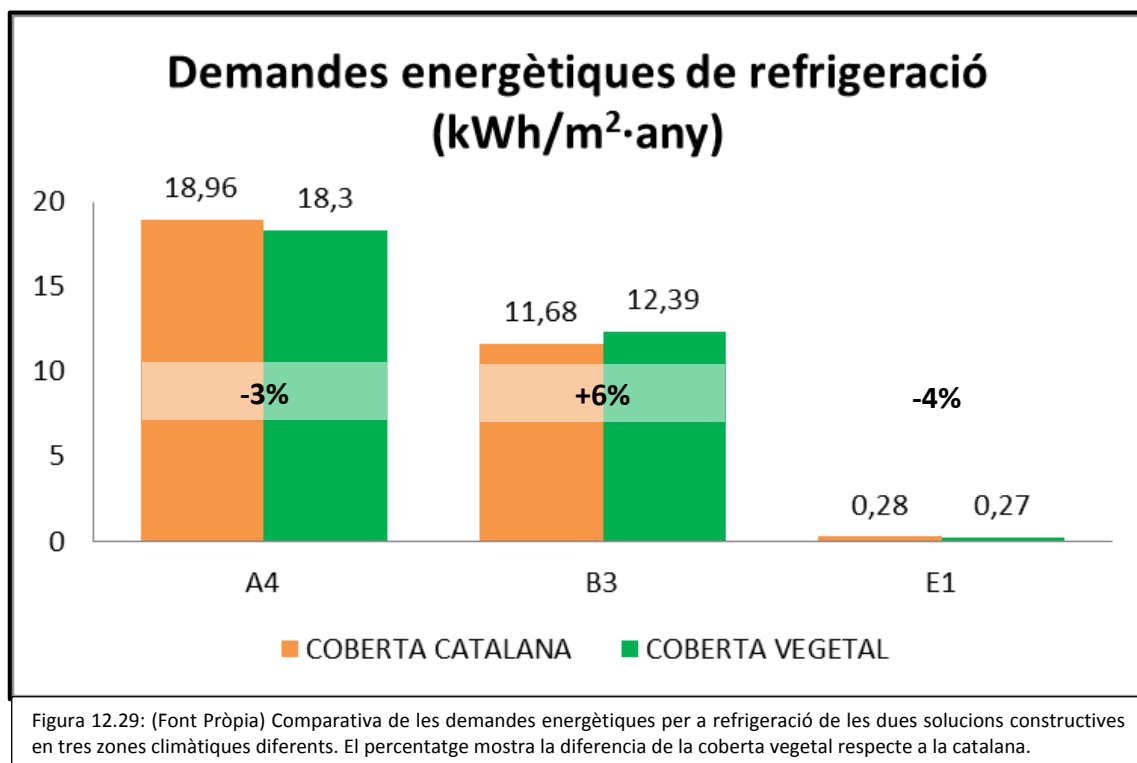
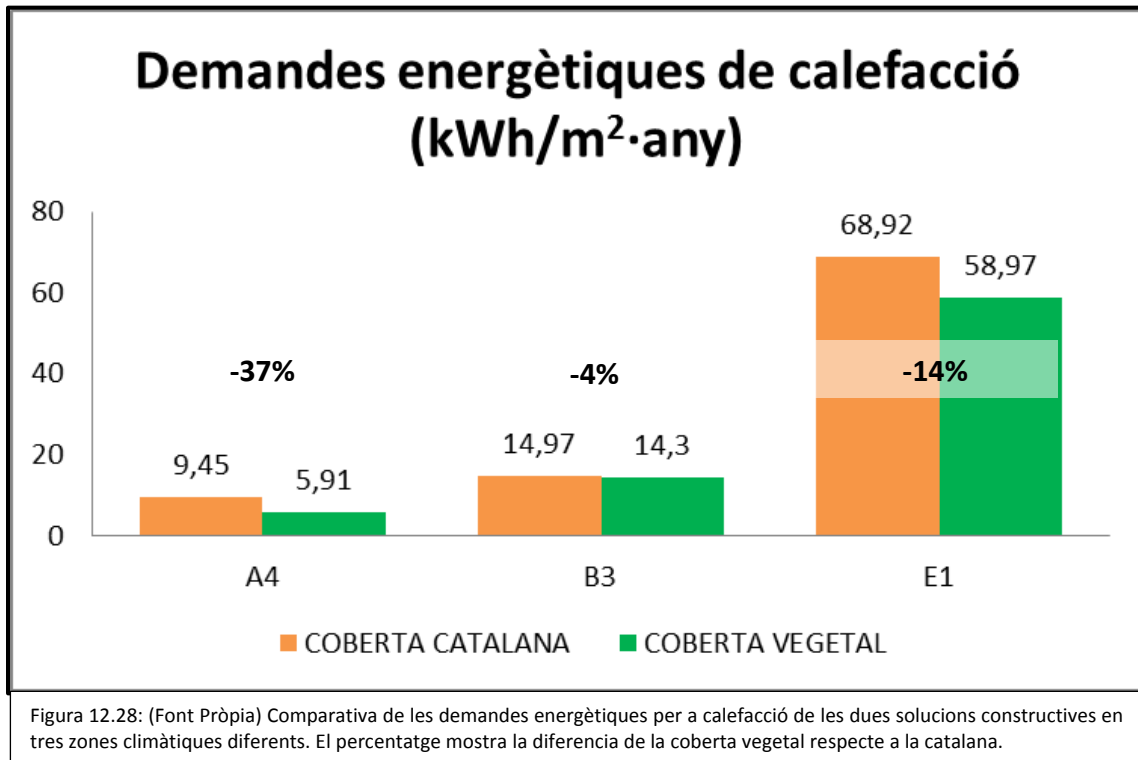


Fig. 12.26 i 12.27 (F.P.) Consum EP no renovable en edifici (verd) i límit (blau) en Catalana i Vegetal.

12.6. RESULTATS GLOBALS I CONCLUSIÓ



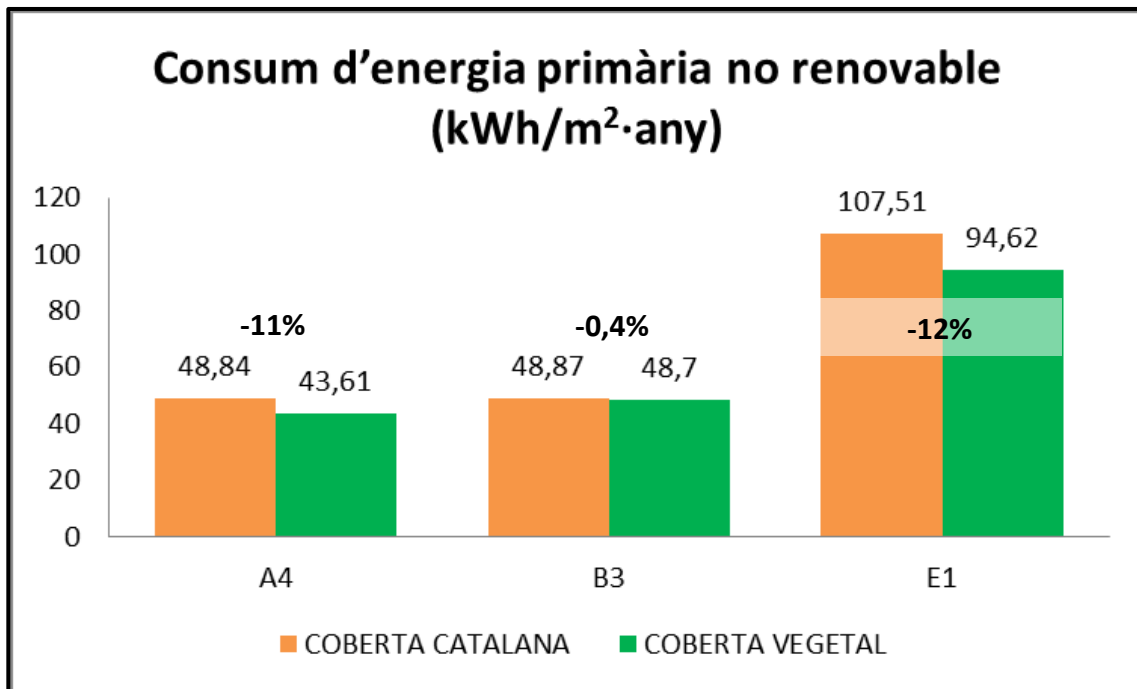


Fig Figura 12.30: (Font Pròpia) Comparativa dels consums d'energia primària no renovable de les dues solucions constructives en tres zones climàtiques diferents. El percentatge mostra la diferència de la coberta vegetal respecte a la catalana.

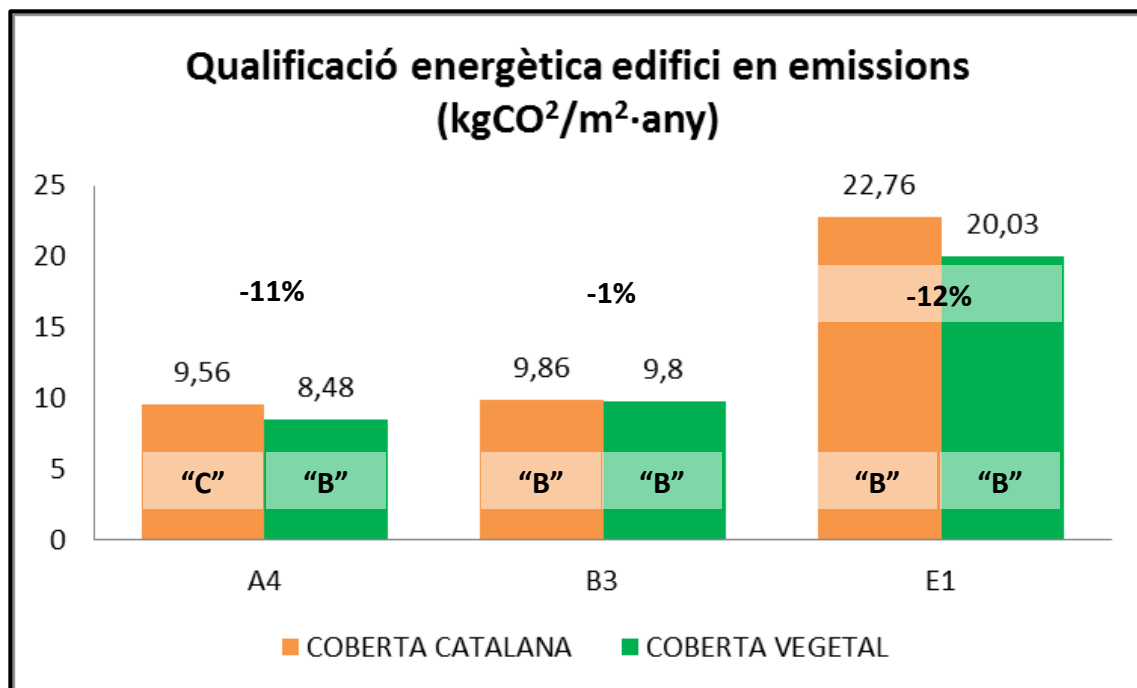


Figura 12.31: (Font Pròpia) Comparativa de la qualificació energètica del edifici segons les emissions per a calefacció de les dues solucions constructives en tres zones climàtiques diferents. El percentatge mostra la diferència de la coberta vegetal respecte a la catalana. També es mostra la lletra que determina la qualificació.

Com es pot observar a les taules comparatives de cada zona climàtica analitzada, en tots els casos l'aïllament tèrmic necessari per a una coberta vegetal és menys de la meitat del necessari en una coberta a la catalana i encara així el consum d'energia primària no renovable és sempre menor en la coberta vegetal. En part per aquest motiu (la menor necessitat d'aïllament) el preu també és sempre menor en una coberta vegetal que una a la catalana i també el consum d'energia és menor, per tant tenim un doble estalvi econòmic, en l'execució i en la despesa d'energia elèctrica o fòssil per a climatitzar l'edifici. Així mateix, els impactes ambientals relacionats al material d'aïllament tèrmic també són menors en una coberta vegetal que en una convencional.

Aquesta disminució del consum comporta una millora de la classificació energètica, que en aquesta simulació i per al cas de la zona climàtica A4 ha comportat fins i tot una disminució suficient per a reduir una lletra la classificació de l'habitatge (de la "C" a la "B"), el que pot comportar beneficis fiscals i un avantatge a l'hora de vendre o llogar l'edifici. (Segons el [RD235/2013](#) es obligatori mostrar l'etiqueta de eficiència energètica per a anunciar en venda o lloguer un habitatge o local comercial).

Des del punt de vista ecològic les cobertes vegetal col·laboren a la reducció de CO₂ a l'atmosfera reduint la quantitat d'energia consumida per l'edifici i per tant a reduir la petjada de carboni. Des del punt de vista econòmic relacionat amb l'energia ofereix una reducció de costos en l'execució i de despeses en energia a llarg termini i facilita la venda o lloguer de l'edifici en una societat cada volta més conscienciada amb la protecció del medi ambient i la reducció del consum d'energia.

13. ANÀLISI ECONÒMIC

13.1. PRINCIPALS BENEFICIS ECONÒMICS

Els principals beneficis econòmics de les cobertes són:

- Estalvi d'energia, a causa de l'aïllament tèrmic extra que proporciona, que provoca un menor consum d'energia en climatització, el que es transforma en estalvi econòmic immediat.
- La protecció que proporciona als diferents components de la coberta augmenta la vida útil d'aquesta, de forma que pot durar fins a tres voltes més que una coberta tradicional (madrid.es), la qual cosa es converteix en un estalvi econòmic a llarg termini.
- L'aspecte natural d'un edifici, juntament amb un creixent sentit de la responsabilitat pel medi ambient, suposa que tant llogaters com compradors es mostren disposats a pagar més per un edifici amb coberta vegetal. L'aspecte natural de la coberta vegetal constitueix un valor afegit indiscutible per a qualsevol edifici revalorant-lo fins a un 12%.
- La capacitat de retenció d'aigua de la coberta vegetal evita danys per inundacions en les canonades i sistemes de l'edifici que podrien tindre una repercussió econòmica important.
- Segons [l'annex V del PLAN DIRECTOR DEL API.06.03 "AZCA"](#) redactat per l'ajuntament de Madrid en 2014, una coberta vegetal extensiva es pot amortitzar econòmicament degut a aquests factors en entre 8 i 21 anys. Tenint en compte que la vida útil de la coberta es calcula en 60 anys, el termini es més que raonable.

13.2. ESTIMACIÓ ECONÒMICA

Per tal de fer una comparativa del cost econòmic de l'execució de diferents tipus de coberta es compararan les principals tipologies de coberta existents. Es descriurà breument la tipologia de coberta amb 4 paràmetres: transmitància de la solució, preu unitari, gruix de la protecció i gruix de l'aïllament.


Per tal que la comparativa siga la més correcta possible es calcularà un nou gruix d'aïllament per a cada solució, fent que la transmitància de cada solució siga equivalent a la de la coberta vegetal extensiva, que considerarem com a base. Amb aquest nou gruix d'aïllament es calcularà el nou preu de la solució i aquests preus equivalent seran els que es compararan en el gràfic final.

- Coberta vegetal extensiva


Fotografia		
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,101	=
Preu (€/m ²)	103,18	=
Gruix protecció (cm)	15	=
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	4	=

Figura 13.1 - sostenibilidadjavierneila.blogspot.com.es


- Coberta vegetal intensiva

Fotografia	 <p data-bbox="858 835 1166 860">Figura 13.2 - www.greenroofs.com</p>	
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,10	0,10
Preu (€/m ²)	124,98	124,98
Gruix protecció (cm)	27	27
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	2	2


- Coberta auto protegida

Fotografia	 <p data-bbox="874 1697 1150 1722">Figura 13.3 - estaticos.gdq.com</p>	
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,51	0,10
Preu (€/m ²)	64,46	141,48
Gruix protecció (cm)	0	0
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	5	32


- Coberta amb acabat de grava

Fotografia		
	Figura 13.4 - www.obrasonline.com	
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,58	0,10
Preu (€/m ²)	59,33	69,95
Gruix protecció (cm)	10	10
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	4	32

- Coberta no ventilada

Fotografia		
	Figura 13.5 - www.reformadetejados.es	
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,59	0,10
Preu (€/m ²)	76,77	103,45
Gruix protecció (cm)	1	1
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	4	31

- Coberta ventilada (Catalana)

Fotografia		
	Figura 13.6 - arlabcn.com	
	ESTÀNDARD	EQUIVALENT C.V. EXTENSIVA
Transmitància (W/m ² ·K)	0,34	0,10
Preu (€/m ²)	101,39	128,01
Gruix protecció (cm)	3	3
Gruix AT (cm) [XPS λ=0,034]	4	31

- Comparativa de preus unitaris dels diferents tipus de coberta amb la transmitància equivalent de una coberta vegetal extensiva:

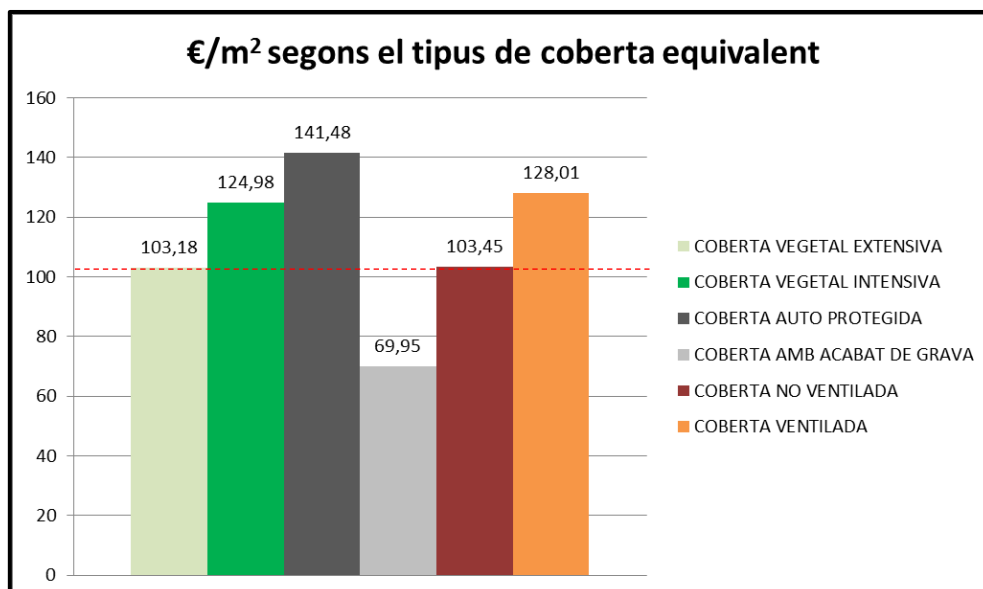


Figura 13.7: (Font Pròpia) Comparativa del preu de les diferents solucions constructives amb una transmitància tèrmica equivalent a la de la coberta vegetal extensiva.

Com es pot observar, la coberta vegetal extensiva és la segona opció més econòmica, sols després de la coberta plana no transitable amb acabat de grava. Dins de les cobertes transitables és l'opció més econòmica, açò és a causa de la gran necessitat d'aïllament tèrmic dels altres tipus de coberta per arribar als nivells d'aïllament que aporta la vegetació a la coberta vegetal.

13.3. COMPARATIVA COBERTA VEGETAL EXTENSIVA I COBERTA A LA CATALANA

En la zona mediterrània, la coberta plana més habitual és la coberta plana, ventilada, amb enrajolat fix, també anomenada coberta a la Catalana, per aquest motiu anem a fer una comparativa més a fons, diferenciant dins del preu unitari les diferents parts d'aquest. Aquesta anàlisi el farem amb les solucions constructives de l'[apartat de Comportament Energètic \(Z.C. B3\)](#)

- Coberta vegetal extensiva amb 2 cm de XPS (Font del preu de la coberta vegetal extensiva: www.generadordeprecios.info/QVE020 *Cubierta verde extensiva transitable*).
- Coberta ventilada a la Catalana amb 6 cm de XPS (Font del preu de la coberta a la catalana: www.generadordeprecios.info/QAC012 *Cubierta plana transitable ventilada*).

