

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

Document: Annexos

Alumne: Ariana Secchi Tarrés

Tutor: Miquel Duran i Ros

Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària

Àrea: Enginyeria Agroforestal

Convocatòria (mes/any) Juny/2019

ANNEXOS

ÍNDIX

Annex 1.	Antecedents	5
1.	Definició de coberta verda	37
2.	Avantatges de les cobertes verdes	43
Annex 2.	Condicionants naturals	47
1.	Climatologia	48
2.	Substrat	57
3.	Qualitat de l'aigua de reg	58
Annex 3.	Anàlisi d'alternatives	60
4.	Introducció	61
5.	Alternatives de la Zona 1	62
6.	Alternatives de la zona 2.....	93
Annex 4.	Volums de grava i substrat.....	110
1.	Volums de grava	111
2.	Volum de substrat	118
Annex 5.	Nombre de plantes i característiques.....	119
3.	Determinació del nombre de plantes	120
4.	Esquema de l'època de floració	125
5.	Fitxes de les espècies del projecte	126
Annex 6.	Càlculs del reg	137
6.	Disseny agronòmic del reg	138
7.	Disseny hidràulic del reg.....	145
Annex 7.	Instal·lació elèctrica	156
1.	Introducció	157
2.	Dimensionament de la línia.....	159
3.	Aparells de protecció	162

4.	Conclusió	163
Annex 8.	Programació de l'execució	164
5.	Introducció	165
6.	Càlculs	166
7.	Diagrama pert	173
8.	Diagrama de gantt	174
Annex 9.	Estudi bàsic de seguretat i salut	177
1.	Introducció	178
2.	Dades identificatives i del projecte	180
3.	Principis d'acció preventiva.....	182
4.	Identificació dels principals riscos existents	184
5.	Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials ...	187
6.	Disposicions mínimes de seguretat i salut	188
7.	Mesures de protecció i prevenció	200
8.	Normativa aplicable	203
Annex 10.	Accions a la coberta.....	204
1.	Introducció	206
2.	Identificació d'accions actuant i procediments per a la seva obtenció 206	
3.	Comprovació.....	213
Annex 11.	Manteniment	214
1.	Introducció	215
2.	Manteniment de la zona 1	217
3.	Manteniment de la zona 2.....	220
4.	Pressupost del manteniment	221
Annex 12.	Visualització del projecte	225
1.	Introducció	226
Annex 13.	Bibliografia	230

1.	Bibliografia	231
----	--------------------	-----

ANNEX 1. ANTECEDENTS

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. DEFINICIÓ DE COBERTA VERDA

Les cobertes verdes són espais verds ubicats sobre construccions amb uns requisits de manteniment que poden ser similars als espais verds implantats sobre el sòl. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Les cobertes vegetals es formen, com a mínim, per les capes exposades a la Fig. 1.

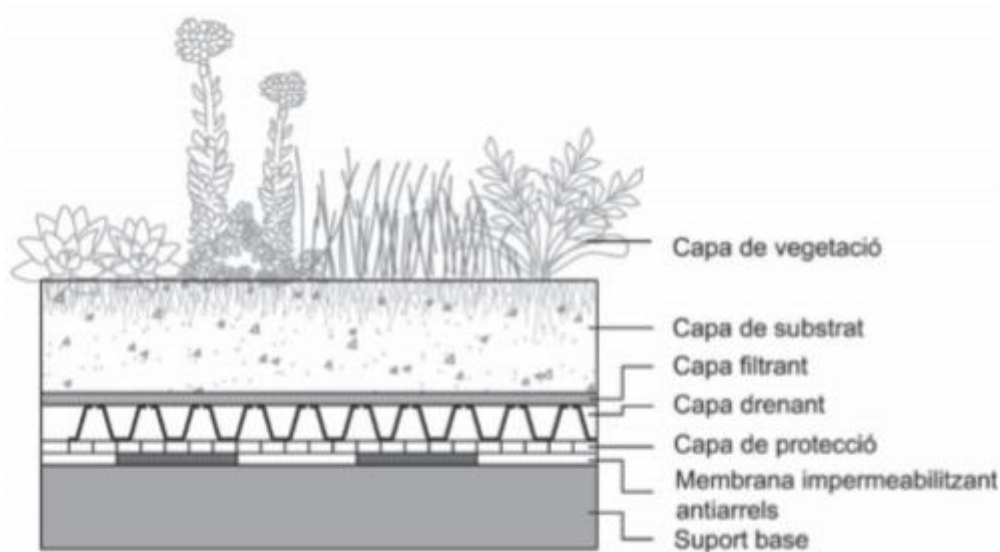


Fig. 1: Capes mínimes que formen les cobertes verdes. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012)

Segons les tasques de manteniment, el tipus de vegetació i les càrregues que provoquen sobre l'estructura de l'edifici, existeixen tres tipus de coberta verda (Fig. 2).