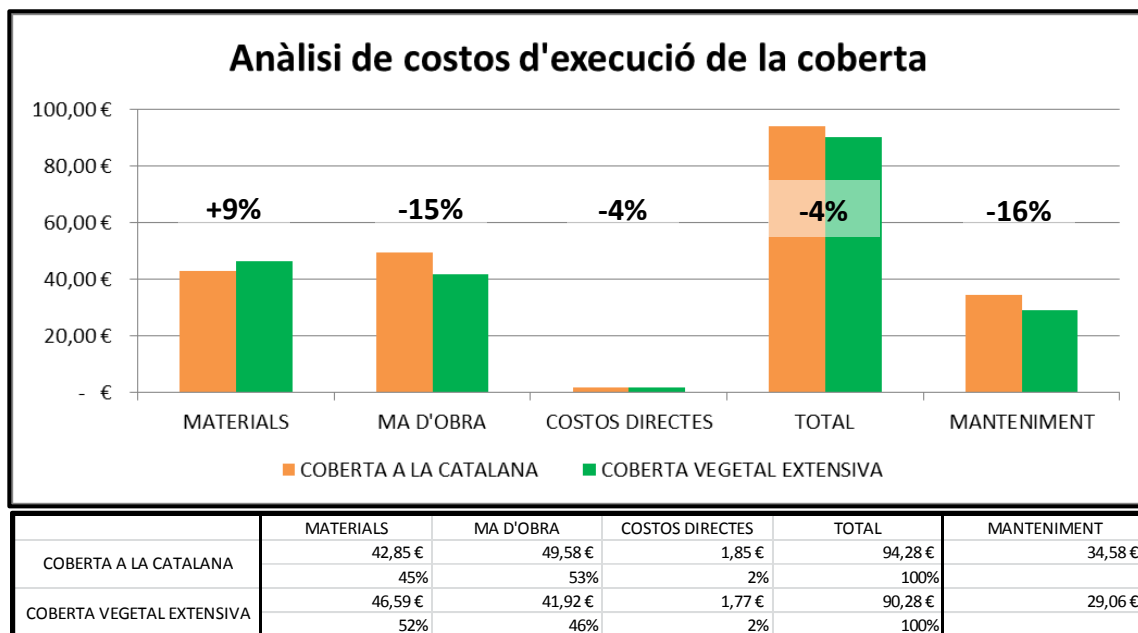


Figura 13.8 i 13.9: (Font Pròpia) Comparativa dels preus descompostos de les solucions de coberta vegetal i catalana en la zona climàtica B3, diferenciant entre el preu de materials, ma d'obra, costos directes i total, i manteniment durant 10 anys. El percentatge mostra la diferència de la coberta vegetal respecte a la catalana.

A partir d'aquestes dades podem concloure que la coberta vegetal extensiva comparada amb la coberta a la catalana té un cost unitari superior en materials (major nombre de capes) però menor en mà d'obra (l'execució és molt més simple i ràpida), i globalment té un preu d'execució unitari un 4% inferior.

Respecte al manteniment durant els 10 primers anys, el de la coberta vegetal és menys costos, ja que aquesta en ser extensiva no té despeses de jardineria, el que podria augmentar el cost, i a més protegeix més les capes inferiors, reduint les despeses de reparacions i substitucions en un 16%.

Respecte al cost de la gestió de RCD (Residus de construcció i demolició) durant l'execució cal dir que per la seua naturalesa constructiva d'elements sintètics que es poden retallar i adaptar a l'obra, la coberta vegetal extensiva produeix aproximadament 6,60 Kg/m² (5,50 litres/m²) de RCD, mentre que la coberta catalana produeix aproximadament 16,70 Kg/m² (13,80 litres/m²) de RCD, augmentant els costos de construcció.

14. NORMATIVA ESTRANGERA D'EXEMPLE

Anàlisi de normativa en l'àmbit mundial sobre cobertes vegetals:

14.1. ARGENTINA:

El 10 de desembre de 2012 s'aprovava a *Bueno Aires* la [Ley N° 4428 de Techos y Terrazas Verdes](#) aplicable a la ciutat autònoma de Buenos Aires i que recull tant criteris tècnics com d'ajudes econòmiques. Els criteris tècnics que recull són:

- Finalitat principal contribuir a la millora de l'ambient urbà
- Capes mínimes que ha de contar la coberta i gruix màxim del substrat (18 cm)
- Ha de comptar amb una correcta impermeabilització
- Separació mínima de mitjaneres i edificis confrontants per a evitar molèsties
- Obligatorietat de càlcul estructural de càrregues addicionals

Les ajudes econòmiques que recull són:

- Descomptes en els pagaments dels drets de delineació i construcció segons un coeficient de ponderació i amb un màxim del 20%.
- Descomptes per als propietaris en els impostos d'enllumenat i neteja, segons coeficient de ponderació i amb un màxim del 20%.
- El coeficient de ponderació es calcula segons la superfície de coberta vegetal i el percentatge de la coberta que ocupa la coberta vegetal, obtenint el màxim benefici amb una coberta vegetal de 200 m² que ocupe el 81% de la coberta total.

14.2. MÈXIC:

El 24 de desembre de 2008 s'aprova a Mèxic la [NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2007, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL](#).

Aquesta llei se centra bàsicament en requisits tècnics:

- Requeriments a satisfer: resistència, estabilitat, impermeabilitat...
- Components bàsics d'una coberta vegetal amb els materials i les seues propietats.
- Requisits per a combinar amb tecnologia solar tèrmica i fotovoltaica.
- Criteris de manteniment.

Aquesta llei no obliga a instal·lar cobertes vegetals ni contempla beneficis econòmics.

14.3. PERÚ:

El 12 d'abril de 2012 creen el [Programa Techo Verde en el Distrito de San Miguel, ORDENANZA N° 232-MDSM](#) que té com a objectiu principal millorar la qualitat de l'aire i millorar l'aspecte visual de la ciutat. És bàsicament un programa de ajudes per a implantar cobertes vegetals, els criteris per acollir-se són:

- La vegetació ha d'estar unida a terra o en recipients hidropònics però no en macetes.
- Àrea mínima del 40% del total de la coberta el primer any i s'haurà d'augmentar un 10% a l'any fins a arribar al 80% del total.

Els beneficis fiscals són:

- 20% de descompte en l'impost sobre manteniment de parcs i jardins públics.
- Premi "El jardín del año en tu techo" amb premis en béns i efectiu de patrocinadors.

14.4. CANADA:

L'11 de novembre de 2013 es fa l'última modificació sobre el [capítol 492 del codi municipal de Toronto](#) que fa referència a les cobertes vegetals. Aquesta llei fa referència tant a l'obligatorietat de cobertes vegetals, com a criteris tècnics i beneficis econòmics.

Les cobertes vegetals són obligatòries en aquests casos:

- Tots els edificis construïts o parts afegides a aquests des del 30 de gener de 2010, que compten amb una superfície major de 2000 m². El mínim de cobertura vegetal serà del 20% augmentant progressivament fins al 60% per a cobertes de més de 20000 m².
- Cobertes d'edificis industrials amb més de 2000 m² a partir de 30 d'abril de 2012.
- No s'aplica a edificis de menys de 6 altures o 20 m d'altura.

Els criteris tècnics que recull, són entre d'altres:

- Els càlculs de pes es faran amb un pes 2000 kg/m³ del substrat saturat d'aigua
- Les cobertes amb un pendent superior a 10° (17%) hauran d'incorporar mesures anti lliscament.
- Haurà d'haver-hi un perímetre lliure de vegetació de 0,5 m.
- Requeriments mínims de cobertura vegetal.

Els beneficis econòmics que recull la llei són:

- Si per algun motiu justificat i autoritzat no s'executa la coberta vegetal o s'executa menys àrea de l'obligatòria, s'haurà de pagar una penalització equivalent al preu de la coberta no executada que es calcula en 200 \$/m².
- Els diners provinents d'aquesta penalització aniran dirigits al Programa d'Incentius Eco-Sostre de la Ciutat.
 - El Programa d'Incentius Eco-Sostre de la Ciutat dona 75 \$/m² a tots aquells propietaris que vulguen construir una coberta vegetal i complaguen certs requisits.

Aquesta és una llei que obliga a la construcció de cobertes vegetals per tal d'obtenir els beneficis d'aquestes per a la ciutat, evita obligar a xicotetes edificacions a la despesa que suposa però si els permet acollir-se a les ajudes per a executar una coberta vegetal. La penalització per no construir una coberta vegetal és el preu d'executar-la, per tal d'evitar que la gent no l'execute per motius econòmics, ja que el cost és el mateix de construir-la que se no fer-ho.

14.5. ESTATS UNITS D'AMÈRICA:

La normativa als EUA es divideix entre la federal i la dels diferents Estats membres.

- La normativa federal dels EUA, en la seua Llei de Política Energètica del 2005 contempla el descompte de fins a 1,80 \$ per peu quadrat, uns 1,65 €/m², en els impostos federals per a projectes de construcció verda que complisquen les normes ASHRAE.

La normativa d'alguns Estats i ciutats és la següent:

- Austin, TX: disposa d'un «Bo Verd» pel qual pots augmentar l'edificabilitat en 8 peus quadrats per cada peu quadrat de coberta verda que tinga l'edifici.
- Chicago, IL: Programa de Permís Verd amb el qual els edificis amb coberta vegetal se'ls accelera els permisos de construcció i se'ls sol·licita la certificació LEED.
- Maryland: Ofereix descomptes de fins a 10000 \$ als propietaris per instal·lar sistemes de gestió d'aigües pluvials provats.

- Milwaukee, WI: Proporciona una ajuda de 5 \$ per peu quadrat en les cobertes vegetals en concepte d'ajuda al clavegueram metropolitana.
- Nashville, TN: Ofereix una reducció de 10 \$ per peu quadrat de coberta vegetal en els impostos de clavegueram.
- Nova York, NY: ofereix un descompte de 5,23 \$ per peu quadrat de coberta vegetal fins a 200000 \$ per projecte. També obligarà als nous edificis del govern a construir segons criteris medi ambientals.

(myplantconnection.com)

14.6. FRANÇA:

S'ha parlat molt d'una nova llei que prepara el govern francès i que com publicava www.elmundo.es en abril de 2015, obligarà a que les cobertes dels edificis de nova construcció en zones comercials estiguin cobertes de panells solar o siguin cobertes vegetals, per tal de pal·liar els problemes de contaminació que sofreixen les grans ciutats franceses i sobretot Paris. La norma s'anomena Llei de Biodiversitat i contemplarà molts altres requisits en nombrosos àmbits.

De moment [la llei d'urbanisme, en el seu article L111-6-2](#), recull que a partir de la publicació en 2010 de la llei sobre el compromís nacional amb el medi ambient, "no es podrà oposar a la utilització de materials o mètodes de construcció renovables per a evitar l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, la instal·lació de dispositius per a afavorir la retenció d'aigua de pluja o energia renovable que correspongui a les necessitats de consum intern dels ocupants de l'edifici", sense una justificació específica. Entre aquests mètodes estan les cobertes vegetals.

14.7. ÀUSTRIA

La ciutat de Linz té una indústria majoritàriament pesada (indústria d'acer i plantes químiques) que va experimentar un gran auge en els anys 60 i 70 i que van portar la qualitat de l'aire al seu punt més baix. Aquest auge va reduir de manera dramàtica les zones rurals i espais verds substituint-los per nova propietat industrial i zones residencials i carreteres. Com a resultat, l'oficina de planificació urbana de Linz va iniciar la investigació per retornar zones verdes de nou a l'estat que tenien l'any 1965.

El primer pla d'espais verds va ser adoptat en 1985 i segueix sent la base per als plans d'ús del sòl legalment vinculant. Les mesures específiques d'àrees verdes de la ciutat (incloses cobertes vegetals) estan estipulats en els plans d'ús del sòl.

Mesures concretes:

- Aplicació de la llei vinculant als plans d'ús del sòl amb les normatives d'"enverdiment" de la ciutat (incloses cobertes vegetals) des de 1985.
- Incentius financers: Cada promotor pot rebre el suport financer per a la inclusió d'una coberta verda. El suport financer actual és un màxim del 5% dels costos d'execució de la coberta vegetal amb un límit màxim de 7.500 euros per projecte.
- Informació i excursions amb un planificador urbà.
- Oferta de consultoria per als constructors, inversors, propietari de l'edifici: Cada constructor, planificador, els inversors i els ciutadans tenen el dret de sol·licitar informació lliure i neutral sobre cobertes vegetals a través de l'oficina d'urbanisme.

(igra-world.com)

La ciutat de Viena, capital d'Àustria, té una subvenció per a cobertes vegetals consistent en:

- La quantitat de fons depèn del gruix del substrat de la coberta vegetal. Varia entre 8 i 25 €/m², amb un límit màxim de 2200 euros per projecte.

(igra-world.com)

14.8. ALEMANYA

A ciutat de Stuttgart es du a terme des de 1986 un pla de promoció de cobertes vegetals amb els següents requeriments i beneficis:

- Tots els nous plans de desenvolupament requereixen sostres plans o inclinats (fins a 12°) per ser coberts amb vegetació.
- Reducció de l'impost d'aigües pluvials del 50% per als edificis amb cobertes vegetals.
- Els incentius econòmics són només per als edificis existents o nous edificis als quals el pla urbanístic encara no requereixen una coberta vegetal. Des de 1986 (fins a 2009) es va incentivar a gairebé 430 projectes i 66.000 m² de cobertes vegetals. La subvenció era 17,90 €/m² (50% dels costos d'instal·lació i materials amb 12 cm d'altura del substrat). El propietari ha de mantenir el sostre verd durant almenys 10 anys.
- En 2014 es va relançar el programa d'incentius.

(igra-world.com)

14.9. ITÀLIA

La xicoteta ciutat de Bozen (52 km² i 100000 habitants) ha implantat mesures per a millorar la gestió d'aigües pluvials, agreujada pel segellat del sòl. La filtració d'aigua de pluja a la terra ha estat en gran part o totalment inhibida, que condueix a alteracions de l'equilibri de l'aigua d'escorrentia. El cicle natural de la recollida i l'alliberament d'aigua de pluja per a l'entorn per la infiltració, l'evaporació i l'evapotranspiració s'ha trencat.

La introducció de la tecnologia de gestió d'aigües pluvials és una manera de compensar i contenir els efectes sobre el medi ambient.

- L'Article 19bis de les normes de construcció municipals, que va ser aprovat en 2004, estableix que els edificis nous, renovacions a edificis i desenvolupaments existents de qualsevol tipus en les parcel·les de terra i/o a les parets exteriors dels edificis existents que estan exposades a la pluja (cobertes, terrasses, accessoris exteriors, patis, zones verdes, les superfícies polides, etc.), estan subjectes a restricció de l'índex de superfícies segellades.
- Directrius locals de cobertes vegetals: orientació tècnica (UNI 11235) per a la instal·lació de cobertes vegetals.

(igra-world.com)

14.10. SUÈCIA

La ciutat de Rotterdam és la segona ciutat més gran de l'estat i té un dels ports més grans del món.

El problema de Rotterdam és que, a causa del canvi climàtic, a la regió la pluja està caient amb més freqüència i en majors quantitats i els sistemes de clavegueram i maneig d'aigües superficials no van ser dissenyats per aquestes intensitats. Una contra mesura és mantenir la quantitat més gran d'aigua possible a les teulades de la ciutat i deixar que s'allibera lentament. Això també hauria d'ajudar a millorar altres aspectes del clima urbà, com l'efecte d'illa de calor urbana i la contaminació de partícules a l'estiu.

Per a aconseguir aquests objectius han desenvolupat un sistema d'incentius econòmics:

- La subvenció és de 25 €/m² de coberta vegetal construïda a la ciutat.

(igra-world.com)

14.11. BARCELONA

A la ciutat de Barcelona el Consorci De l'Habitatge ofereix ajudes destinades a la rehabilitació d'edificis. Dins d'aquestes ajudes es contempla la possibilitat de rehabilitar cobertes convertint-les en cobertes vegetals, podent arribar a obtenir ajudes de fins al 35% de l'import de l'obra amb un màxim de 30.000 €.

(bcn.cat - A.5. OBRES PER A LA MILLORA DE LA E.E. I SOSTENIBILITAT, 3) Cobertes verdes)



III. CONCLUSIÓ

15. CONCLUSIONS

La realització del Projecte Final de Grau és el punt final en la nostra formació com Arquitectes Tècnics, indica que has assolit tots els coneixements que corresponen al grau i estàs preparat per a aplicar-los en el món laboral, continuar la teua formació i seguir aprenent de forma autònoma durant la vida laboral.

La realització d'aquest PFG m'ha servit per a desenvolupar i utilitzar els coneixements adquirits durant els 4 cursos del grau, així com les meues habilitats i aptituds i comprovar una volta més com tots els coneixements adquirits durant diversos cursos i diferents assignatures de forma progressiva s'han d'aplicar alhora de forma conjunta, ordenada i global.

15.1. CONCLUSIONS TÈCNIQUES

Les cobertes vegetals són una solució constructiva que alhora que compleix la seua funció de tancament exterior superior ofereix nombrosos i variats beneficis que fa que destaque per sobre d'altres solucions més simples i habituals, però també menys beneficioses.

El desconeixement general d'aquesta solució constructiva, tant per part dels promotors com dels constructors, ha impedit fins al moment que estiga normalitzada en l'activitat edificadora, però amb treballs com aquest haurien de normalitzar-se i ser cada volta més habituals en les nostres ciutats.

Les cobertes vegetals són solucions constructives complexes a causa de la interacció entre components inerts i components vius, que han de complementar-se i ajudar-se entre ells: els components vius protegeixen els inerts, que alhora han d'ajudar als vius a mantenir-se amb vida i en bones condicions.

També cal dir que el nombre més gran d'element o capes de què consta una coberta vegetal fa molt important l'estudi d'aquestes per tal de seleccionar aquells tipus que millor s'adapten a les necessitats concretes de cada projecte, ja que les solucions estàndard que ofereixen diferents marques comercials (les quals no tenen en compte la ubicació, el clima i altres variables) poden ser roïns i conduir a un augment de costos innecessari o a una falta de característiques per a garantir el bon funcionament.

15.2. CONCLUSIONS PERSONALS

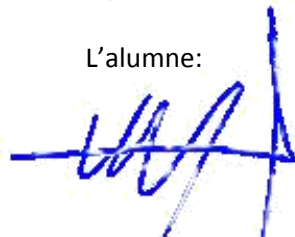
Després de l'estudi de les cobertes vegetals consultant nombrosa informació de diferents fonts tant comercials, com d'investigació, premsa i reportatges, he de dir que les cobertes vegetals hem pareixen una solució molt bona i indicada per als edificis de les nostres ciutats, on podríem aprofitar tots els beneficis d'aquestes cobertes vegetals.

Una de les característiques més important a l'hora d'analitzar la viabilitat per a instal·lar una coberta vegetal és sens dubte el preu, que resulta ser prou competitiu amb les cobertes tradicionals, no obstant ofereix moltes més avantatges que aquestes altres. Des d'un punt de vista medi ambiental, tema que preocupa cada volta a més gent, aquesta solució aporta una possibilitat de naturalitzar o renaturalitzar un espai que cap altra solució constructiva ofereix. Es hauria de desenvolupar una normativa que regulés i afavorís la construcció de cobertes vegetals per tal d'aprofitar tots els beneficis que aporta tant a usuaris com a la societat.

Per tots aquests motius opine que les cobertes vegetals no són un luxe, sinó una necessitat que proporciona un equilibri ecològic en els espais urbans i integren els edificis en l'entorn natural.

En Castelló de la Plana, a 10 de Novembre de 2016

L'alumne:



Signat: Emilio Sales Ventura



IV. ANNEXOS

16. ANNEX I – BIBLIOGRAFIA I FONTS CONSULTADES

16.1. BIBLIOGRAFIA EN ORDRE ALFABÈTIC

- Álvarez, C. (8 de Setembre de 2014). Urbanarbolismo. [Blog]. Recuperat de autoconstruccionmadera.blogspot.com
- [Código Técnico de la Edificación](#). (2006). Ministerio de Vivienda, Real Decreto 314/2006.
- Cómo cultivar y curar las plantas: Sedum (N.D.) Recuperat el 1 de Novembre de 2016 de: elicriso.it
- Cubiertas verdes ligeras para edificios (18 de Novembre de 2014). Construible. Recuperat de: construible.es
- Darlington, A., Dat, J. & Dixon, M. (2001). The Biofiltration of Indoor Air: Air Flux and Temperature Influences the Removal of Toluene, Ethylbenzene, and Xylene. *Environmental Science & Technology* 35 (1), 240-246.
- de O, I. (18 d'Agost de 2013). La UPV avala las «notables ventajas térmicas» de las cubiertas 'verdes'. El Correo. Recuperat de www.elcorreo.com
- F. Oliviera, C. Di Perna, M. D'Orazio, L. Olivieri & J. Neila, (2013). [Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate](#). *Energy and Buildings*, 63, 1-14).
- Faber Taylor, A., Kuo, F.E., & Sullivan, W.C. (2001). The surprising connection to green play settings. *Environment and Behavior*, 33 (1), 54-77.
- González, L. (-). Urbanarbolismo. [Blog]. Recuperat de www.urbanarbolismo.es
- Green Roofs, History and The Present, Department Technology of Architecture (Building Construction), Faculty of Architecture, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy (UACEG) Sofia, Bulgària.
- Hernandez Velasco, I. (04 d' abril de 2015). Jardines en los cielos franceses. El Mundo. Recuperat de www.elmundo.es
- IGRA - Municipal Case Studies (N.D.) Recuperat el 1 de Novembre de 2016 de: www.igra-world.com
- Jian-feng Li, Onyx W.H. Wai, Y.S. Li, Jie-min Zhan, Y. Alexander Ho, James Li & Eddie Lam (2010) [Effect of green roof on ambient CO2 concentration](#). *Building and Environment* 45 (12), 2644-2651.
- Katzschner, L. (1991). Ergebnisse des Versuchs zur Abflubmessung eines Grasdachs. Informe inédito, Universidad de Kassel.
- Köhler, M. & Schmidt, M. (1997). Hof- Fassaden und Dachbegrünung: 12 years experience. *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*, 105, 1-175.
- Köhler, M., Schmidt, M., Laar, M., Wachsmann, U. & Krauter, S. (2002). [Photovoltaic panels on greened roofs](#). In S. Krauter (Ed.), *Rio 02 World Climate & Energy Event, book of proceedings* (pp. 151-158). Rio de Janeiro: UFRJ-COPPE.
- Kristin L., Getter, D., Bradley Rowe, G., Philip Robertson, Bert M. Cregg, & Jeffrey A. Andresen. (2009). [Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs](#). *Environmental Science & Technology*, 43 (19), 7564-7570)
- La isla de calor (2ª parte de la serie "Cubiertas vegetales") (19 de març de 2015) [Blog]. Recuperat de www.urbanismoytransporte.com
- Lagström, J. (2004) Do Extensive Green Roofs Reduce Noise?. *INTERNATIONAL GREEN ROOF INSTITUTE*, 10, 7-32).
- López Castellanos, J. (1996). *Cubiertas y tejados : manual práctico*. Espanya: Progenisa.
- Marco, A. (07 de maig de 2015). La Ciudad Financiera del Banco Santander sale a subasta por 2.000 millones de euros. El Confidencial. Recuperat de www.elconfidencial.com
- Márquez, N. (Octubre de 2015). Tuatara Tech. [Blog]. Recuperat de www.tuataratech.com
- Mc Loughlin, J.A. (13 de març de 2014) . Azotea Verde Infonavit [Videofile]. Recuperat de : www.youtube.com
- Minke, G. (2009) [Techo verdes: Planificación, ejecución y consejos prácticas](#). Espanya: Ecocosas.
- Minke, G., Otto, F., Gross, R. (2009) Ermittlung des Wärmedämmverhaltens von Gründächern. Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.



- Mooney, C. (09 de juliol de 2015). Scientists have discovered that living near trees is good for your health. The Washington Post. Recuperat de www.washingtonpost.com
- Moreno-Garcia, M. Carmen. (1994). [Intensity and form of the urban heat island in barcelona](#). International Journal of Climatology, 14 (6), 705–710.
- [Normas Básicas de la Edificación](#). (1977). Ministerio de la Vivienda, Real Decreto 1650/1977.
- [Normas Tecnológicas de la Edificación](#). (1972). Ministerio de la Vivienda, Decreto 3565/1972.
- Peck, S. and M. Kuhn. (2003). [Design Guidelines for Green Roofs](#). Canada Mortgage and Housing Corporation and the Ontario Association of Architects.
- Robinette, Gary O. (1972). Plants, People and Environmental Quality. US Department of Interior. Washington.
- Ruiz de Elvira, A. (03 de maig de 2015). ¿Por qué afectarán los extremos climáticos más a España que a otras regiones?. El Mundo. Recuperat de www.elmundo.es
- Tan P.Y and Angelia Sia. (2005). [A pilot green roof research project in Singapore](#). Proceedings of the Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Washington DC, USA, 4-6 May 2005.
- Urban Scape – Sistema de cubierta verde (N.D.) Recuperat el 1 de Novembre de 2016 de: www.urbanscape.es
- Wolverton, B.C. (1989). Plants and their microbial assistants: Nature's answer to earth's environmental pollution problems. NASA - Biological Life Support Technologies: Commercial Opportunities; 60-65.

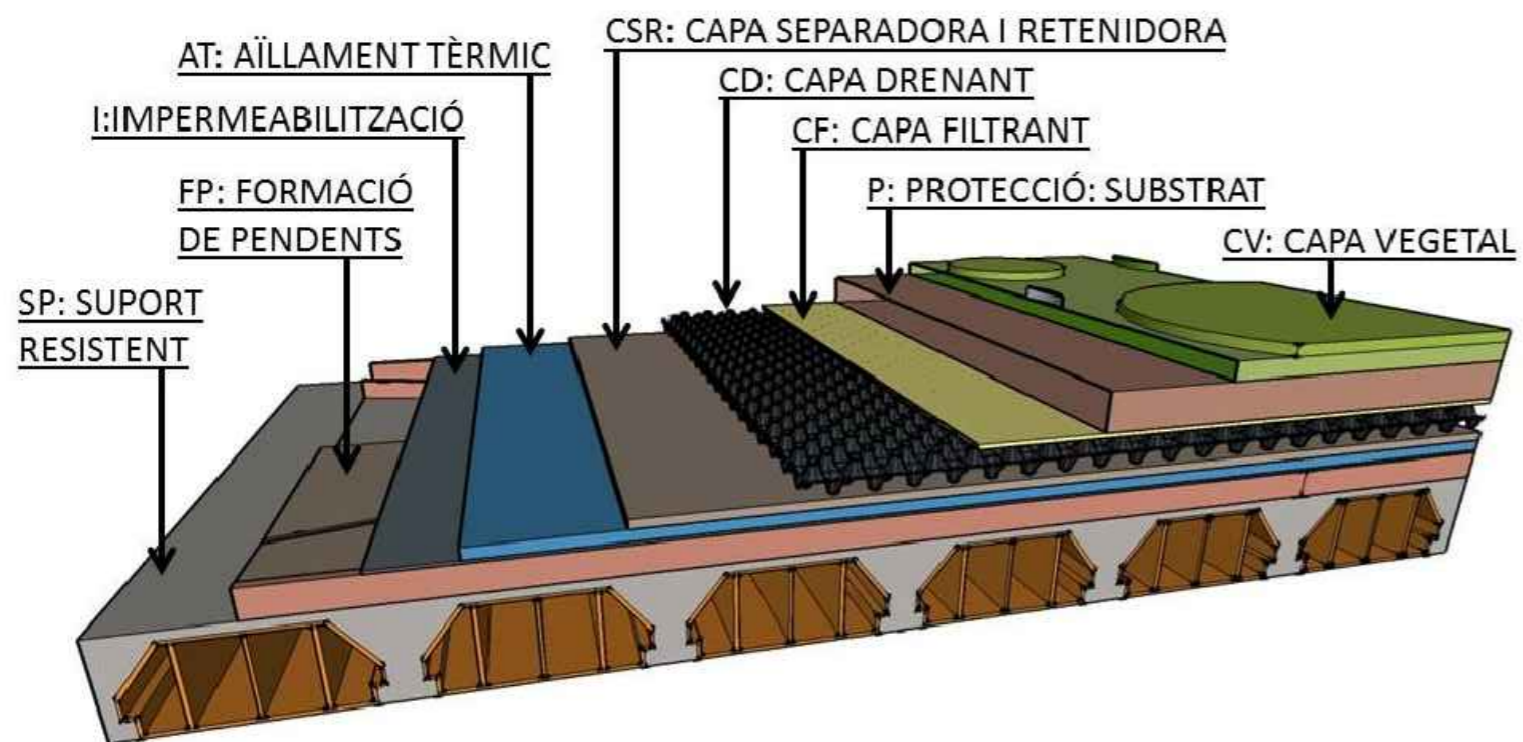
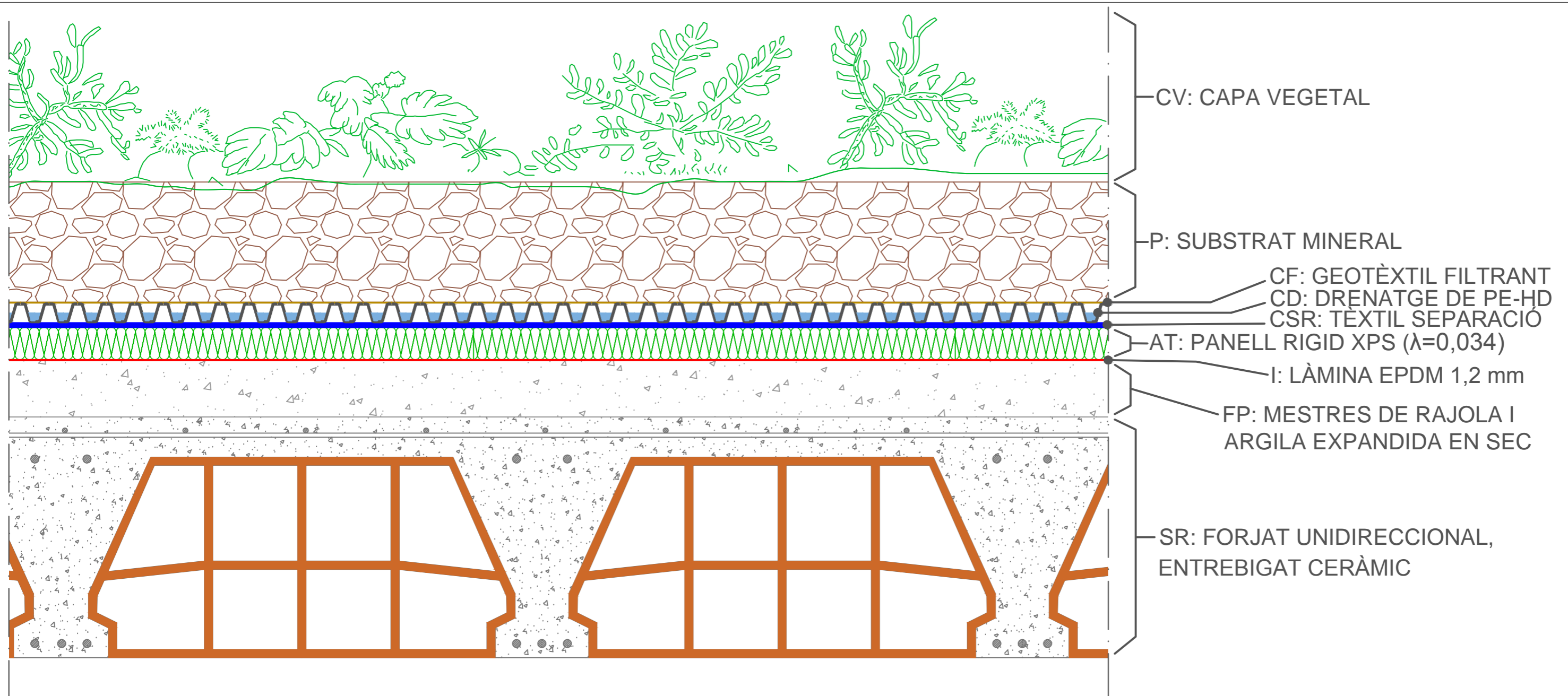
16.2. PAGINES WEB CONSULTADES

- http://www.sanchezpando.com/tabla_familias_dwg.htm#PN-1
- [Regulador de cargas pluviales SE60 de ZinCo](#)
- <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte>
- <http://ovacen.com/como-construir-cubiertas-vegetales-o-verdes-manuales-guias/>
- <http://www.five.es/publicaciones/cartillas/QB/qb07/index.html>
- <http://www.asescuve.org/cubiertas-verdes/>
- <http://www.greenroofs.org/>
- http://www.verdjardins.com/?page_id=1099
- <http://www.knaufinsulation.es/urbanscape-cubierta-verde#Memoria>
- https://www.researchgate.net/profile/Brad_Bass/publications
- <http://www.paimed.com/sistemas-tipicos-de-cubierta-extensiva/>
- <http://www.texsa.es/es/soluciones/cubierta-plana-ajardinada-invertida-imp-tpo-extensiva.htm>
- http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/downloads/cad_popup.php
- <http://portal.danosa.com/danosa/CMServlet?node=cubiertas&lng=1&site=1>
- http://www.josepsolebonet.260mb.net/index_archivos/ModelosLider.html?ckattemp=1&i=1
- <http://www.jardinesbarcelona.es/cat/cobertes-vegetals.htm>
- <http://drenajurbanosostenible.org/consideraciones-en-el-planeamiento-de-cubiertas-verdes/>
- <http://www.jardinsostenible.eu/146-proyecto-espaitec-universidad-jaume-i-de-castell%C3%B3n>
- <https://ecoeficiente.es/econdensa2/#lightbox/0/>
- <https://www.sempergreen.com/es/informacion-relacionada/las-ventajas-de-una-cubierta-vegetal/beneficios-economicos-de-una-cubierta-vegetal>
- <http://www.certificadosenergeticos.com/evaluacion-eficiencia-energetica-cubiertas-vegetales>
- <http://www.paimed.com/ecosoluciones/cubiertas-ajardinadas/>
- <http://www.soloarquitectura.com/foros/threads/cubierta-vegetal.12671/>
- <http://www.rollgum.com/videos/>
- <http://www.mimbrea.com/cubiertas-vegetales-ciudades-mas-verdes/>
- <http://www.andimat.es/>
- <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>

17.ANNEX II - DETALLS CONSTRUCTIUS

ÍNDEX DE DETALLS CONSTRUCTIUS:

17.1.	SECCIÓ CONSTRUCTIVA TIPO	97
17.2.	ENCONTRE AMB MUR PERIMETRAL.....	98
17.3.	DETALL 1: ADHESIÓ LÀMINA EPDM.....	99
17.5.	DETALL 2: ENTREGA LÀMINA EPDM PER CANAL.....	100
17.6.	DETALL 3: PERFIL SEPARADORS DE MATERIALS	101
17.7.	ENCONTRE AMB DESGUÀS HORITZONTAL.....	102
17.8.	DETALL 4: COL·LOCACIÓ EMBORNAL	103
17.9.	DETALL 5: COL·LOCACIÓ CAIXA DE REGISTRE.....	104
17.10.	ELEMENT ANTI CAIGUDES	105
17.11.	DETALL 6: COL·LOCACIÓ ELEMENT ANTI CAIGUDES	106



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS
EN L'EDIFICACIÓ

PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROJEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO

COBERTA VEGETAL EXTENSIVA
SECCIÓ CONSTRUCTIVA TIPO

DESCRIPCIÓ - DESCRIPCIÓN - DESCRIPTION - BESCHREIBUNG - DESCRICÃO - ОПИСАНИЕ

EMILIO SALES VENTURA

AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FORFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE

Nº: 17.1

Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN

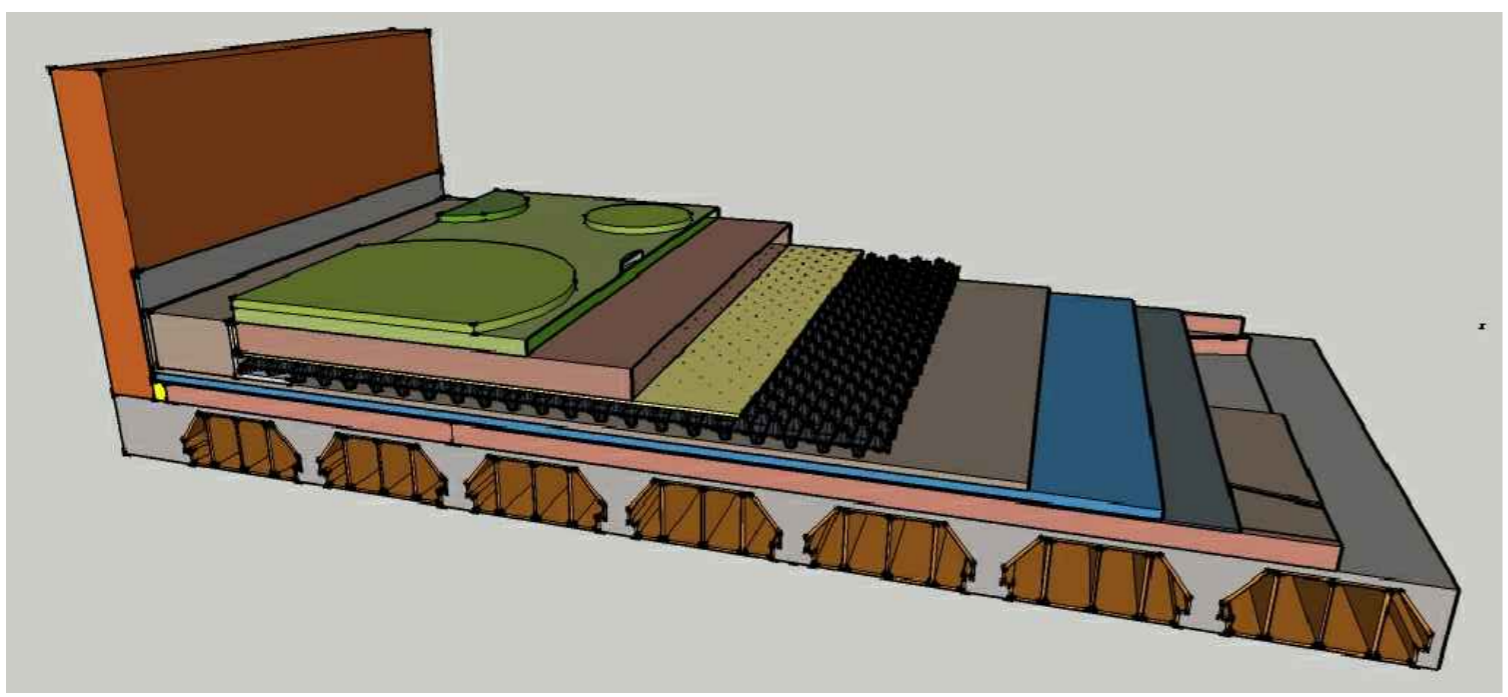
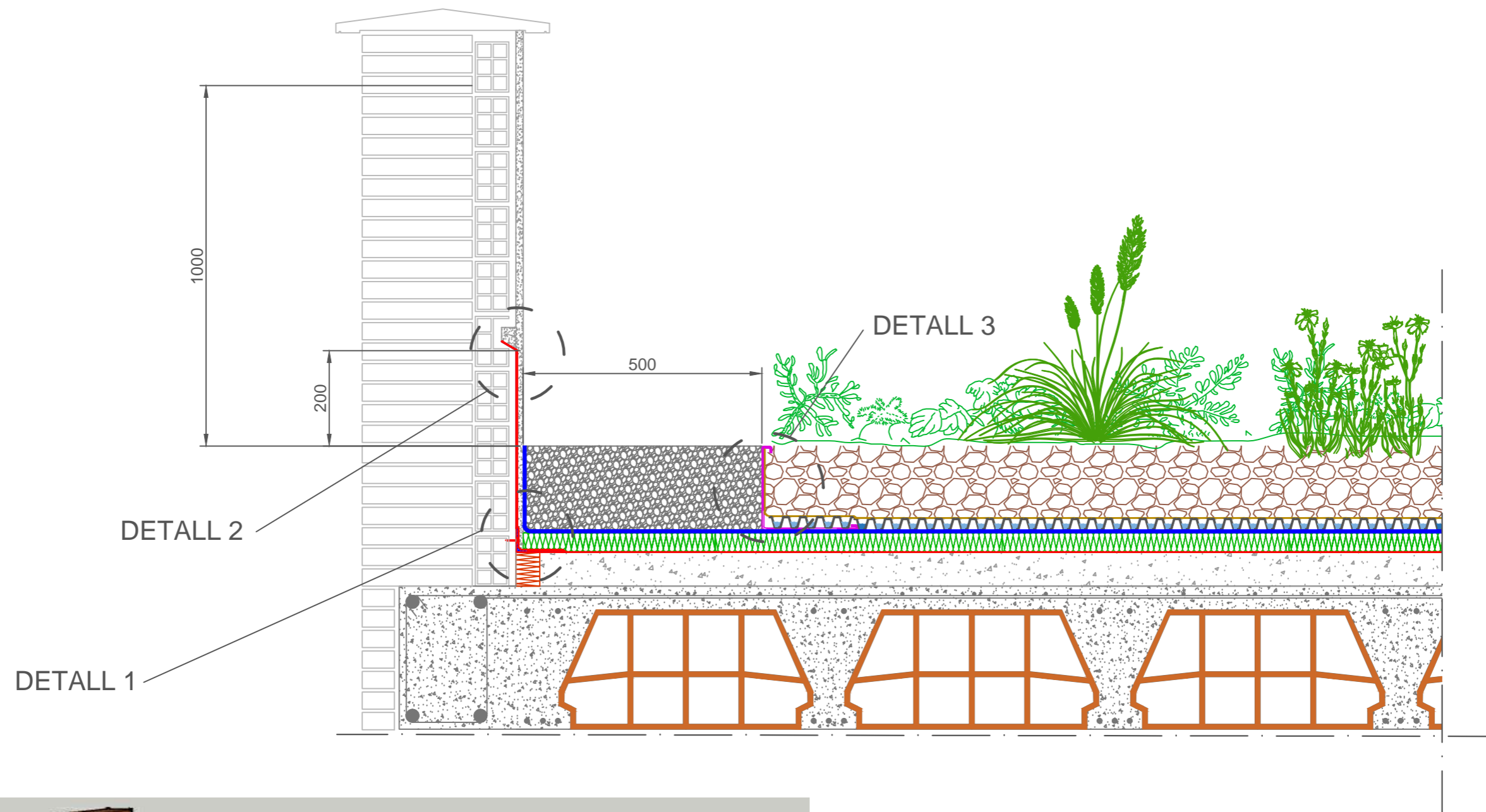
17. ANNEX II / 1
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN