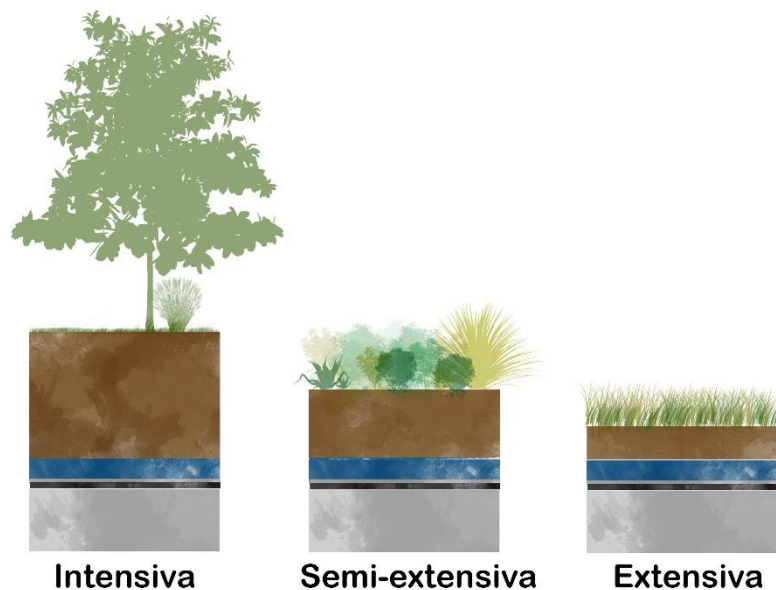


Fig. 2: Tipus de coberta vegetal

1.1 Cobertes extensives

És un sistema de coberta lleugera, implantada en un substrat poc profund (a partir de 7 cm) i amb un contingut baix en nutrients, que involucra una vegetació aparentment natural que requereix molt poques cures per al seu manteniment i desenvolupament correctes (Fig. 3). Tot i així, en general en les zones amb clima mediterrani és recomanable instal·lar un sistema de reg manual o automatitzat en funció de la superfície. Les plantes que s'utilitzin han de ser molt resistents per poder desenvolupar-se amb les condicions extremes de les ubicacions on s'implantaran i han de ser preferentment autòctones, per aconseguir establir una població duradora i autònoma. Les plantes que es poden utilitzar consten de suculentas, herbàcies perennes i cespitoses. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 3: Coberta verda extensiva (Gardenista, 2015)

1.1.1 Cobertes biodiverses

És una variant de la coberta extensiva, dissenyada específicament per crear un hàbitat amb una flora i una fauna especials, on poder restituir o rehabilitar les condicions originals, anteriors a la construcció, o fins i tot augmentar l'hàbitat previ per albergar un sistema ecològic natural. Les espècies es conreen sobre un substrat heterogeni, temporalment sense vegetació, que poden incloure materials orgànics en descomposició, com ara troncs i altres restes vegetals (Fig. 4). Té el propòsit de permetre que noves espècies de fauna i flora de la zona colonitzin la coberta amb el temps, incrementant la biodiversitat de l'espai verd rehabilitat (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 4: Coberta extensiva biodiversa. (Zinco, 2018)

1.2 Cobertes intensives

Són enjardinaments comparables a un parc o un jardí privat. Dissenyades per a l'ús recreatiu i condicionades per una capa de substrat superior a 60 cm de gruix, que requereixen un manteniment regular.

Les plantes utilitzades poden ser perennes, herbàcies, arbustives i fins i tot arbòries. L'àmplia gamma d'opcions de vegetació permet una diversitat comparable a les implantades a nivell del sòl.

Aquest tipus de cobertes exerceixen unes grans demandes sobre la resistència mecànica de l'estructura de la coberta i un manteniment regular de neteja, reg, fertilització, poda i sega. A la Fig. 5 es mostra una coberta verda intensiva (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 5: Coberta verda intensiva. (Techos jardín, s.d.)

1.3 Cobertes semiextensives o semiintensives

Presenten característiques de les cobertes verdes tant intensives com extensives. Requereixen una profunditat de substrat generalment entre 10 i 25 cm i poden utilitzar un rang de plantes més ampli que les extensives, com arbustos i plantes lignificades, a més de les herbàcies i entapissants.