E: 1/5

ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG

NOVEMBRE 2016

DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА

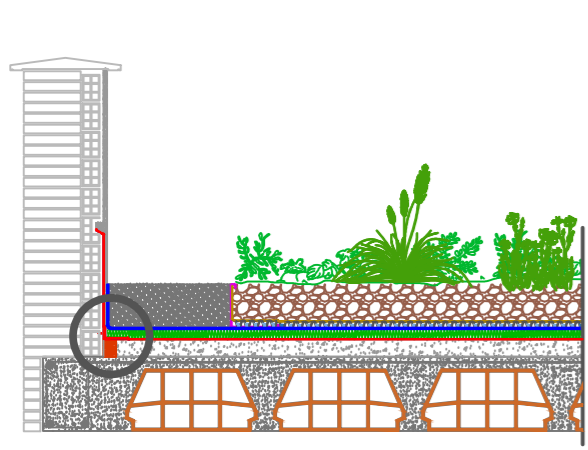
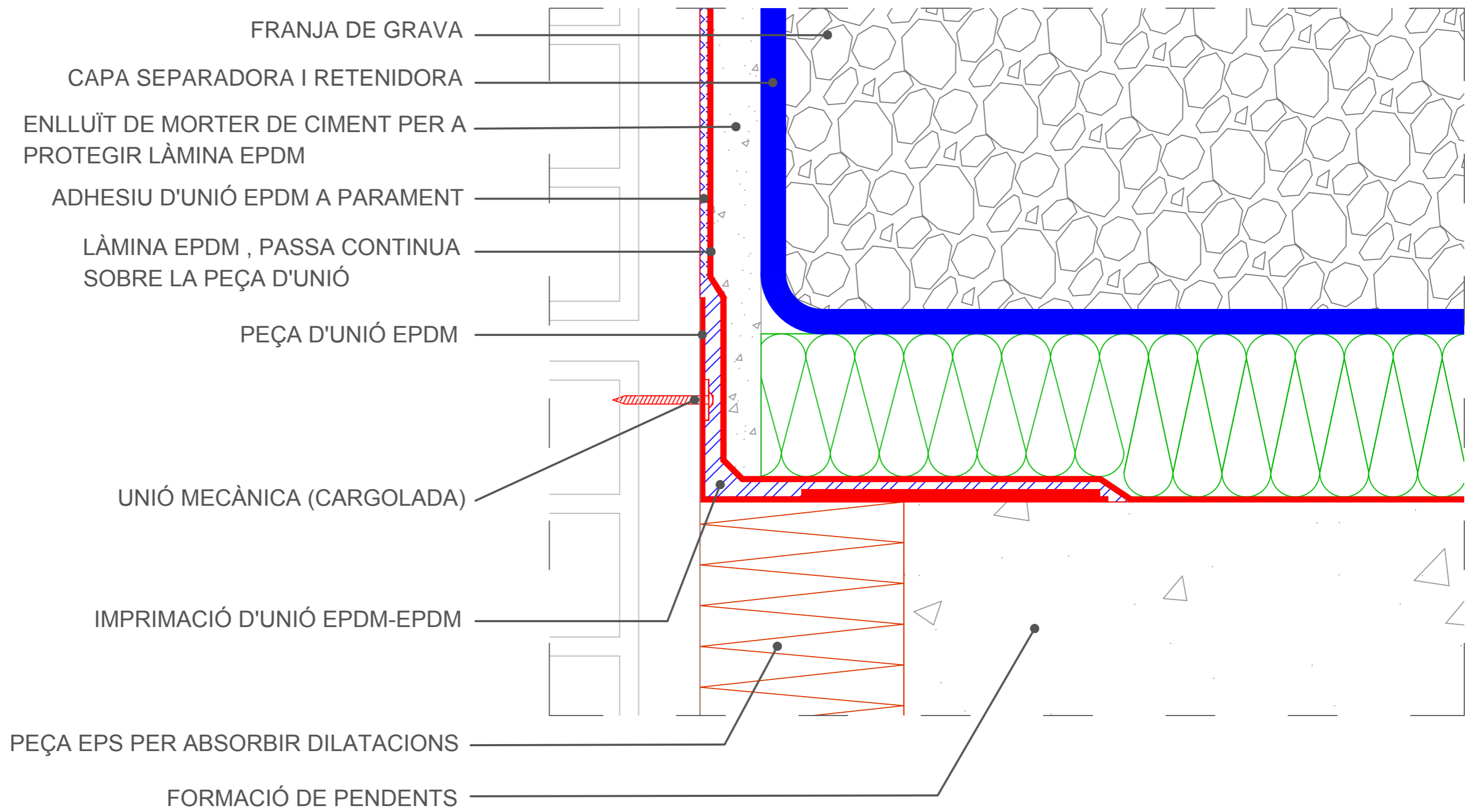


UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

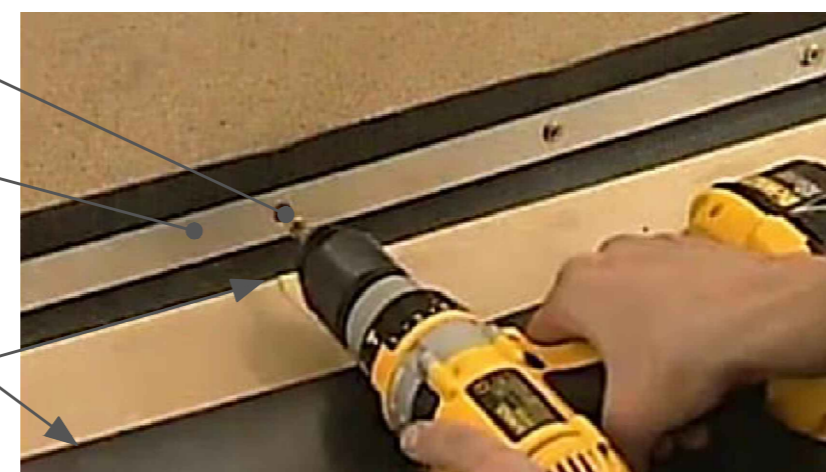
PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS
EN L'EDIFICACIÓ
COBERTA VEGETAL EXTENSIVA
ENCONTRE AMB MUR PERIMETRAL

Nº: 02
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN
17. ANNEX II / 2
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN
E: 1/10

EMILIO SALES VENTURA
AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FÖRFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE
NOVEMBRE 2016
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА



CARGOLS
 PLETINA METAL·LICA
 PEÇA D'UNIÓ, EN VERTICAL
 PEÇA D'UNIÓ, EN HORIZONTA



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
 ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ
 PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROYEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO
 Nº: 17.3
 Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN
 COBERTA VEGETAL EXTENSIVA ENCONTRE AMB MUR PERIMETRAL
 DETALL 1: ADHESIÓ LÀMINA EPDM
 DESCRIPCIÓ - DESCRIPCIÓN - DESCRIPTION - BESCHREIBUNG - DESCRIÇÃO - ОПИСАНИЕ
 17. ANNEX II / 3
 Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN
 E: 1/1
 ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG
 EMILIO SALES VENTURA
 AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FORFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE
 NOVEMBRE 2016
 DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА

ESTRUCTURA INTERNA MUR PERIMETRAL

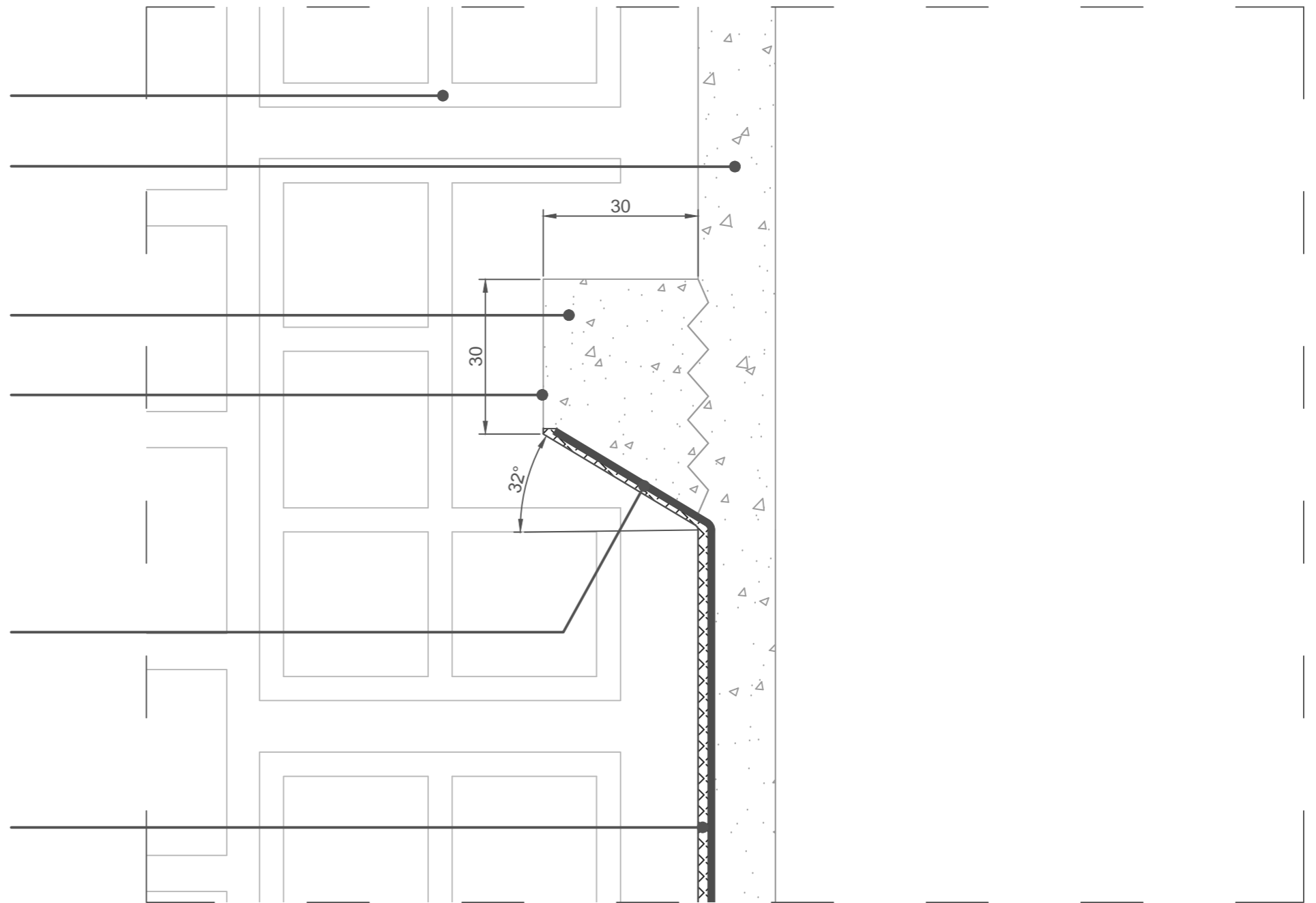
ENLLUÏT DE MORTER

REOMPLIT DE MORTER

CANAL DE 3 X 3 cm, AMB 30° D'INCLINACIÓ
EN LA PART BAIXA I EXTREM ARRODONIT

ENTREGA LÀMINA EPDM

ADHESIU D'UNIÓ EPDM A PARAMENT



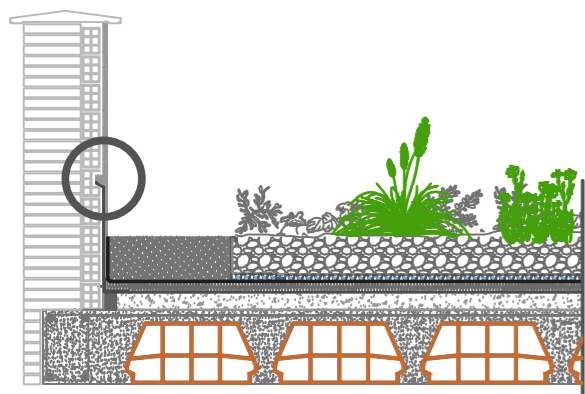
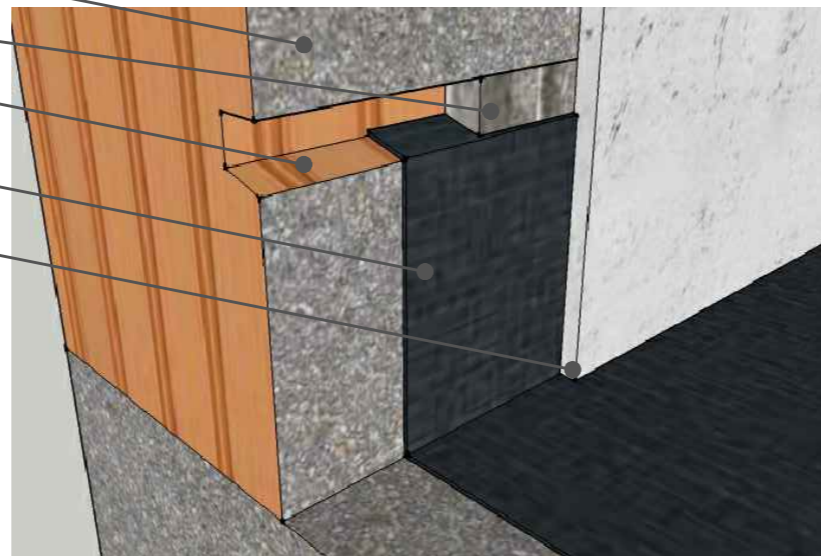
PARAMENT MUR PERIMETRAL

REOMPLIT DE MORTER

CANAL DE 3X3 cm

LÀMINA EPDM

ACABAT SUPERFICIAL



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS
EN L'EDIFICACIÓ

COBERTA VEGETAL EXTENSIVA
ENCUNTRE AMB MUR PERIMETRAL
DETALL 2: ENTREGA LÀMINA EPDM

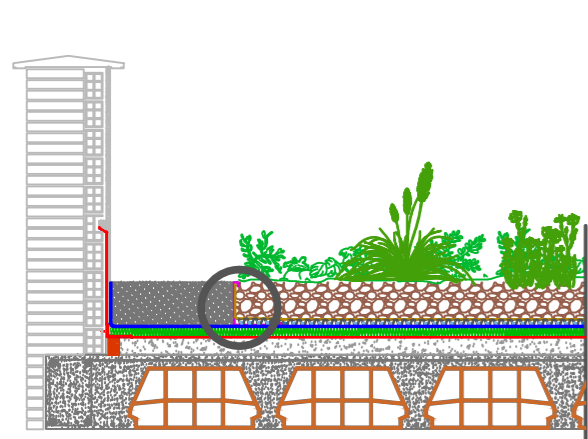
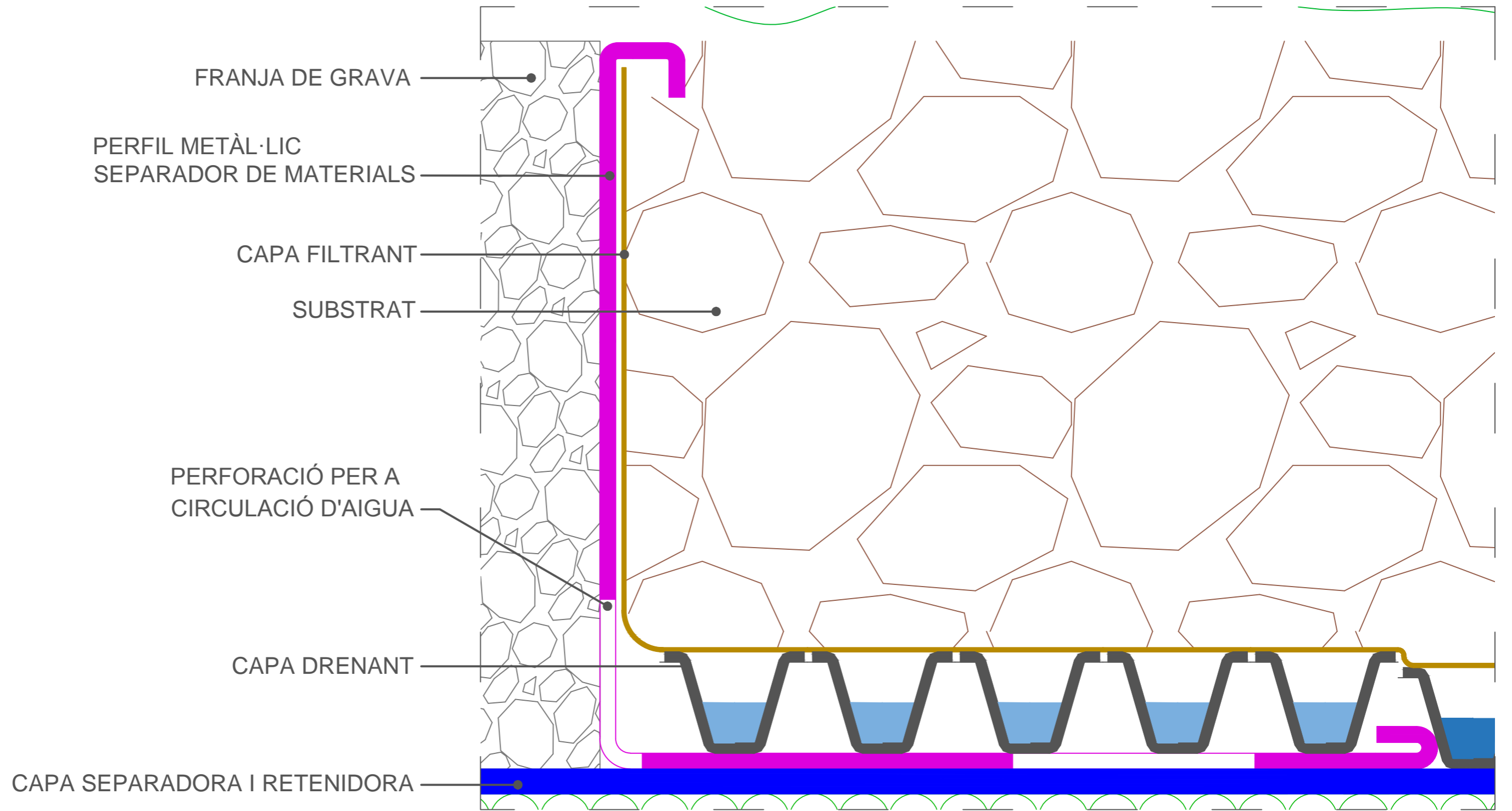
EMILIO SALES VENTURA

Nº: 17.4
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN

17. ANNEX II / 4
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN

E: 1/1
ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG

NOVEMBRE 2016
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ

Nº: 17.5
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN

PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROJEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO

COBERTA VEGETAL EXTENSIVA ENCONTRE AMB MUR PERIMETRAL

17. ANNEX II / 5
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN

DETALL3: SEPARADOR DE MATERIALS

E: 1/1

DESCRIPCIÓ - DESCRIPCIÓN - DESCRIPTION - BESCHREIBUNG - DESCRIÇÃO - ОПИСАНИЕ

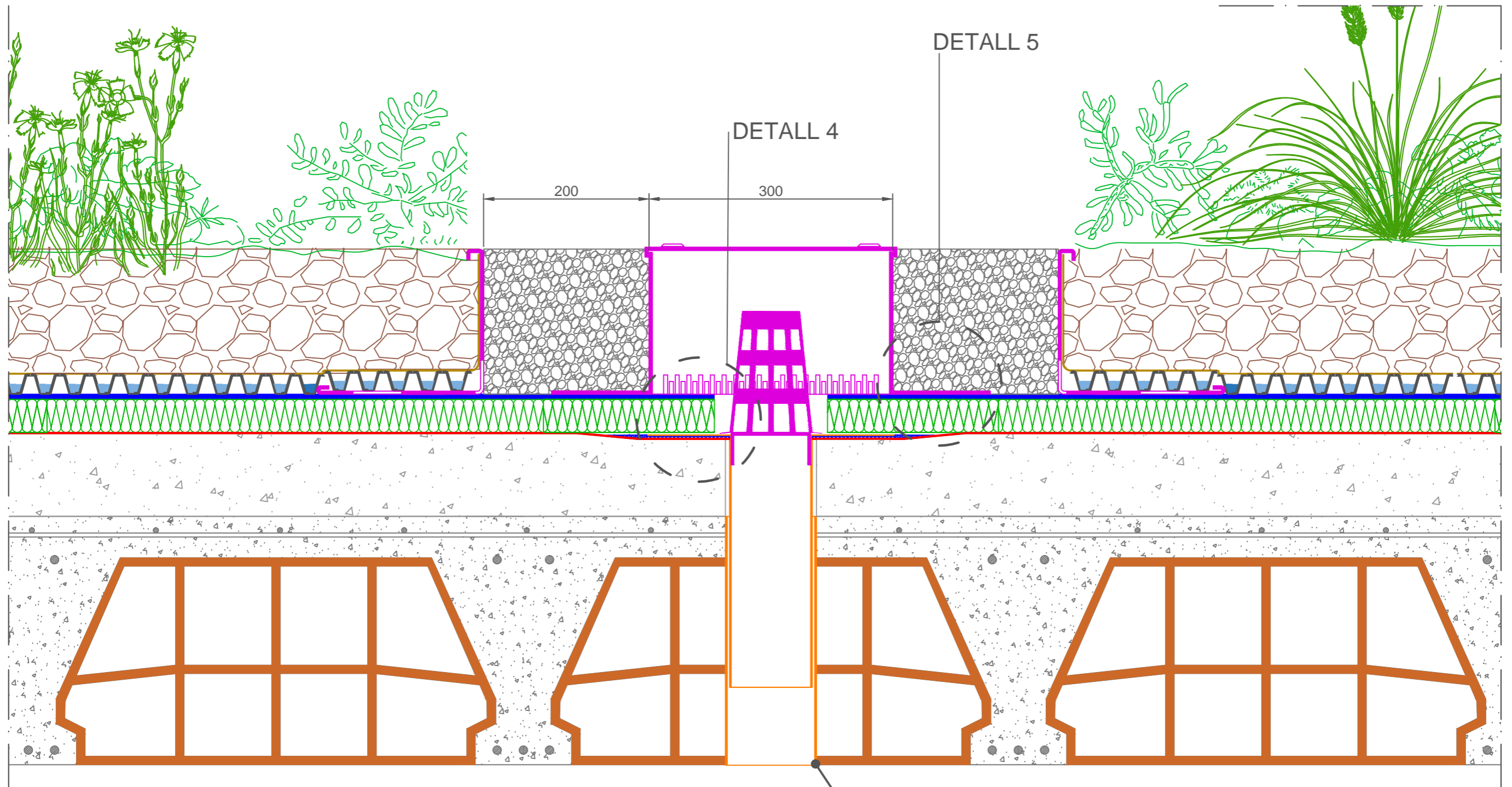
EMILIO SALES VENTURA

ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG

AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FÖRFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE

NOVEMBRE 2016

DATA - FECHA - DATE - DATUM - DATA



PASSA CANONADES

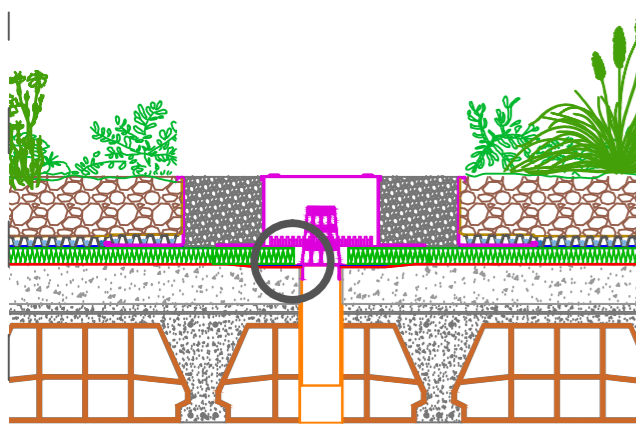
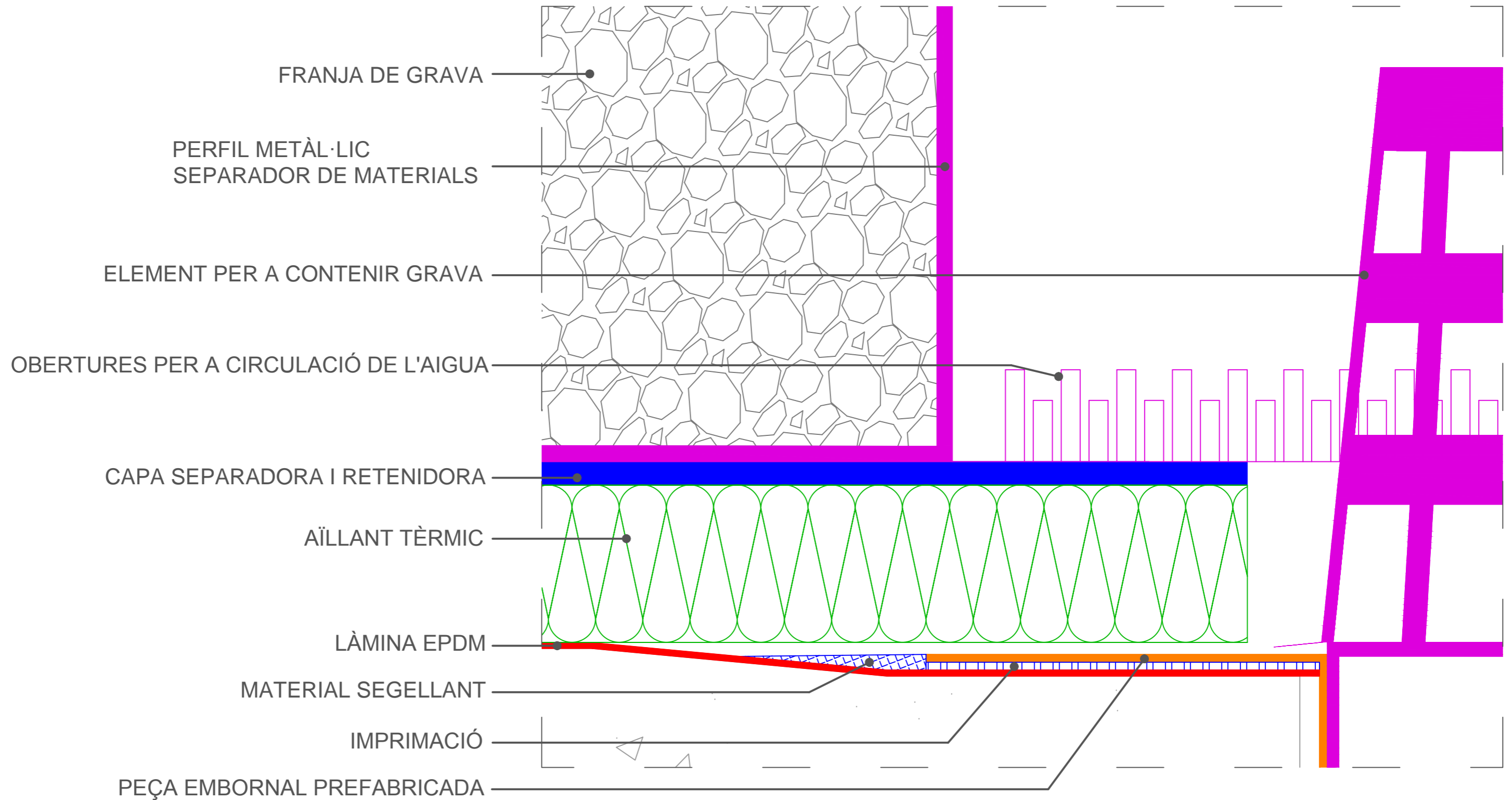


- SUBSTRAT
- FRANJA DE GRAVA
- CAIXA DE RESGISTRE
- PERFIL SEPARADOR DE MATERIALS



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ
PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROYEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO
 COBERTA VEGETAL EXTENSIVA ENCONTRE AMB DESGUÀS HORIZONTAL
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN **Nº: 17.6**
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN **17. ANNEX II / 6**
DESCRIPCIÓ - DESCRIPCIÓN - DESCRIPTION - BESCHREIBUNG - DESCRIÇÃO - ОПИСАНИЕ **E: 1/5**
EMILIO SALES VENTURA
AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FÖRFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE **NOVEMBRE 2016**
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА



ELEMENT EMBORNAL PREFABRICAT

PEÇA PER A CONTENIR LA GRAVA

PEÇA PER A CONTENIR L'AIGUA (prova d'estanqueïtat en cobertes planes)

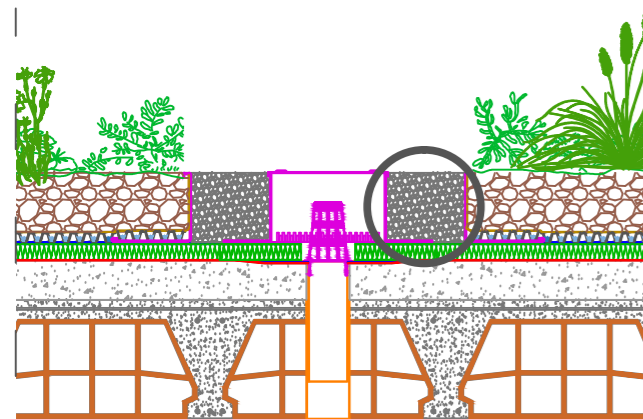
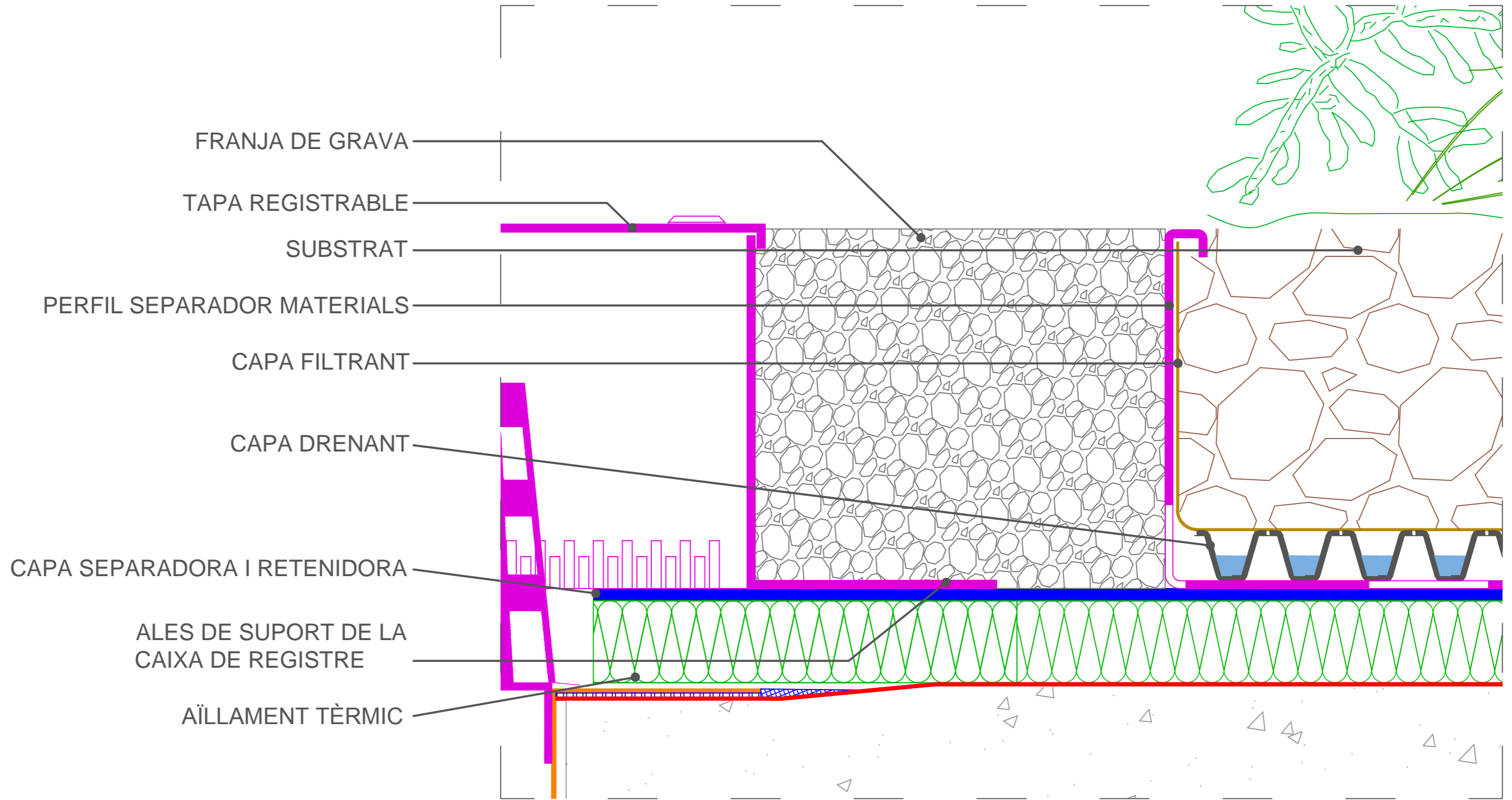


UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ
PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROYEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO
COBERTA VEGETAL EXTENSIVA ENCONTRE AMB DESGUÀS HORIZONTAL
DETALL 4: COL·LOCACIÓ EMBORNAL

Nº: 17.7
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN
17. ANNEX II / 7
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN
E: 1/1
ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG

EMILIO SALES VENTURA
AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FORFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE
NOVEMBRE 2016
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА



TAPA DE LA CAIXA DE REGISTRE

ALES DE SUPORT



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS EN L'EDIFICACIÓ

Nº: 17.8

COBERTA VEGETAL EXTENSIVA ENCONTRE AMB DESGUÀS HORIZONTAL
DETALL 5: COL·LOCACIÓ CAIXA REGISTRE

Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN

17. ANNEX II / 8

Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN

E: 1/2

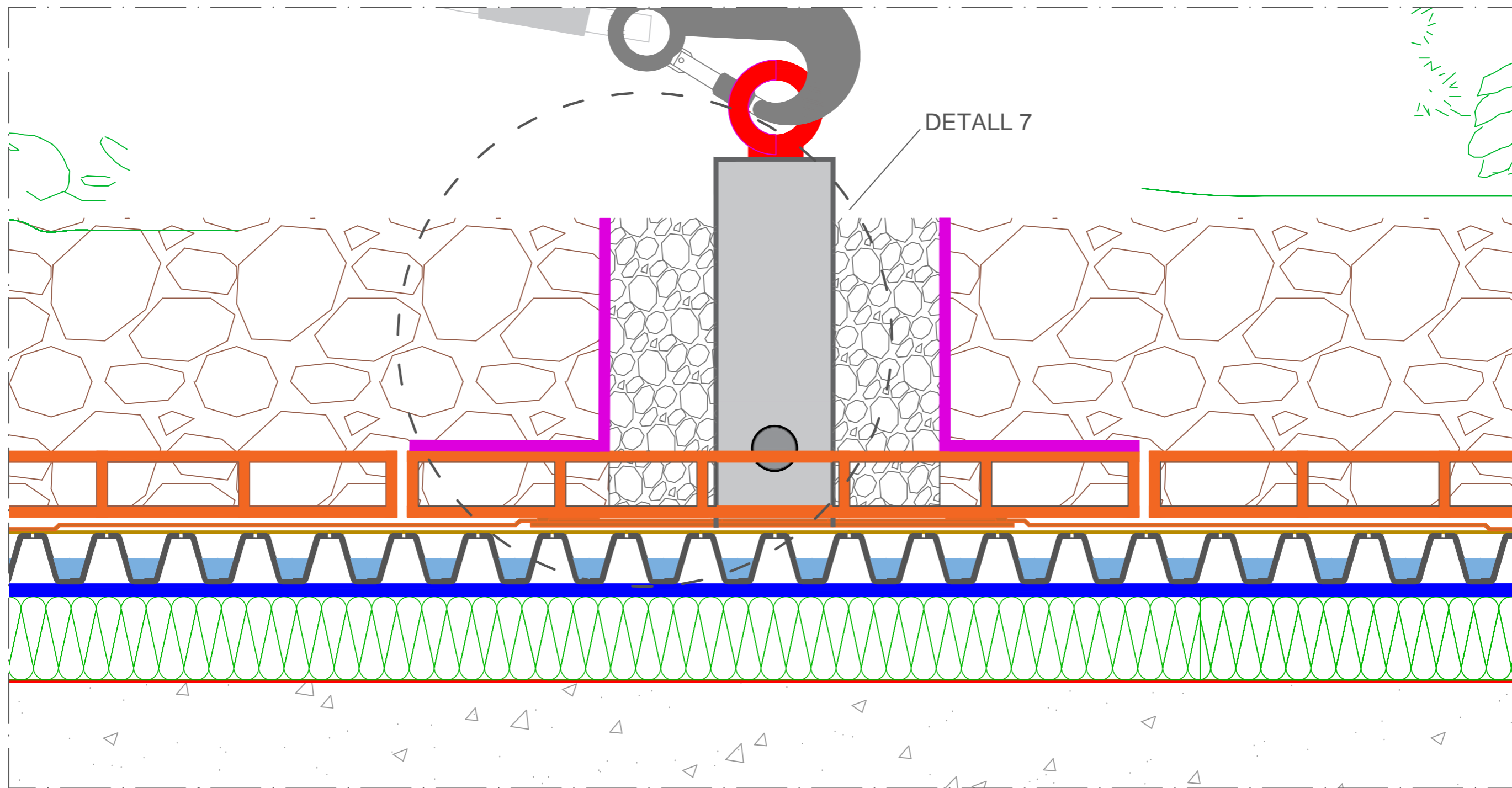
EMILIO SALES VENTURA

AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FORFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE

ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG

NOVEMBRE 2016

DATA - FECHA - DATE - DATUM - DATA



- CAPA VEGETAL
- PUNT D'ANCORATGE
- ETIQUETA DE CARACTERISTIQUES
- FRANJA DE GRAVA

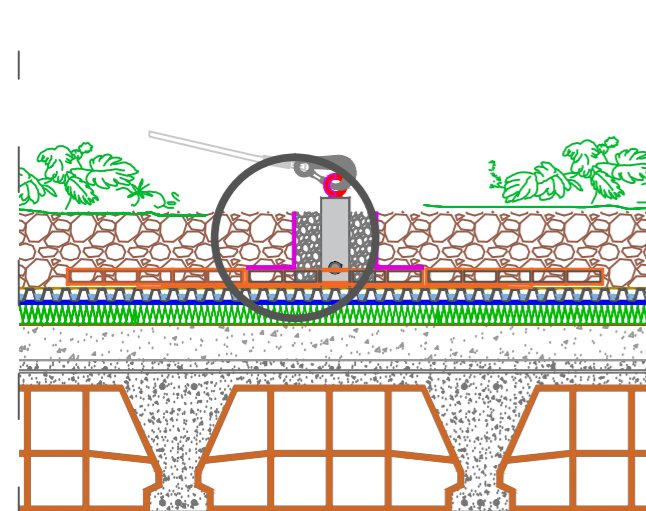
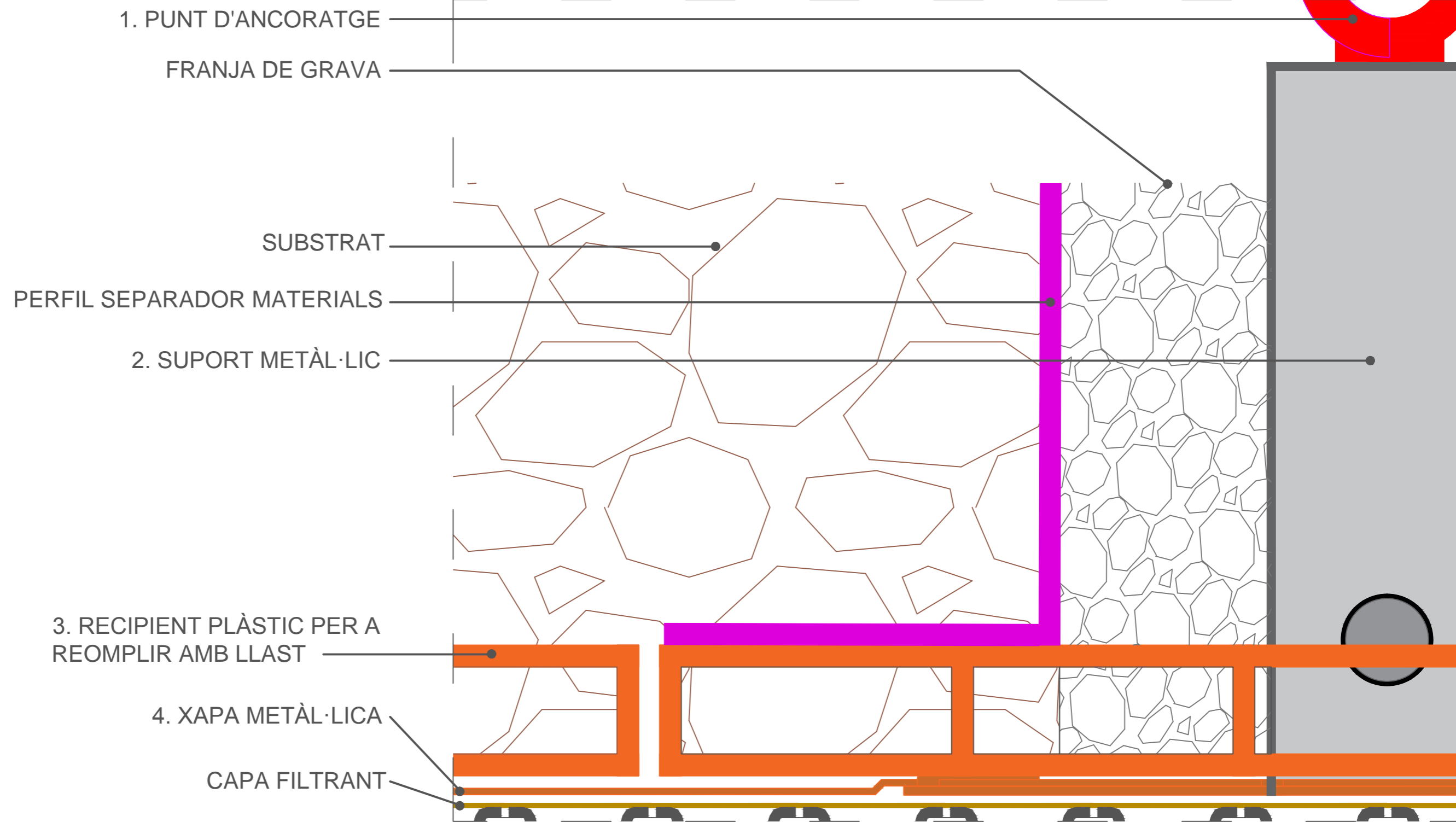


UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS
EN L'EDIFICACIÓ
PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROYEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO
COBERTA VEGETAL EXTENSIVA
ELEMENT ANTI CAIGUDES

Nº: 17.9
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN
17. ANNEX II / 09
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN

DESCRIPCIÓ - DESCRIPCIÓN - DESCRIPTION - BESCHREIBUNG - DESCRIÇÃO - ОПИСАНИЕ
EMILIO SALES VENTURA
AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FÖRFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE
E: 1/2
ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG
NOVEMBRE 2016
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА



UNIVERSITAT JAUME I > GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA >
ED0945 - PROJECTE FINAL DE GRAU

PFG: ESTUDI DE LES COBERTES VEGETALS
EN L'EDIFICACIÓ
PROJECTE - PROYECTO - PROJECT - ENTWURF - PROJET - PROYEKT - AURREPROIEKTUA - PROXECTO
COBERTA VEGETAL EXTENSIVA
ELEMENT ANTI CAIGUDES
DETALL 6: COL·LOCACIÓ ELEMENT

EMILIO SALES VENTURA
AUTOR - AUTHOR - EGILEA - AUTORIS - ABTOP - FORFATTARE - URHEBER - AUTEUR - AUTORE

Nº: 17.10
Nº DE PLÀNOL - Nº DE PLANO - Nº OF PLAN
17. ANNEX II / 10
Nº DE REFERÈNCIA - REFERENCE OF PLAN
E: 1/1
ESCALA - SCALE - GRÖßENORDNUNG
NOVEMBRE 2016
DATA - FECHA - DATE - DATUM - ДАТА

ANNEX III:

SELECCIÓ D'ESPÈCIES VEGETALS PER A LA COBERTA VEGETAL EXTENSIVA

Aquest annex es un recull d'informació sobre plantes aptes per al seu us en cobertes vegetals, així com diferents característiques de les mateixes i quines d'aquestes tenir en compte a l'hora de seleccionar-les. També conte informació sobre factors físics com pes, mida de fulla etc. No obstant, la millor informació que es pot obtenir es preguntar en el viver més pròxim a la ubicació de la coberta a vegetar.