Exerceixen poques demandes sobre l'estructura de la coberta i requereixen un reg i una fertilització reduïts, però sempre necessiten un manteniment bàsic. A la Fig. 6 es pot veure un exemple de coberta verda semiintensiva. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 6: Coberta semi-extensiva (Zinco, 2018)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. AVANTATGES DE LES COBERTES VERDES

En aquest apartat s'enumeren i descriuen les avantatges de les cobertes verdes en les edificacions.

2.1 Integració paisatgística

Les grans ciutats del món s'han convertit en boscos de ciment que es troben lluny d'integrar-se amb el paisatge i l'ecosistema de les zones rurals i forestals que les envolten. Les cobertes verdes poden donar una empenta cap aquesta integració actuant conjuntament amb els altres elements verds com ho son els parcs i jardins, jardins verticals, façanes verdes, i altres tipus d'estructures enjardinades. (Urbanarbolismo, s.d.). A la Fig. 7 es pot veure un cas d'integració paisatgística mitjançant cobertes verdes.



Fig. 7: Integració paisatgística de les cobertes. (F451 Arquitectura, s.d.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.2 Purificació de l'aire

És àmpliament reconegut l'efecte de la vegetació sobre la neteja de l'aire pel que fa a partícules contaminants i absorció de CO₂. Apropar i ampliar les zones verdes a les ciutats mitjançant les cobertes verdes, permet cert grau de purificació de l'aire d'aquestes zones. Part dels metalls pesants i altres partícules contaminants queden segrestades al substrat i al cos de les plantes quan precipiten amb la pluja. El CO₂ és intercanviat per l'O₂ en el procés natural de la fotosíntesis (Ajuntament de Barcelona, 2015). Universitats com la Michigan Estate University, Columbia University i altres institucions reconegudes com la NASA, porten a terme investigacions sobre la purificació de l'aire d'aquestes estructures i sobre com incrementar-la (NASA, 2012) (Michigan State University, s.d.).

2.3 Reducció de les inundacions a les ciutats

La vegetació i el mateix substrat de les cobertes verdes absorbeixen bona part de l'aigua de pluja i l'alliberen lentament a l'ambient amb el procés d'evapotranspiració. D'aquesta manera es redueix l'aigua que és canalitzada des de les cobertes dels edificis a la xarxa de clavegueram, que intermitentment veuen superades les seves capacitats resultant en inundacions que poden portar greus problemes a les ciutats. Aquest avantatge es pot veure maximitzat si, a més, les cobertes disposen d'un sistema de recollida d'aigua de pluja per al seu ús posterior en el reg. (Urbanarbolismo, s.d.)

Promovent la instal·lació de cobertes a un gran nombre d'edificis de la ciutat es podrien minimitzar els danys causats per aquest fenomen.

2.4 Reducció de l'efecte illa de calor

La temperatura a les ciutats és sempre major que el de les zones rurals i forestals properes. Aquest fet rep el nom d'efecte illa de calor, i és causat per l'absorció de la calor i la reflexió de la radiació solar sobre les superfícies que componen les zones urbanes (metall, formigó, vidre, etc.). La vegetació té la capacitat de captar bona part

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

d'aquesta radiació i evitar el contacte directe sobre els sostres dels edificis impedit el seu sobreescalfament, i per tant, redueix la temperatura de la ciutat en general, no només la de l'interior dels edificis (Ajuntament de Barcelona, 2015).

2.5 Increment de la biodiversitat

Les cobertes enjardinades poden aportar refugi a diferents espècies vegetals i animals (ocells i insectes generalment) retornant a la ciutat part de la biodiversitat que es va perdre amb la seva aparició. A més, aquestes estructures funcionen com a connectors entre zones rurals quan s'hi ha instaurat en diversos edificis, permetent la migració d'espècies entre aquestes. (Ajuntament de Barcelona, 2015)

2.6 Increment de l'eficiència dels panells solars

Quan a una coberta s'hi instal·len plaques solars fotovoltaïques com a font d'energia alternativa, aquestes poden veure millorada la seva eficiència si la coberta es troba entapissada, ja que la vegetació redueix la temperatura de la zona. (Ciller, s.d.)

2.7 Aïllament acústic i tèrmic

Els materials que es col·loquen a la coberta verda actuen com a aïllant acústic i tèrmic, de manera que el benestar a l'interior de l'edifici es veu incrementat i s'estalvia energia en la climatització, traduint-se, al seu torn, en estalvi econòmic (Urbanarbolismo, s.d.).