Índex de continguts

1.	CATÀLEG DE PLANTES	2
1.1.	LA BASE, EL SUBSTRAT	2
1.2.	LES PLANTES	3
2.	ÚS DE SEDUM EN COBERTES VEGETALS, PER ALICANTE FORESTAL	8
3.	SELECCIÓ DE PLANTES PARA COBERTES VEGETALS	10
4.	SELECCIÓ DE PLANTES SEGONS GUERNOT MINKE.....	11
4.1.	Selecció per a cobertes vegetals extensives:	11
4.2.	Semi intensives.....	11
4.3.	Intensives	12
5.	UNIVERSITAT CANTABRIA	13

1. CATÀLEG DE PLANTES

La informació d'aquest apartat està extreta del [Catálogo de plantas para techos verdes](#) publicat per l'Institut de Floricultura (IF) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del govern d'Argentina.

Aquest estudi ha estat realitzat en 3 cobertes vegetals extensives de la ciutat de Buenos Aires i voltants, amb un seguiment durant 2 anys amb visites freqüents que van avaluar principalment la mortalitat de les plantes, el comportament quant a cobertura (creixement), sanitat i fenologia.

Aquest estudi es correspon amb el comportament de les plantes en el clima de Buenos Aires, que es troba a una latitud de 34ºS. Considerem que la informació extreta d'aquest estudi és vàlida per a la zona de clima mediterrani, ja que ens trobem a 39ºN, amb una diferència de tan sols 5º i per tant unes condicions climàtiques semblants.





1.1. LA BASE, EL SUBSTRAT





En cobertes vegetals s'ha d'utilitzar un substrat que químicament tinga sota contés de sals i un pH lleument àcid, i que físicament es caracteritzi per tenir bon drenatge, ser lleuger i amb poca matèria orgànica.




De cap manera s'ha d'utilitzar terra, a causa que aquesta presenta propietats físiques no adequades com a baixa permeabilitat, alta retenció d'aigua però amb poca disponibilitat per a les plantes i un pes elevat. A més, la terra mitjançant la seua lixiviació podria provocar interferències en els desguassos. D'altra banda, l'ús de terra (sòl) com a substrat no contribueix al desenvolupament d'un sistema sostenible.

És important destacar que la utilització d'un substrat amb adequades propietats físiques i químiques permetrà gestionar millor les comunitats vegetals mitjançant el subministrament de nutrients en forma controlada, aconseguint que només desenvolupen espècies desitjades. Aquesta característica de maneig resulta impossible quan s'incorpora terra al substrat. En la composició del substrat s'aconsella la utilització de fins a un 80% de materials inorgànics com pedra tosca, zeolita, vermiculita i perlita, barrejat amb un 20% com a màxim, de materials orgànics com torba o compost. Això es deu al fet que un substrat a força de compostos inorgànics permetrà que la profunditat no varii, el drenatge siga el correcte, es mantinga estable a través dels anys i que mitjançant un maneig nutricional adequat s'aconsegueixi tenir control sobre la comunitat vegetal desitjada.

1.2. LES PLANTES

GOMPHRENA CELOSIOIDES	
Distribució geogràfica:	Autòctona d'Argentina (Buenos Aires, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones, Tucumán)
Creixement/ colonització:	Excel·lent colonitzador, es caracteritza per una alta producció de llavors el que permet que baix condicions favorables tinga una important ressebra (fig.1a). Presenta un cicle primavera-tardor, sofrint una pèrdua de massa verda a començos de l'hivern (fig. 1b).
Comportament en comunitat:	Colonitza espais oberts, sense necessitat d'interacció con altres plantes.
Floració:	Primavera-tardor. La seua floració és abundant i prolongada en capítols ovoides púrpures atorgant gran vistositat a les cobertes vegetals (fig. 1c i d).
Port:	Semi-rastrera.
Rusticitat:	No presenta mortaldat freqüenta. És de baix requeriment hídric però no tolera condicions extremes de sequera. No presenta canvis fisiològics davant la falta de nutrients. És susceptible a àcars en condicions estivals (altes temperatures i baixa humitat).
 	
<p>Fig. 1a. Agrupació de plàntules de <i>Gomphrena celosioides</i> provinents de autoressebra, estació primavera estival.</p> <p>Fig. 1b. <i>G. celosioides</i>, hivern.</p>	
 	
<p>Fig. 1c. Inici de floració de <i>G. celosioides</i>, primavera.</p> <p>Fig. 1d. Floració avançada de <i>G. celosioides</i>, tardor.</p>	

PHYLA CANESCENS	
Distribució geogràfica:	Autòctona d'Argentina (Buenos Aires, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza Salta)
Creixement/ colonització:	Es caracteritza per la seua colonització mitjançant estolons, aconseguint cobrir ràpidament àrees ombries amb humitat mitjana. Davant condicions de sequera els estolons queden sense fulles i rebroten si les condicions són favorables (fig. 2a).
Comportament en comunitat:	Colonitza interactuant amb altres plantes, aprofitant en molts casos els microclimes generats per espècies erectes (fig. 2b).
Floració:	Primavera-estival. La seua floració és estacional en xicotetes florescències capituliformes axil·lars blanques perfumades que atrauen diversos pol·linitzadors (fig. 2c).
Port:	Rastrera tapiant.
Rusticitat:	No presenta mortaldat freqüent però amb baixes temperatures deté el creixement i el fullatge es torna pardo o rogenc (fig. 2d). És de requeriment hídric mig i presenta major supervivència en condicions de mitja-ombra. No presenta canvis fisiològics davant la falta de nutrients.
	
Fig. 2a. <i>Phyla canescens</i> en condicions de sequera.	Fig. 2b. Interacció de <i>P. canescens</i> amb altres espècies, primavera.
	
Fig. 2c. Plena floració <i>P. canescens</i> , estiu.	Fig. 2d. <i>P. canescens</i> , hivern.

SEDUM ACRE	
Distribució geogràfica:	Àfrica, Europa i Àsia Menor.
Creixement/ colonització:	Excel·lent colonitzador. Presenta una alta taxa de creixement amb baixes temperatures (fig. 8a). És l'espècie que millor colonitza quan la implantació del sostre és en tardor/hivern.
Comportament en comunitat:	Colonitza ràpidament espais lliures en condicions de temperatures mitjanes a baixes. En contrast, amb condicions desfavorables de altes temperatures e irradiació, necessita interacció amb altres espècies, aprofitant els microclimes de plantes amb port mes erecte (fig. 8b).
Floració:	Floreix en primavera presentant xicotetes flors grogues. El seu fullatge és verd intens amb una fina textura.
Port:	Tapiant
Rusticitat:	En condicions d'altres temperatures i irradiació presenten mortaldat freqüenta. Suporta condicions extremes de sequera amb temperatures mitjanes. No presenta canvis fisiològic davant la falta de nutrients (fig. 8c).
	
	
Fig. 8a. <i>Sedum acre</i> , primavera.	Fig. 8b. Mortaldat de <i>S. acre</i> per altes temperatures, estiu.
Fig. 8c. <i>S. acre</i> , tardor.	




SEDUM ALBUM	
Distribució geogràfica:	Europa, Sibèria i Àsia occidental.
Creixement/ colonització:	Excel·lent colonitzador. Presenta una alta taxa de creixement amb baixes temperatures. És una de les espècies suggerides quan la implantació del sostre és en tardor/hivern (fig. 9a).
Comportament en comunitat:	Colonitza ràpidament espais lliures en condicions de temperatures mitges a baixes. En contrast, davant condicions desfavorables de altes temperatures e irradiació, necessita interacció amb altres espècies (fig. 9b), aprofitant els microclimes de plantes amb port mes erecte.
Floració:	Floreix en primavera presentant xicotetes flors blanques.
Port:	Rastrera
Rusticitat:	En condicions d'altres temperatures i irradiació presenten mortaldat freqüenta (fig. 9c). Suporta condicions extremes de sequera amb temperatures mitjanes. No presenta canvis fisiològics davant la falta de nutrients.
	
	

Fig. 9a. *Sedum album*, primavera.

Fig. 9b. Interacció de *S. album* con *Gonphrena celosioides*

Fig. 9c. Mortaldat de *S. album* por altes temperatures, estiu.




SEDUM RUPESTRE (S. REFLEXUM)	
Distribució geogràfica:	Europa occidental
Creixement/ colonització:	Baixa capacitat de colonització (fig. 11a). El seu creixement és moderat sent els mesos de primavera i estiu les condicions favorables per a la seua expansió. Durant l'hivern si bé no presenta creixement es manté sense reduir la mida.
Comportament en comunitat:	Serveix de microclima per a altres. Permet crear ambients favorables que milloren la supervivència d'altres espècies durant l'estiu (fig. 11b).
Floració:	No s'observa floració en les cobertes vegetals, el seu principal atractiu consisteix en la textura i el color del seu fullatge gris blavenc.
Port:	
Rusticitat:	No presenta mortaldat freqüenta. Suporta condicions extremes de sequera. No presenta canvis fisiològics davant la falta de nutrients (fig. 11c).
	
	

Fig. 11a. *Sedum reflexum*, tardor.

Fig. 11b. Interacció de *S. reflexum* amb *Sedum acre*.

Fig. 11c. *S. reflexum* en condicions extremes de sequera, estiu.

2. ÚS DE SEDUM EN COBERTES VEGETALS

El gènere *Sedum* comprén entre 500 i 600 espècies de plantes suculentas distribuïdes per les regions temperades i fredes de tots dos hemisferis. Destaquen per ser plantes molt adaptades a la sequera, a causa de la capacitat d'emmagatzemar aigua en les seues fulles carnosas. La seua grandària varia entre espècies que no sobrepassen dels 10 o 12 cm a les semi arbustives (uns 50 cm). A més de la seua resistència a la sequera, un altre tret característic d'aquestes plantes és la seua facilitat de reproducció, per esqueix, llavor o full (arrela seguida en contacte amb la terra), aquestes dues característiques les fan plantes idònies per al seu ús en cobertes vegetals.

El seu ús prové de l'observació de les zones en les quals de forma natural apareix, perviu i entapissa el *Sedum*.

Les mantes que s'utilitzen en les cobertes vegetals es realitzen amb una barreja de diverses espècies, entre elles:

- *Sedum acre*
- *Sedum album*
- *Sedum floriferum*
- *Sedum reflexum*
- *Sedum sexangulare*
- *Sedum spurium*

El fet d'usar una barreja ens proporciona certs avantatges, com que si hi ha alguna d'elles que funciona pitjor, la qual funcione o s'adapte millor a l'entorn guanyarà aquest espai, evitant zones nues o calbes.

L'ús del *Sedum* en les cobertes vegetals té uns grans avantatges estètiques: la seua floració i el seu canvi de color a l'hivern. Aquestes espècies usades, com pot observar-se en les fotografies, ofereixen una floració molt densa i acolorida, de manera que, a més de generar volums diferents en la superfície del jardí, trenca amb la continuïtat de tons verds de les fulles. La floració es produeix entre els mesos de maig i agost, aconseguint molta varietat de colors. D'altra banda, a l'hivern algunes d'aquestes espècies es tornen a colors vermells, marrons i grocs, que s'alternen amb els verds propis, així també es trenca la monotonia del verd continu.

En els casos en què no s'instal·le el reg, tindrem zones en què les plantes semblen mortes o seques, això és només en aparença, perquè la planta rebrotarà a la primavera; si volem assegurar-nos una coberta verda tot l'any és molt recomanable la instal·lació de reg per degoteig que, d'altra banda, no suposa un cost molt elevat.



Figura x i x: ([Rockwallgardens](#)) *Sedum reflexum* i *Sedum floriferum*

El manteniment d'aquestes espècies de Sedum en les cobertes vegetals es limita a petits retalls i retirades d'elements secs, sobretot provinents de les flors, encara que són opcionals. La retirada de males herbes és molt escassa, ja que per la seua instal·lació s'utilitza un substrat especialment formulat, que aconseguix que no tot just aparega, de manera que els costos derivats d'aquest treball es minimitzen. L'únic manteniment recomanat és la realització d'un lleuger abonat un parell de cops l'any.

L'ús de les espècies de Sedum en les cobertes vegetals és una opció molt a tenir en compte, ja que vam aconseguir tenir una cobertura completa de la coberta des del principi, fem servir unes espècies ben controlades i comprovades, amb el que ens assegurem el seu correcte funcionament i obtenim els beneficis propis de les cobertes vegetals a un cost molt assequible.



Figura x i x: (www.alicanteforestal.es) Coberta amb *Sedum* tapiant, com es pot observar, la cobertura es total i l'espessor suficient per a produir els efectes positius que es busquen en la capa vegetal de la coberta.

3. ESPECIES DE SEDUM PER A COBERTES VEGETALS

Espècies de Sedum per a paisatgisme i restauració del paisatge segons www.tuinen.es:

- [Sedum acre](#) (autòcton, tapiant, floració groga)
- [Sedum album](#) (autòcton, floració blanca)
- [Sedum dasyphyllum](#) (autòcton, floració blanca)
- [Sedum gypsicola](#) (autòcton, floració blanca)
- [Sedum hispanicum](#) (autòcton, tapiant, floració blanca)
- [Sedum oreganum](#) (jardineria, tapiant, floració groga)
- [Sedum pulchellum](#) (jardineria, floració rosada)
- [Sedum reflexum](#) (autòcton, floració groga)
- [Sedum sediforme](#) (autòcton, floració blanca)
- [Sedum sexangulare](#) (jardineria, tapiant, floració groga)
- [Sedum spurium](#) (jardineria, tapiant, floració rosada)
- [Sedum telephium](#) (jardineria, floració rosada)
- [Sedum floriferum](#) (jardineria, tapiant, floració groga)
- [Sempervivum tectorum](#) (autòcton, floració rosada)
- [Sedum praealtum](#) (jardineria, flors grogues)
- [Sedum palmeri](#) (jardineria, penjant, flors grogues)

Per cobrir aquestes superfícies on altres plantes serien impossibles d'establir, apareixen les crasses i en concret, els Sedum, sobretot aquelles espècies seleccionades i cultivades per a tal propòsit que han demostrat la seua vàlua en tots aquests camps. Destaquen les produccions de Sedum per a la utilització en àrees com la restauració de sòls extremadament secs o pobres, xerojardineria (La xerojardineria (del grec xero-, "sec") és la jardineria pròpia, o la més adequada, per a les zones més seques. Actualment però, s'empra com a jardineria autosuficient, que optimitza al màxim tots els recursos, en especial l'aigua, i és aplicable a tot tipus de clima. Es tracta doncs d'establir un balanç òptim entre els recursos disponibles i les necessitats que ha de satisfer un jardí. wikipedia.org) o vegetació de cobertes.

Quan volem establir alguna coberta vegetal haurem de disposar de substrat mínim de 8 cm de profunditat, perquè algunes de les plantes menys delicades aconseguisquen sobreviure. Mentre que els sedum i altres crasses ni tan sols necessitarien substrat (aconsegueixen sobreviure directament sobre la superfície de teules d'una forma extraordinària) a causa de que són capaços de captar la rosada de la nit. Per això les fan ideals, per a aquest tipus de jardineria.

4. SELECCIÓ DE PLANTES SEGONS TIPUS DE COBERTA

Aquesta informació està extreta del llibre *Techos Verdes: Planificación, ejecución y consejos prácticos* de Gernot Minke.

4.1. Selecció per a cobertes vegetals extensives:

Tipus de molses per a alçades de substrat de 3 a 5 cm

- *Ceratodon purpurelis*
- *Campothecium sericeum*
- *Synthrichia ruralis*
- *Schistidium apocarpum*
- *Barbula convoluta*
- *Brachythecium rutabuum*
- *Bryum argenteum*
- *Hypnum cypressi forme*

Llavors entren en general en joc només les mantes prefabricades de vegetació, que principalment consten de molses i *Sedum*. Mesuren de 3 a 4 cm i pesen, en estat de sembrat aquós, prop de 30 a 40 kg/m². Com vegetació, s'adapten els tipus resistents a les sequeres, aquells que cauen en un "somni de sequera" durant els llargs períodes secs. Les molses prefereixen llocs d'ombra i humitat. En superfícies fortament assolellades s'utilitzen primordialment tipus de *Sedum*.

4.2. Semi intensives

Elecció de plantes resistents a les sequeres per alçada de substrat de 5 a 8 cm.

Suculentos:

- *Sedum acre*
- *Sedum album*
- *Sedum anacampseros*
- *Sedum caudicola*
- *Sedum cyaneum*
- *Sedum ewersii*
- *Sedum floriferum*
- *Sedum hispanicum*
- *Sedum hybridum*
- *Sedum kamtschaticum*
- *Sedum krajiniae*
- *Sedum lydium*
- *Sedum reflexum*
- *Sedum selskianum*
- *Sedum sexangulare*
- *Sedum spurium*
- *Sempervivella sedoides*
- *Sempervivum arachnoideum*
- *Sempervivum montanum*
- *Sempervivum tectorum*

Liliàcies:

- *Allium atropurpureum*
- *Allium flavum var. minus*
- *Allium montanum*
- *Allium oreophilum*
- *Allium schoenoprasum*

Gramínies:

- *Bromus tectorum*
- *Carex humilis*
- *Carex ornithopoda*
- *Festuca punctoria*

Els tipus de *Sedum* i de *Sempervivum* pertanyen a les suculentos, que emmagatzemen aigua en els brots i en les fulles i poden reduir fortament l'evaporació. S'adapten per aquest motiu especialment a llocs assolellats. En la naturalesa emergeixen en comunitats de pastures seques amb similar especialització. Però amb permanent humitat dominen llavors a les pastures.

4.3. Intensives

Pastures silvestres i vegetació de pastura-herba per alçada de substrat de 12 a 18 cm
 Amb els sostres de pastura s'aconsegueixen els més densos matalassos de vegetació amb la superfície més gran de fulla verda i per tant els millors efectes d'aïllament tèrmica, de protecció a la calor de l'estiu i neteja de l'aire.