2.8 Elongació de la vida útil de l'estructura de la coberta

Al no estar exposada a la intempèrie (radiació solar, erosió causada per les precipitacions, etc.), la impermeabilització de les cobertes millora la seva vida útil. D'aquesta manera pot protegir durant més temps l'estructura, evitant humitats, goteres i disminuint-ne el manteniment (Urbansacape, 2016).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.9 Avantatges socials

Les cobertes verdes augmenten la superfície de zones verdes de la ciutat. Aquestes zones milloren el benestar anímic i psicològic de les persones (Ajuntament de Barcelona, 2015). Segons recomanacions de l'OMS (Organització Mundial de la Salut), les ciutats han de disposar d'entre 10 i 15 m² per habitant de zona verda, distribuïts equitativament en relació a la densitat de població (CAT-MED, s.d.). Girona és una de les ciutats amb més metres quadrats verds per habitant, amb 24 m²/habitant (Jiménez Herrero *et al.*, s.d).

ANNEX 2. CONDICIONANTS NATURALS

1. CLIMATOLOGIA

L'estudi dels factors climàtics és primordial a l'hora de determinar la vegetació que millor s'implantarà a la zona d'estudi.

El clima de Catalunya és majoritàriament mediterrani, amb hiverns de temperatures suaus i estius calorosos i secs, amb pluviometries molt irregulars. (Servei meteorològic de Catalunya, 2015). A la província de Girona predomina el clima Mediterrani prelitoral nord, segons la divisió climàtica del Servei Meteorològic de Catalunya (Fig. 8).

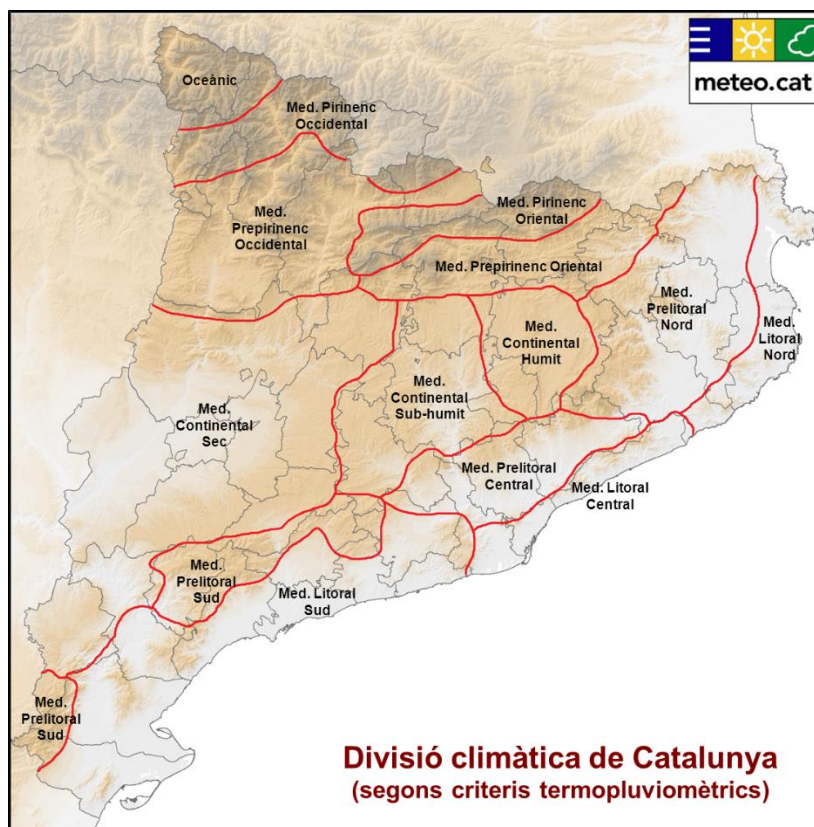


Fig. 8: Divisió climàtica de Catalunya. (Servei meteorològic de Catalunya, 2015)

Les dades de l'estudi climàtic següent s'han extret de l'Anuari de dades del Servei Meteorològic de Catalunya, dins de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA), concretament de l'estació meteorològica del municipi de Girona, amb codi XJ (Servei meteorològic de Catalunya (Meteocat), 2018), aquesta és l'estació més propera a la ubicació del projecte segons es pot veure al plànol 3.

1.1 Temperatura i precipitacions

A aquest apartat s'analitzen els nivells de pluviometria i temperatura i es defineixen els períodes secs de l'any. Les dades extretes de l'estació meteorològica de Girona, corresponen a una sèrie històrica d'11 anys. Concretament les dades són dels anys 2003, 2007-2015 i 2017.

A la Fig. 9 del present document es mostra el diagrama ombrotèrmic obtingut de les dades de la mitjana de temperatura i precipitació mensuals.

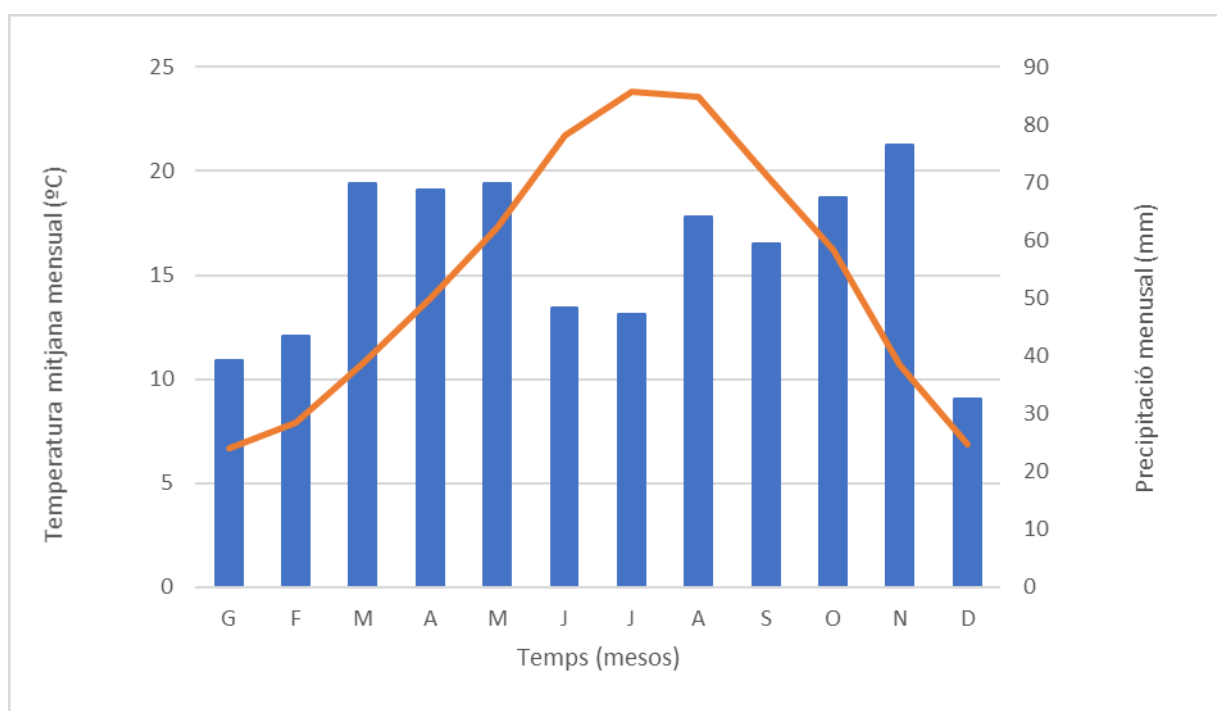


Fig. 9: Diagrama ombrotèrmic

Com es pot observar, la temperatura augmenta progressivament fins al seu màxim al juliol (24 °C). Passat aquest punt, disminueix fins assolir el mínim al Desembre (6 °C). Pel que fa a les precipitacions, aquestes són màximes a la tardor, seguida de la primavera.

La precipitació anual total és de 687 mm de mitjana del període estudiat. Aquesta és distribuïda en dos períodes. El primer s'inicia a l'hivern, amb valors mínims de 40 mm, i finalitza amb precipitacions elevades a la primavera (70 mm). El segon període

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

comença a l'estiu amb precipitacions baixes que ronden els 50 mm i va augmentant progressivament fins arribar als valors màxims anuals, produïts a la tardor.

Si es compara el nivell de temperatura amb el de precipitacions es pot observar que els mesos més secs i calorosos són el Juny, Juliol, Agost i Setembre, és a dir, a l'estiu.

1.2 Vent

La vegetació de les cobertes verdes pot patir un greu dessecament degut a l'acció del vent si aquest no es té en compte durant el seu disseny. Les cobertes i terrasses enjardinades poden trobar-se a alçades considerables, el que augmenta la seva exposició al vent. A la Taula 1 es mostra la velocitat del vent mensual, obtinguda de la mitjana de velocitats d' 11 anys a la ciutat de Girona.

Taula 1: Velocitat del vent.

Temps (mesos)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Velocitat vent (m/s)	1,07	1,39	1,56	1,66	1,55	1,50	1,49	1,41	1,26	1,19	1,14	1,05

Els vents més forts es distribueixen entre els mesos de primavera i estiu, amb valors que volten l'1,5 m/s (5,4 km/h). Durant tot l'any es pot detectar presència de vents suaus.