Van demostrar la seua vàlua les espècies:

- *Festuca rubra genuina*,
- *Festuca rubra commutata*,
- *Festuca ovina*,
- *Festuca glauca*,
- *Festuca scorparia*,
- *Poa pratensis*,
- *Poa pratensis angustifolia*,
- *Agrostis tenuis (en pequeñas añadiduras)*,
- *Carex digitata*,
- *Bromus erectus*,
- *Carex flacca (en pequeñas cantidades)*,
- *Carex humilis*,
- *Stipa pennata*,
- *Stipa ucrainica*

4.4. CARACTERÍSTIQUES FÍSQUES

SUPERFÍCIE DE FULLA DE DIFERENTS TIPUS DE VEGETACIÓ		
VEGETACIÓ ESTUDIADA		ÍNDIX D'ÀREA DE FULLA (SUPERFÍCIE DE FULLA (m ²) / SUPERFÍCIE DE PISO (m ²)) (adimensional)
GESPA	3 cm d'altura	6 m ²
	5 cm d'altura	9 m ²
PRADERA DE PASTOS	60 cm de llarg	Fins 225 m ²
SOSTRE DE PASTOS EN ESTIU		Més de 100 m ²
SEDUM	Fins a 8 cm d'altura	1 m ²
SEDUM MOLT DENS	Fins a 10 cm d'altura	2,4 m ²

5. UNIVERSITAT DE CANTABRIA

*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

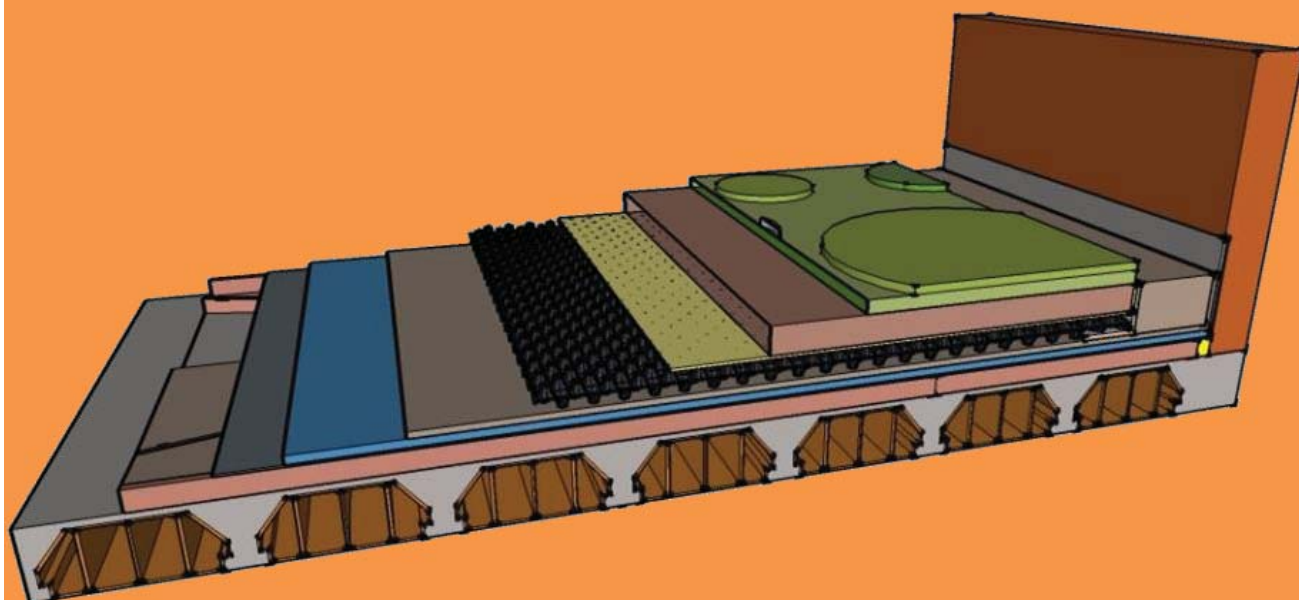
(Universidad de Cantabria, 2014)

Pesos aproximados de capas verdes [kg/m²]

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)

[ANNEX IV]



GUIA
CONSTRUCTIVA

NOVEMBRE
2016

COBERTA PLANA, INVERTIDA,
PROTECCIÓ VEGETAL
EXTENSIVA

Aquesta cartilla és un annex al Projecte Final de Grau (PFG) anomenat «Estudi de les cobertes vegetals en l'edificació» realitzat per Emilio Sales Ventura com a conclusió de la formació en el Grau en Arquitectura Tècnica, realitzada a la Universitat Jaume I (UJI) de Castelló i presentat en novembre del 2016.

Indicacions per a l'ús d'aquesta cartilla

Aquesta publicació s'organitza en tres capítols diferents.

- El primer dóna la informació per a la identificació de la coberta que desenvolupa aquesta cartilla.
- El segon capítol descriu, per ordre d'execució, les successives capes de les quals consta la coberta. La realització de cada una de les capes ve especificada en un primer moment pels materials que està composta per passar posteriorment a la seua execució.
- Per últim, el tercer capítol informa sobre les condicions de seguretat i salut que es deuen seguir durant l'execució.

ÍNDEX DE CONTINGUTS:

ÍNDEX DE CONTINGUTS:	2
A. IDENTIFICACIÓ DE LA COBERTA	3
B. COMPOSICIÓ DE LA COBERTA.....	4
1. FORMACIÓ DE PENDENTS.....	5
2. IMPERMEABILITZACIÓ.....	9
3. AÏLLAMENT TÈRMIC	13
4. CAPA SEPARADORA-RETENIDORA	15
5. CAPA DRENANT	17
6. CAPA FILTRANT	19
7. PROTECCIÓ.....	21
8. SOBRE PROTECCIÓ / CAPA VEGETAL.....	23
C. SEGURETAT I SALUT	25
D. BIBLIOGRAFIA.....	27

A. IDENTIFICACIÓ DE LA COBERTA

Aquesta cartilla descriu l'execució d'una coberta plana, invertida amb protecció de substrat i acabat vegetal extensiu.

Es tracta d'una coberta invertida, en la que l'aïllament tèrmic està situat per damunt de la impermeabilització, a diferència de la coberta convencional en la qual l'aïllament tèrmic és el suport de la impermeabilització.

Aquesta cartilla opta per una solució en concret front a l'àmplia gama de possibilitats, amb la finalitat de poder descendir al grau de detall necessari.

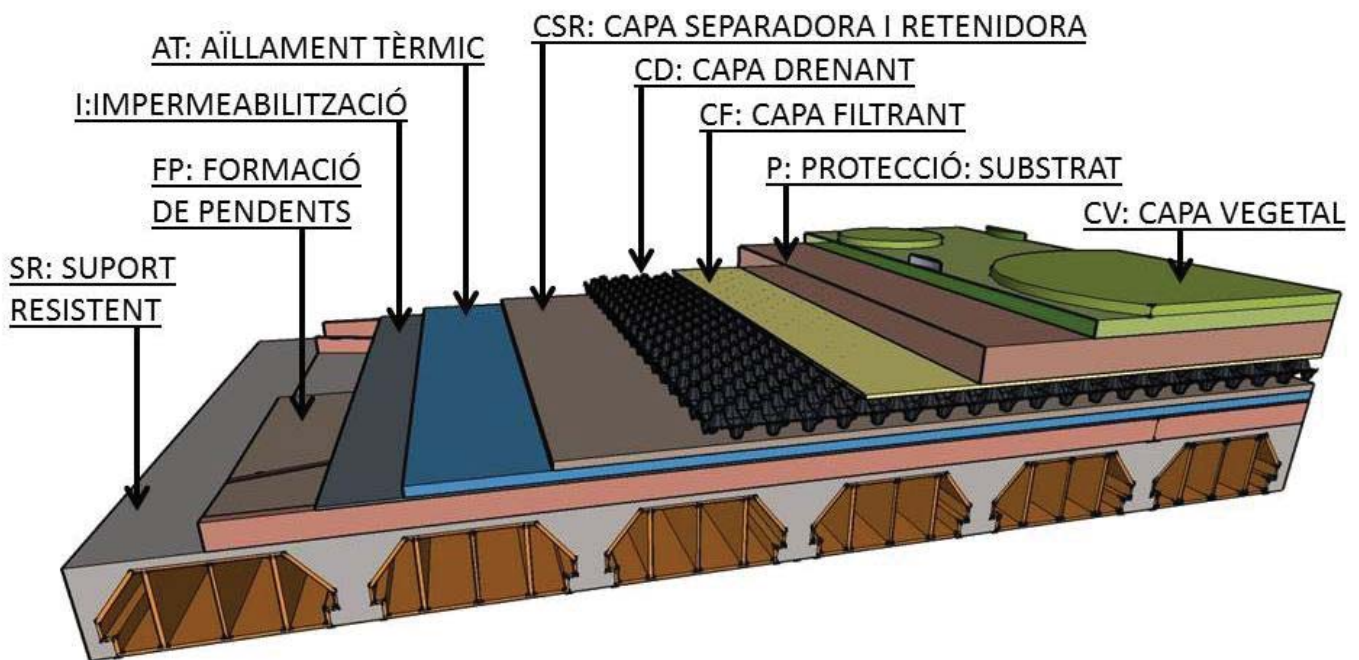


Fig. 1: Esquema de la coberta plana, invertida, amb protecció vegetal extensiva

Els components i solucions constructives d'aquesta cartilla són:

SR: Suport Resistent

- Forjat ja executat i fàbriques elevades sobre la coberta, en part executades i en part segons el sistema de coberta escollit.

FP: Formació de Pendants

- Argila expandida en sec, estabilitzada amb abeurada de morter de ciment.
- Morter de ciment per a la regularització.

I: Impermeabilització

- Sistema mono capa d'EPDM

AT: Aïllament Tèrmic

- Panells de poliestiré extruït (XPS)

CSR: Capa Separadora i Retenidora

- Feltre de fibres sintètiques de polièster i polipropilè

CD: Capa Drenant

- Plaques de polietilè d'alta densitat

CF: Capa Filtrant

- Geotèxtil de polièster

P: Protecció

- Substrat vegetal

SP: Sobre Protecció / CV: Capa Vegetal

- Plantes tipus *sedum* i *sempervivum*

B. COMPOSICIÓ DE LA COBERTA

A continuació es descriuen cadascuna de les capes de la coberta i els seus diferents components.

1. FORMACIÓ DE PENDENTS

Argila expandida abocada en sec i capa de regularització amb morter de ciment.

MATERIALS:

- Maó ceràmic buit per a la formació de mestres
- Argila expandida de 3 a 8 mm de diàmetre subministrada en sacs o per bombeig
- Abeurada (*lechada*) de morter de ciment (4 kg de ciment cada 10 litres d'aigua)
- Morter de ciment per a la formació de mestres i la capa de regularització, classe M5

EXECUCIÓ:

1.1. Comprovació del suport resistent

- La superfície del forjat es troba neta i lliure d'obstacles. Els paraments verticals (murs perimetrals, cassetons, ventilacions, etc.) es troben acabats. Aquests paraments s'han d'enfoscar amb morter de ciment fins a una altura d'almenys 20 cm per damunt del nivell d'acabat de la coberta.
- L'encontre amb els paraments verticals es pot resoldre de tres formes:
 - Reculada del parament (5 cm)
 - Regata perimetral de 3x3 cm i base amb inclinació de 30°
 - Amb perfil metàl·lic

1.2. Comprovació de punts singulars

- Verificar que els accessos a la coberta estiguen situats a 15 cm sobre el nivell d'acabat de la coberta.
- Verificar la posició dels punts de desguàs (embornals i gàrgoles).
- Verificar la posició dels punts de desguàs de seguretat i comprovar que la part superior d'aquests es troba a un nivell inferior a la cota que aplega la impermeabilització en els paraments i de la porta d'accés.

1.3. Replanteig de els pendents

- El replanteig deu començar amb l'execució de mestres al voltant de cada desguàs en un radi de 50 a 60 cm i amb una altura de 5 a 6 cm, des d'ací començarà el traçat dels aiguafons. Des d'aquest contorn fins al desguàs, la inclinació serà més pronunciada i es rebaixarà la formació de pendents per tal de compensar el encavalcament de les diferents capes de la impermeabilització sense que hi haja problemes de retenció d'aigua.
- Els pendents que s'indiquen en projecte s'entendran referides a aquests aiguafons.
- L'encontre de la formació de pendents amb el peto perimetral serà horitzontal, ja que els punts de desguàs seran centrals.
- Per a calcular l'altura de l'encontre de la formació de pendents amb el peto s'agafarà la distància més llarga i la més curta entre el desguàs i el mur perimetral i es farà la mitja, aquesta es multiplicarà pel pendent desitjat. Es traçarà la línia al mur.
- Es comprovarà que l'aiguafons més llarg presenta un pendent major a l'1% i que la més curta no presenta una major que el 5%.



Figures 2 i 3: (www.enriquealario.com , www.enriquealario.com) És important haver curat correctament el forjat que sustentarà la coberta vegetal, així com que haja acabat de forjar el formigó i aquest tinga tota la seua resistència i capacitat portant.



Figures 4 i 5: (www.obrasonline.com , es.habcdn.com) Realització de mestres de rajola on es pot veure el desguàs central i l'inici de la mestra superior en el cas de desguassos laterals.



Figures 6 i 7: (www.servovendi.com , www.geora.es) Argila expandida en sec (la granulometria és de 8 a 20 mm). Sistema d'elevació d'argila fins a la coberta.

1.4. Execució de mestres per a la formació de juntes, careners i aiguafons:

- S'executaran les mestres un volta replantejades i aprovades per la D.F.
- Les juntes de dilatació de l'edifici es formaran amb dos mestres de rajola separades 3 cm.
- Les juntes de dilatació de la coberta, necessàries si les juntes de dilatació de l'edifici disten més de 15 m, es formaran igual.
- Les juntes de dilatació perimètriques se situaran paral·leles als petos, amb 3 cm de separació d'aquest.
- Aquestes juntes s'ompliran amb algun material compressible, preferiblement poliestiré expandit, per tal de mantenir-les netes i lliure per moure's.
- Les careneres i aiguafons es formaran amb mestres de rajola seguint la inclinació i el traçat replantejat.
- Sobre aquestes se situaran regles metàl·liques o de fusta que es retiraran una volta enrasada la capa de regularització.

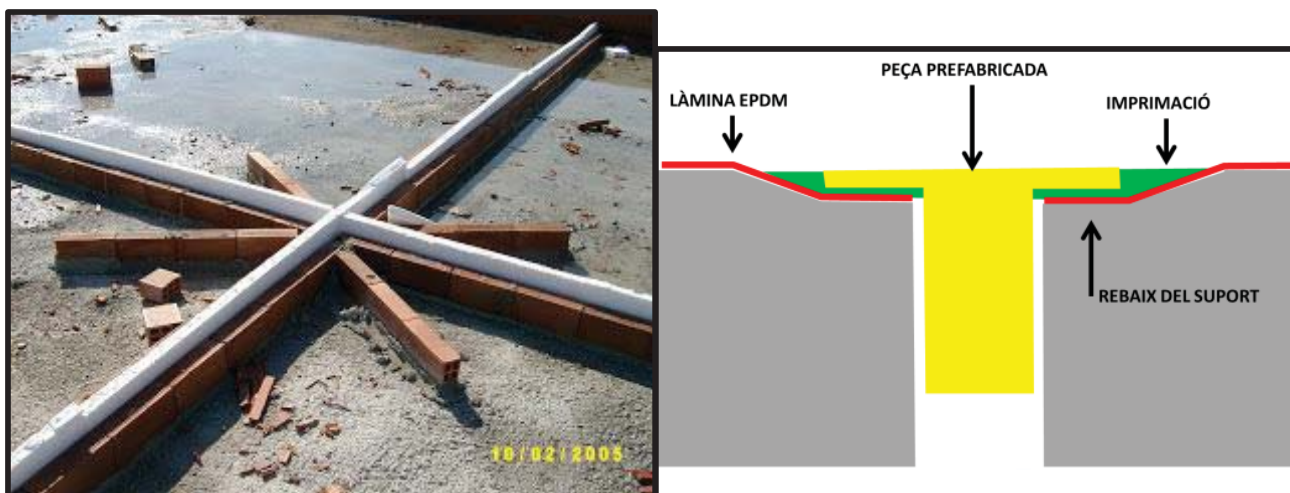
1.5. Abocament de l'argila expandida en sec i consolidació amb abeurada de ciment

- Entre les mestres s'abocarà l'argila expandida fins al nivell d'assentament de la capa de regularització.
- Per tal de consolidar la superfície de l'argila, aquesta es regarà amb abeurada de ciment per afavorir l'estabilitat i facilitar la col·locació de la capa de regularització.

1.6. Extensió de la capa de regularització de morter de ciment

- La capa de regularització tindrà un gruix mitjà de 4 cm.
- Es disposaran taules de fusta sobre l'argila per a circular a l'estendre la capa, per tal de no xafar la capa d'argila.
- La capa de regularització s'interromprà en les juntes de dilatació.
- Al voltant dels desguassos s'accentuarà el pendent.
- L'encontre amb els petos perimetrals es resoldrà en angle recte, sense xamfrà (*chaflán*).

L'acabat ha de ser el més llis possible per tal d'evitar danys en la capa d'impermeabilització.



Figures 8 i 9: (aparejadorenobras.blogspot.com , Font pròpia) Regles metàl·liques sobre els careners per a regularitzar l'acabat. Detall del rebaix que s'ha de fer al voltant del desguàs.



Figures 10 i 11: (www.five.es) Procés d'execució de la formació de pendents, abocament de l'argila expandida en sec i regat superficial amb abeurada de ciment, sobre taulons de fusta.



Figures 12 i 13: (www.obrasonline.com ; emetreseme-estudio.blogspot.com) Resultat de la formació de pendents una volta retirades les regles metàl·liques i reomplert el buit. Resultat final una volta regularitzat tota la superfície i preparada per a rebre la impermeabilització.

2. IMPERMEABILITZACIÓ

Membrana mono capa d'EPDM (Cautxú etilè-propilè-dié)

MATERIALS

- Lamina EPDM d'1,2 mm (comprovar marcatge, gruix mínim, estat general).
- Adhesiu (material compatible).
- Material unió lamines (material compatible).
- Banda encontre petos (material compatible).
- Elements prefabricats (material compatible, ales d'encavalcament no inferiors a 10 cm, diàmetre adequat).
- Perfil cilíndric d'espuma de polietilè.

EXECUCIÓ

- No realitzar labors d'impermeabilització si es preveu pluja, amb vents forts o temperatura ambient inferior a 5 °C.
- Comprovar que la capa de regularització de pendents està seca i lliure d'elements punxants. Si la capa de regularització no és òptima, es col·locarà una capa de protecció anti punxonant de polièster i 300 g/m².
- Comprovar que els paraments verticals es troben enfoscats fins a almenys 20 cm per damunt de la cota d'acabat de la coberta.

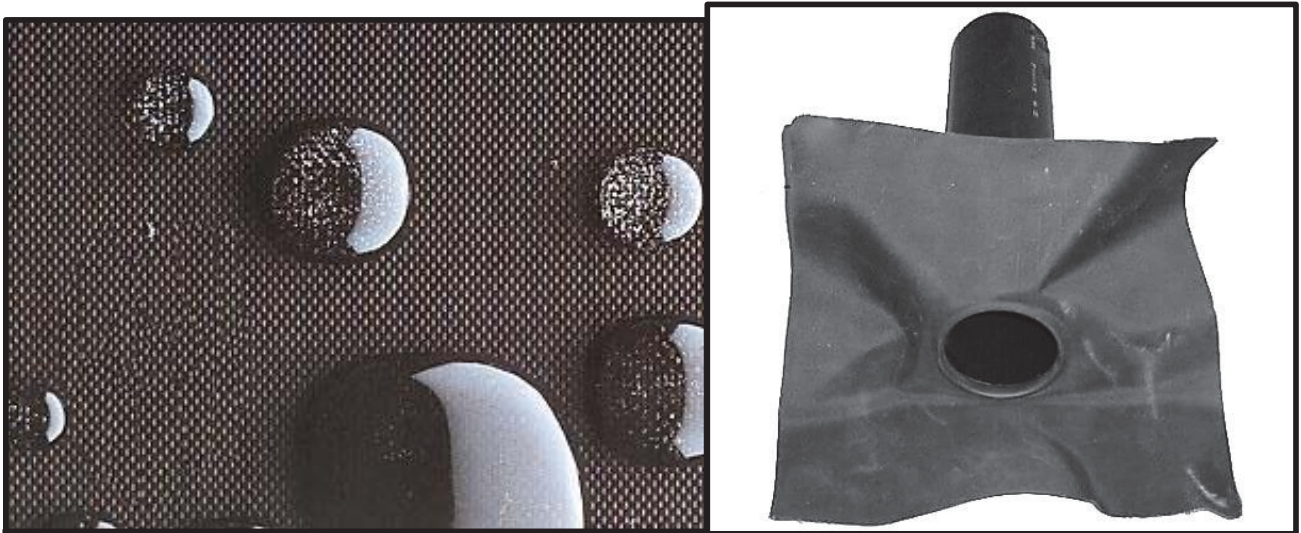
2.1. Punts singulars i peces acabades

- Encontre entre formació de pendents i paraments verticals:
 - A l'encontre s'ha de col·locar una peça prefabricada, que anirà unida mecànicament (caragolada) al parament vertical, a altura no superior a 2,5 cm.
- En les juntes de dilatació la membrana passarà continua, gràcies a la seua gran elasticitat.
- En els embornals, tant centrals com perimetrals, la membrana es passa continua i s'adherirà al suport, també es marcarà amb guix la ubicació dels baixants, per tal d'evitar accidents i recordar de col·locar el desguàs.

2.2. Col·locació de la membrana impermeabilitzant en els faldons de la coberta

- La lamina EPDM s'adquirirà en una única peça sempre que les condicions ho permeten. De qualsevol forma s'intentarà qui hi haja el mínim de juntes.
- La membrana es col·locarà flotant (no adherida) excepte en els punts singulars.
- Si hi ha juntes s'intentarà que es troben en posició perpendicular a la màxima pendent, i de baix per amunt, a favor de l'escorrentia de l'aigua.

Les juntes, si hi ha, es realitzaran mitjançant el producte que indique la marca fabricant, normalment bandes d'unió d'EPDM sense curar, que ho farà en el seu lloc després de la instal·lació, segellant la unió.



Figures 14 i 15: (www.allroofingandbuilding.com , www.drainagesuperstore.co.uk) Detall de la textura de la lamina i l'efecte hidrofòbic de la mateixa. Peça d'EPDM prefabricada per a desguassos verticals.



Figures 16 i 17: (www.geora.es , yting.com) Procés de col·locació de la lamina i unió de dues làmines amb imprimació.



Figures 18 i 19: (www.youtube.com , www.cubimat.com) Procés de col·locació de peça prefabricada per a cantons exteriors i detall de la peça.

2.3. Acabament de punts singulars

- Paraments verticals
 - La lamina tindrà suficient longitud per a ascendir pel parament vertical almenys 20 cm sense unions.
 - S'aplicarà imprimació sobre la part inferior de la membrana que quedarà en contacte amb la banda d'ancoratge, es retirarà el film protector d'aquesta última i s'uniran ambdues fins que la membrana supere la unió mecànica.
 - S'aplicarà adhesiu d'unio en la resta de la membrana i en el parament vertical i s'acabarà de col·locar la membrana fins al punt més alt.
 - S'aplicarà pressió amb un rotllo de goma en tota la superfície adherida.
 - Es realitzarà el remat superior per un dels tres mètodes anomenats anteriorment: reculada del parament, regata perimetral o perfil metàl·lic com indica l'apartat 2.4.4.1.2 del [DB HS1](#).

- Desguàs central (horitzontal)
 - Sobre la membrana ja col·locada es marcarà un diàmetre lleugerament inferior al del baixant a col·locar i es perforarà la làmina retirant el material sobrant.
 - Es col·locarà la peça prefabricada (que haurà de tindre un ala no inferior a 10 cm) i es marcarà la zona de làmina que quedarà coberta.
 - S'imprimirà la part inferior de l'ala de la peça i la part de la làmina que quedarà coberta.
 - Es col·locarà la peça prefabricada al seu lloc pressionant la superfície amb un rodets de goma.
 - S'aplicarà material segellant en el perímetre de l'ala i es retirarà el sobrant



Figures 20 a 23: (www.youtube.com) Procés d'execució de l'encontre de la lamina d'EPDM amb el mur perimetral i remat amb perfil metàl·lic.



Figures 24 a 28: (www.youtube.com) Procés de col·locació d'un desguàs prefabricat sobre lamina d'EPDM.

3. AÏLLAMENT TÈRMIC

Panells rígids de poliestiré extruït (XPS)

MATERIALS

- Panell de XPS: comprovar el gruix, la conductivitat, resistència tèrmica, resistència aixafament, classificació al foc, juntes a mitja fusta i codi de designació.

EXECUCIÓ

3.1. Col·locació de panell sencers

- Col·locats panells a trenca juntes i encaixats, cuidant que la separació entre ells no siga superior a 5 mm.
- Els panells s'interrompran en les juntes de dilatació.
- Col·locar objectes sobre els panells per a evitar el moviment per acció del vent.

3.2. Tall de panells

- Mesurar les zones que han quedat sense cobrir pels panells complets.
- Tallar els panells amb fulla tallant deixant els cantells nets, però sense que es recolzen en la impermeabilització.
- Col·locar els trossos tallats de forma que l'ample màxim que quede entre ells siga sempre menor que 5 mm. No col·locar trossos de reduïda mida en els extrems.

3.3. Col·locació de panells en punts singulars

- En els desguassos el panell es perforarà ajustant-lo a la mida del desguàs, cuidant que no es produeixen desplaçaments que puguin disminuir la secció dels baixants
- En careners i aiguafons s'ajustaran els panells a el pendent de la coberta, tallant-los si és necessari.



Figures 29 i 30: (www.rtarquitectura.com , www.fibran.com) Detall de la unió de dues peces mitjançant la mitja fusta i imatge de la col·locació en obra adaptant la forma al suport.



Figures 31 i 32: (img.archiexpo.com , building.dow.com) Procés de col·locació de l'aïllament tèrmic amb peces completes, a trenca juntes, i peces tallades a mida.

Dimensiones

Dimensiones			Fuego	Aislamiento térmico	
Espesor	Largo	Ancho		Lambda	Resistencia Térmica
mm	m	m		W/m-K	m ² -K/W
30	1,25	0,60	E	0,034	0,90
40	1,25	0,60	E	0,034	1,20
50	1,25	0,60	E	0,034	1,50
60	1,25	0,60	E	0,034	1,80
70	1,25	0,60	E	0,036	1,95
80	1,25	0,60	E	0,036	2,20
100	1,25	0,60	E	0,036	2,80

Figura 33: (www.ursa.es) Taula de característiques tècniques d'una peça comercial de XPS, amb diversos espessors.

4. CAPA SEPARADORA-RETENIDORA

Manta protectora i retenidora d'aigua de polièster

MATERIALS

Feltre de fibres sintètiques de polièster i polipropilè (Comprovar material, gruix, classe i gramatge)

EXECUCIÓ

4.1. Col·locació de geotèxtils

- Els rotllos s'estendran per fileres en sentit perpendicular a la línia de màxima pendent, encavalcant-los lateralment i frontalment almenys 20 cm.
- El geotèxtil es perforarà ajustant-lo a la secció dels desaigües i es llastrarà immediatament per a què mantingui la posició correcta.
- Si la forma de la coberta és irregular, es cobrirà amb seccions del material totes les zones, cobrint tots els panells d'aïllament tèrmic, sense arrugues.
- En el perímetre i altres elements passants, s'elevà el geotèxtil protegint les entregues de la impermeabilització en el gruix del substrat i la coberta vegetal.
- Si hi ha vent, es llastrarà el geotèxtil fins a la col·locació de la següent capa.
- La col·locació del geotèxtil es pot facilitar humitejant-lo amb aigua, amb el que s'aconsegueix que s'estove i siga més manejable.
- Els geotèxtils no deuen quedar exposats a la radiació solar més temps de l'imprescindible per a la posada en obra de la següent capa.



Figures 34 i 35: (www.okambuva.coop , www.singulargreen.com) Procés de col·locació de manta retenidora mitjançant rotllos amb solapament. En les dues imatges es pot observar el llast que s'ha col·locat durant l'execució.



Figures 36 i 37: (materials.soa.utexas.edu , www.projar.es) Exemple de manta retenidora i del lloc de col·locació, sobre la l'aïllament tèrmic. Procés de col·locació de la manta mitjançant rotllos amb solapament.

5. CAPA DRENANT

Panells rígids o rotllos de PE-HD

Perfils separadors de materials d'alumini

MATERIALS

Drenatge de polipropilè en plaques rígides (comprovar gruix, resistència mecànica, marcatge CE).

Drenatge de polipropilè en rotllos (comprovar gruix, resistència mecànica, marcatge CE).

Perfils d'alumini: comprovar obertures per a circulació d'aigua, extrems llisos no tallants.

EXECUCIÓ

5.1. Col·locació de les plaques

- Les plaques es col·locaran sobre la manta retenidora, encavalcant una placa amb la següent una filera.
- Es col·locarà de forma que les perforacions entre depòsits queden en la part superior, de forma que pugui emmagatzemar i regular l'aigua.

5.2. Col·locació en els punts singulars

- En tots els encontres amb punts singulars (murs perimetrals, elements passants, desguassos, etc.) es col·locarà una zona de grava:
 - De 50 cm: en el cas dels murs i elements separadors amb altres edificis
 - De 20 cm: en la resta de casos (desguassos, ancoratges, xemeneies, etc.)
- En aquesta zona de grava no hi haurà capa drenant, però sí manta retenidora.
- Per a crear aquests perímetres es col·locarà un perfil separador de materials amb forma de L, de forma que la part vertical quedarà a la distància indicada de l'element, i la part horitzontal anirà en la direcció contrària a l'element i situat baix de la capa drenant, que actuarà de llast per mantenir-lo al lloc.



Figures 38 i 39: (www.triton-chemicals.co.uk , squarespace.com) Procés de col·locació de la capa drenant mitjançant plaques rígides i resultat final, acabant en els perfils de separació de materials i llastant aquests.



Figures 40 i 41: (furbishco.com , www.projar.es) Procés de col·locació dels perfils de separació de materials, amb la part horitzontal en direcció a la part enjardinada; i detall del perfil amb ranures per a la circulació de l'aigua.



Figura 42: (www.projar.es) Secció d'un drenatge de PE-LD. L'aigua s'emmagatzema en la part inferior, mentre que la part superior te forats que actuen com a sobreeixidor per evacuar l'excés d'aigua.

6. CAPA FILTRANT

Filtre de polièster

MATERIALS

Geotèxtil de polièster

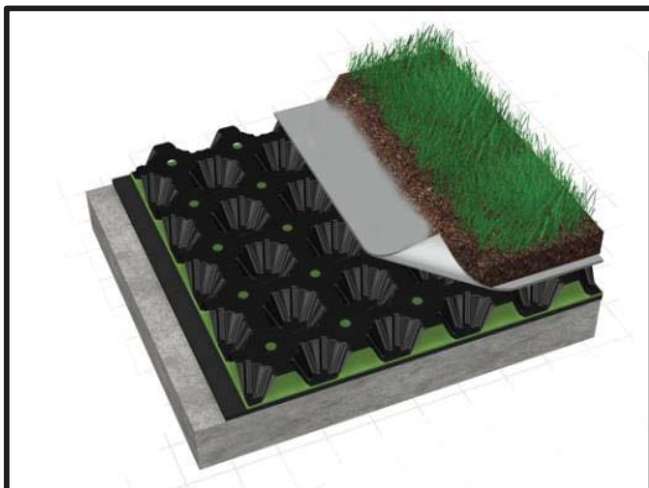
EXECUCIÓ

6.1. Col·locació en obra

- Es col·locarà sobre la capa drenant amb l'encavalcament que indique el fabricant, sempre superior a 10 cm.
- Si hi ha vent es llastrarà el geotèxtil amb xicotets objectes no molt pesats fins a la col·locació de la següent capa.

6.2. Punts singulars

- En els punts singular el filtre acompanyarà la capa drenant fins que aquesta trobe el perfil separador, el filtre pujarà per aquest fins a l'altura que tindrà el substrat amb la coberta acabada.



Figures 43 i 44: (ignasiconillas.com , www.certificadosenergeticos.com) Gràfic i fotografia on s'observa la ubicació de la capa filtrant, entre el substrat i la capa drenant.



Figura 45: (www.lindumgreenroofs.co.uk) Fotografia que mostra el funcionament de la capa drenant i filtrant. El drenatge emmagatzema l'aigua filtrada provinent del substrat. L'aigua que excedent del drenatge acaba en la manta retenidora de baix.



Figura 46: (www.construible.es) Fotografia que mostra la col·locació d'un drenatge que porta adherit el filtre, facilitant la instal·lació de dues capes en un sol pas. Com es pot veure el filtre té excés per un dels costats, per tal de crear el solapament corresponent després de desenrotllar el producte.

7. PROTECCIÓ

Substrat vegetal i grava de cantó rodat.

MATERIALS

Substrat vegetal (comprovar densitat, marcatge, granulometria...).

Grava: comprovar tipus, granulometria (16 a 32 mm) i neteja.

EXECUCIÓ

7.1. Col·locació de la protecció

- Els desaigües es protegiran amb caixes de registre i dins d'aquestes es col·locaran elements retenidors de grava. Al voltant d'aquesta caixa, i fins al perfil separador de materials en forma de L, s'omplirà amb grava.
- Els encontres amb elements verticals també s'ompliran amb grava des del parament fins al perfil separador. La manta protectora s'eleva fins al nivell final de la grava en el parament vertical.
- El substrat vegetal es distribuirà per la coberta sobre la capa filtrant. Durant l'execució s'hauran de col·locar taulons de fusta sobre la capa filtrant i drenant per tal de no danyar-la.
- Es col·locarà el substrat en xicotets muntons, que després s'estendran en una capa del gruix indicat en projecte, evitant calbes que pogueren donar lloc a una degradació de les capes inferiors per acció dels rajos solars.
- Se seguiran les recomanacions sobre recobriment i llast mínim (kg/m^2) en funció de les diferents zones d'exposició de la coberta.

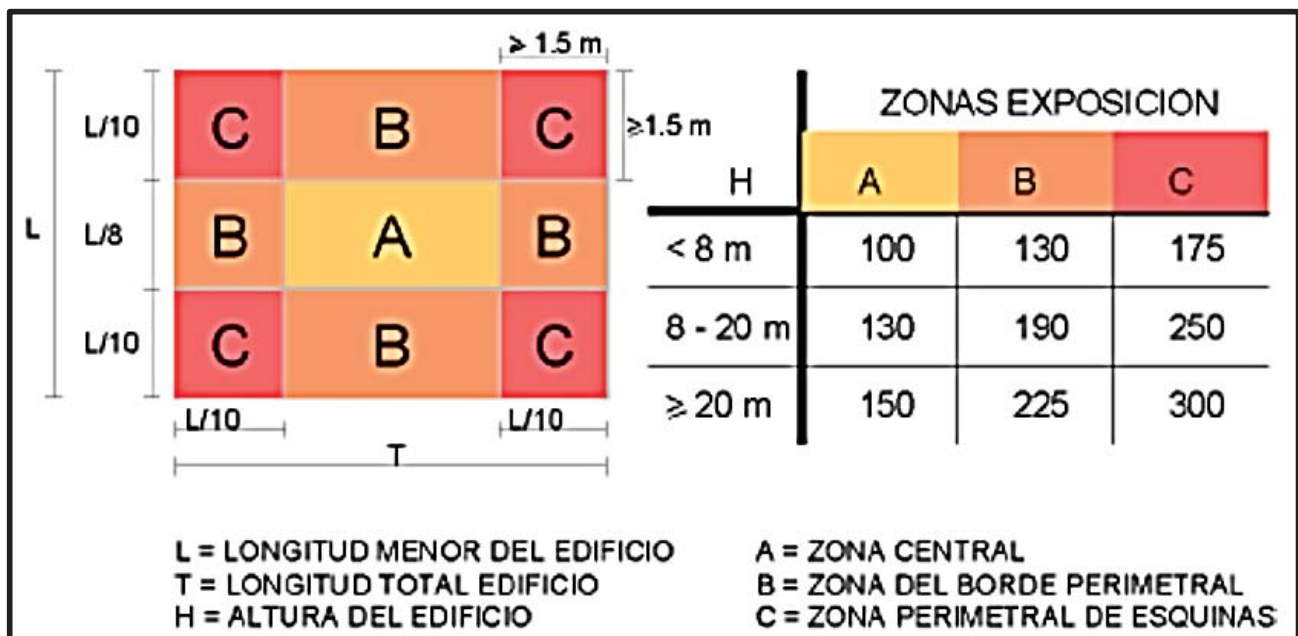


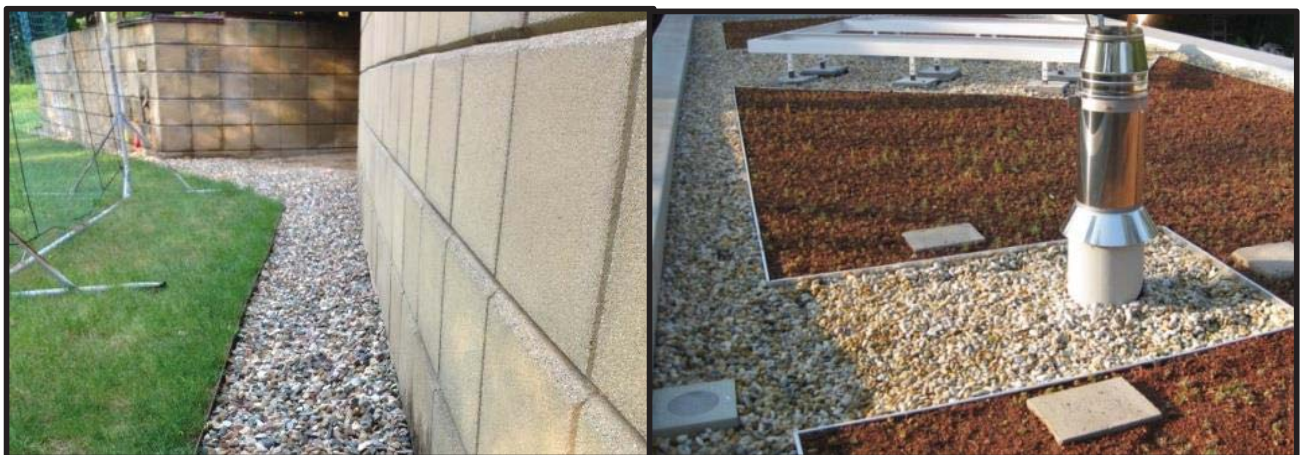
Figura 53: (www.five.es) Esquema de les diferents zones de la coberta a nivell de llast per a contrarestar l'efecte eòlic, indicant en la taula el llast (kg/m^2) que ha de tenir cada zona segons l'altura de l'edifici.



Figures 47 i 48: (furbishco.com) Procés d'abocament del substrat mitjançant *big bag* i d'extensió d'aquest per la coberta de forma regular.



Figures 49 i 50: (www.projar.es) Element de cobertura i registre d'embornals i resultat de la col·locació, amb perímetre de grava delimitat per perfils de separació de materials.



Figures 51 i 52: (sdrdesign.com , archigreenltd.com) Encontres de la coberta vegetal amb parament vertical i element passant, amb el perímetre de grava delimitat per perfil separador.

8. SOBRE PROTECCIÓ / CAPA VEGETAL

Plantes tipus *sedum* i vivaces (*Sempervivum*)

MATERIALS

Plantons: comprovar espècie, salut, estat de les arrels i mida adequada del plantó.

Mantes de vegetació: comprovar espècies, salut, mida correcta del substrat.

EXECUCIÓ

8.1. Plantació mitjançant mantes de vegetació pre cultivada

- Si les plantes es presenten en format de manta de vegetació, aquesta s'aplicarà sobre el substrat humit, cobrint tota la superfície de substrat sense ocupar les zones de grava.
- Si les plantes es presenten en plantons, aquests es distribuïran segons la densitat que haja indicat el subministrador de les plantes. En introduir el plantó en el substrat, es tindrà cura de no arribar a la capa filtrant.
- S'efectuarà un reg generós després de la plantació.

8.2. Plantació mitjançant esqueixos o plantons

- Es replantejarà la distribució segons l'àrea a ocupar i la quantitat de plantons disponibles per tal que l'espai entre ells siga regular.
- Es realitzarà un forat de la mida de les arrels, sempre amb cura de no arribar a la capa filtrant amb la ferramenta i s'introduirà el plantó, sense cobrir les fulles.
- S'aportarà aigua i després es cobrirà el forat amb el substrat, pressionant lleument per tal que la planta tinga un suport estable i compacte.
- S'efectuarà un reg generós després de la plantació.



Figures 54 i 55: (www.sedummaster.com , furbishco.com) Procés de col·locació de vegetació mitjançant mantes de vegetació



Figures 56 i 57: (www.greenroofplants.com , furbishco.com) Fotografia d'un plantó sa, amb bona quantitat d'arrels i fullatge. Procés de plantació de plantons amb paleta menuda.



Figures 58 i 59: (howwes.com , blogs.scottarboretum.org) Extracció de plantó en test individual i procés de plantació de plantons de viver.

C. SEGURETAT I SALUT

1. GENERALITATS

- Es detindran els treballs amb condicions meteorològiques adverses.
- Es mantindrà una distància de seguretat amb línies elèctriques.
- L'accés a la coberta es realitzarà per escales correctament situades i ancorades.

2. EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL (EPI'S)

- Totes les proteccions individuals disposaran de marcat CE.
- En totes les fases d'execució de coberta s'ha de disposar de:
 - Cinturó anti caiguda de seguretat (si no hi ha protecció col·lectiva) ancorat a punts forts o línia de vida per a qualsevol treball en la vora del forjat.
 - Barret de seguretat.
 - Calçat de seguretat, amb sola resistent i antilliscant.
 - Guants de cuir.

3. PROTECCIONS ANTI CAIGUDES INDIVIDUALS

- Els arnesos estaran homologats.
- Els sistemes d'ancoratge estaran certificats i instal·lats per personal qualificat.
- Es prioritzarà l'ús de proteccions col·lectives quan siga possible.

4. PROTECCIONS ANTI CAIGUDES COL·LECTIVES

- Si estan projectats murs perimetrals, es realitzaran en primer lloc, bé des de bastides, o des de la coberta, amb xarxes de protecció o sistema d'ancoratge.
- En altres casos, es col·locarà barana de protecció en tot el perímetre de la coberta, de 90 cm d'altura mínima, llistó entremig i roda-peu.
- Es col·locaran els mitjans auxiliars (plataformes de treball, passarel·les o bastides), de forma que faciliten la circulació i el treball a desenvolupar.

5. EMMAGATZEMATGE, SUBMINISTRAMENT I ACOPI DE MATERIALS

- Aquestes zones se situaran lluny de bores i forats de forjat.
- Les restes d'obra es retiraran mitjançant tubs d'evacuació d'enderrocs.



Figures 60 i 61: (www.manualdeobra.com , spanish.alibaba.com) Equip de protecció per a treballs en altura i EPI's (Equip de Protecció Individual) per a treballs en obra.



Figures 62 i 63: (www.equipovertical.com , www.tectonica-online.com) Equips de protecció anticaigudes individuals: el primer puntual i el segon lineal. Actuen per llast, no havent de perforar la impermeabilització.



Figures 64 i 65: (www.systemasafety.com , www.lineapreencion.com) Equips de protecció anticaigudes col·lectius: el primer actiu (evita la caiguda) i el segon passiu (deté la caiguda).

D. BIBLIOGRAFIA

- <http://www.obrasonline.com>
- <http://aparejadorenobras.blogspot.com.es>
- <http://www.five.es>
- <http://www.rollgum.com/videos/>
- <http://www.firestonebpe.com/es/centro-de-aprendizaje/guias-tecnicas/rubbergard-epdm>
- <http://www.ursa.es/es-es/productos/ursa-xps/Paginas/productos.aspx>
- <http://www.projar.es/>



Reconeixement - NoComercial - CompartirIgual (by-nc-sa):
No es permet un ús comercial de l'obra original ni de les possibles obres derivades, la distribució de les quals s'ha de fer amb una llicència igual a la que regula l'obra original.



FI



Reconeixement - NoComercial - CompartirIgual (by-nc-sa):
No es permet un ús comercial de l'obra original ni de les possibles obres derivades, la distribució de les quals s'ha de fer amb una llicència igual a la que regula l'obra original.