També es tenen en compte les ratxes màximes de vent, que es poden veure a la Fig. 10. Aquestes dades també s'han obtingut de la mitjana de les ratxes màximes mensuals del període d'11 anys establert a la mateixa ciutat de Girona.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

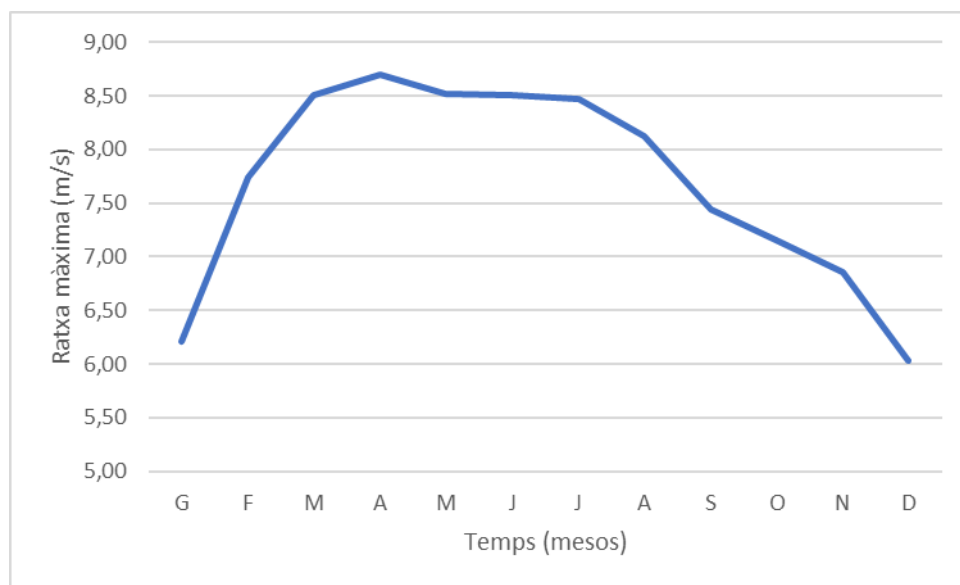


Fig. 10: Ratxes màximes de vent.

Com es pot observar, les ratxes màximes es produeixen entre març i juny, amb valors propers als 8,5 m/s (30,6 km/h)

1.3 Irradiació solar

A la Fig. 11 es mostra la irradiació solar que es produeix durant l'any. Aquesta és màxima a l'estiu, durant els mesos de juny i juliol, amb un valor de 25 MJ/m². Els nivells mínims es produeixen a l'hivern, durant els mesos de desembre i gener, amb un valor aproximat de 6 MJ/m².

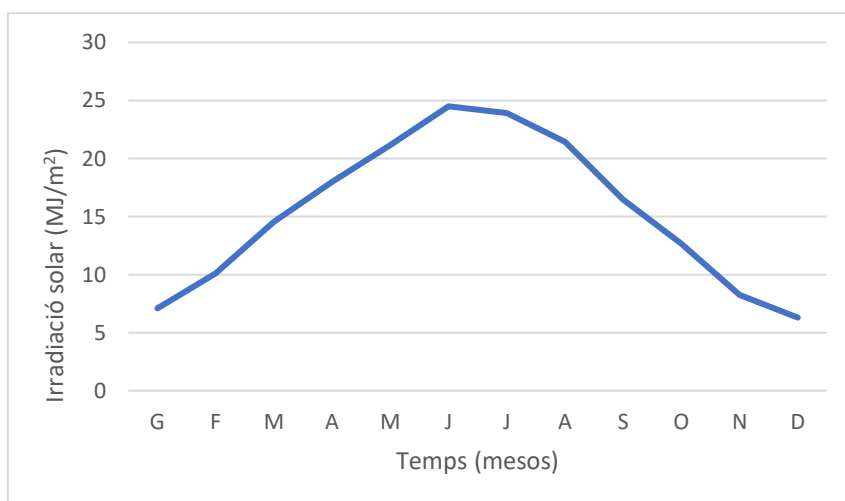


Fig. 11: Mitjana mensual de la irradiació solar global diària.

1.4 Exposició solar

Les hores de llum que rep una planta o una superfície s'anomenen exposició solar. Aquest és un element clau a l'hora de determinar el tipus de vegetació a implantar en qualsevol espai verd. A les cobertes verdes, en general, les hores de llum directa són majors que a les d'altres jardins al trobar-se en una zona elevada sense obstacles que projectin ombres, però, en el cas d'estudi s'hi troba un edifici adjacent més elevat que el del projecte, el que pot produir aquestes ombres. A més, la zona 2 de la coberta es troba més baixa que la zona 1, formant passadissos que poden estar ombrejats degut a les parets de la zona 1. És necessari determinar si aquests elements provoquen ombres que afectin a la vegetació negativament. Aquesta dada serà d'utilitzada en la elecció de la vegetació de les dues zones d'estudi.

Per tal de determinar les àrees ombrejades de la coberta segons l'època de l'any i l'hora del dia s'ha realitzat un model 3D geolocalitzat, tot considerant la latitud i longitud corresponents. Es poden veure aquestes imatges des de la figura 12 a la figura 18.

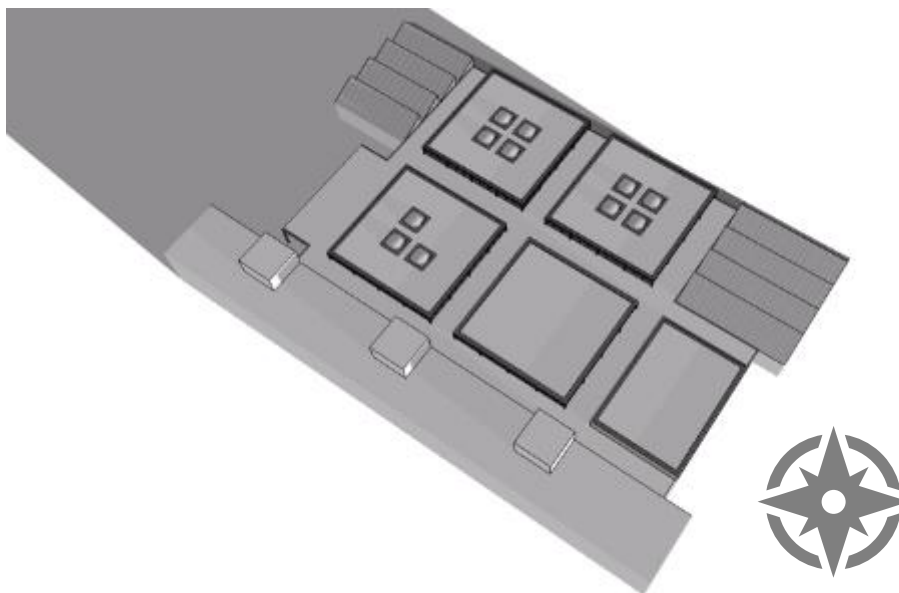


Fig. 12: Exposició solar a l'hivern (Desembre) a les 8:00h del matí.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

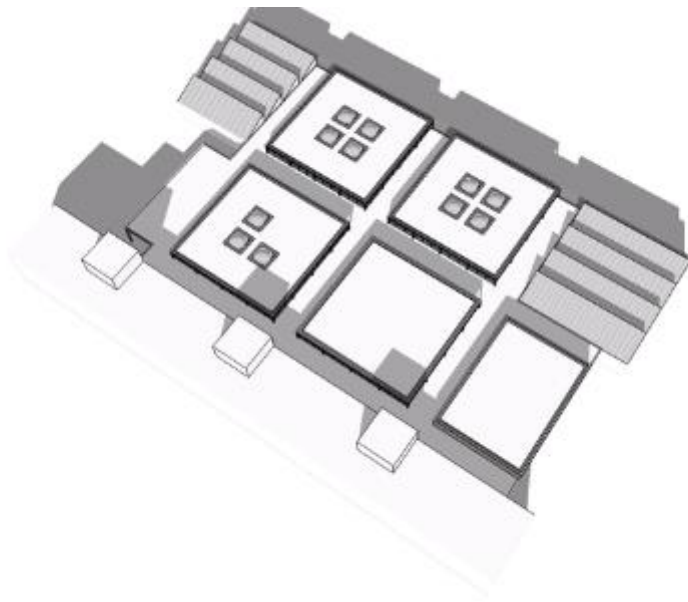


Fig. 13: Exposició solar a l'hivern (Desembre) a les 12:00h.

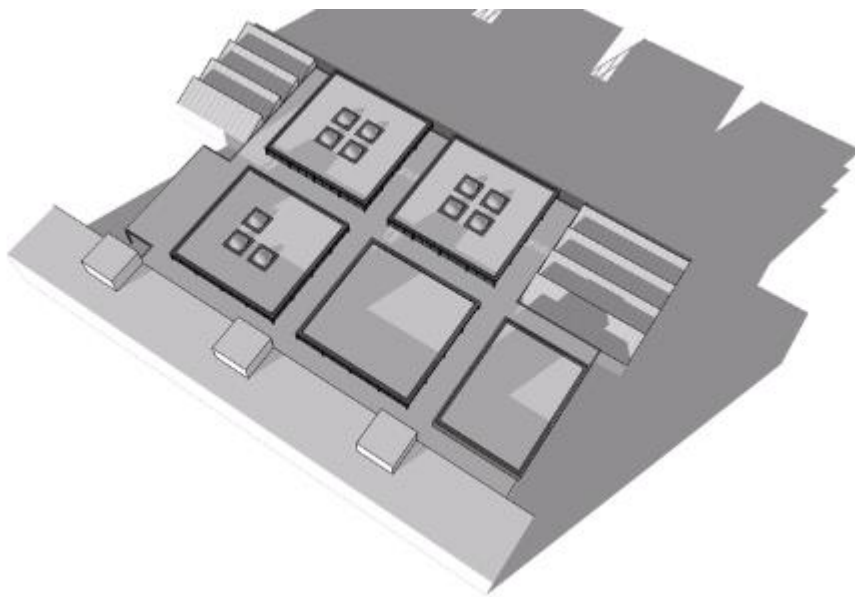


Fig. 14: Exposició solar a l'hivern (Desembre) a les 17:00h.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

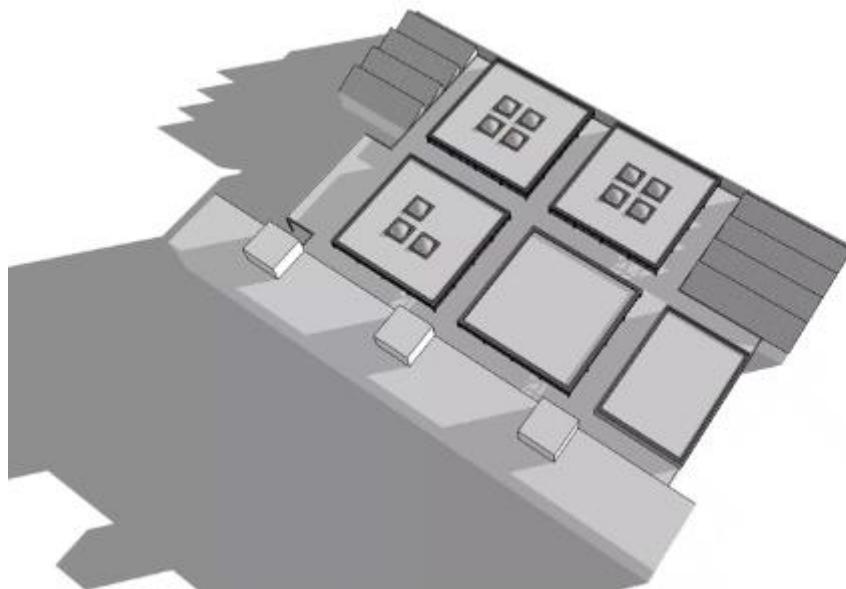


Fig. 15: Exposició solar a l'estiu (Juny) a les 8:00h del matí.

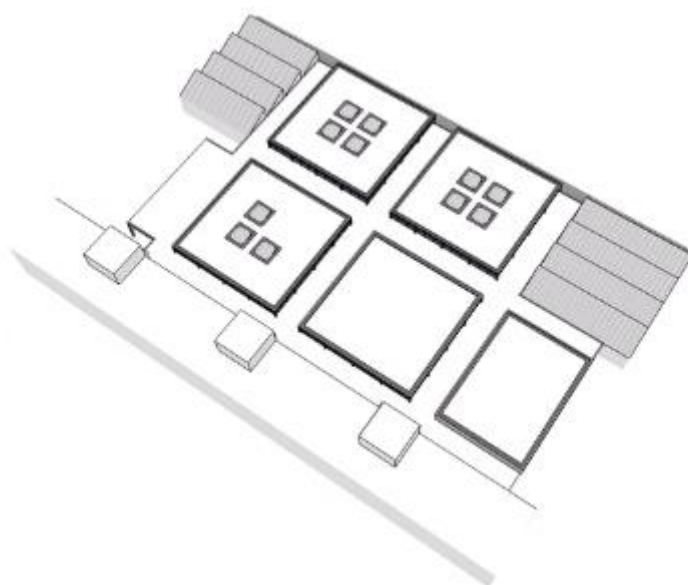


Fig. 16: Exposició solar a l'estiu (Juny) a les 12:00h.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

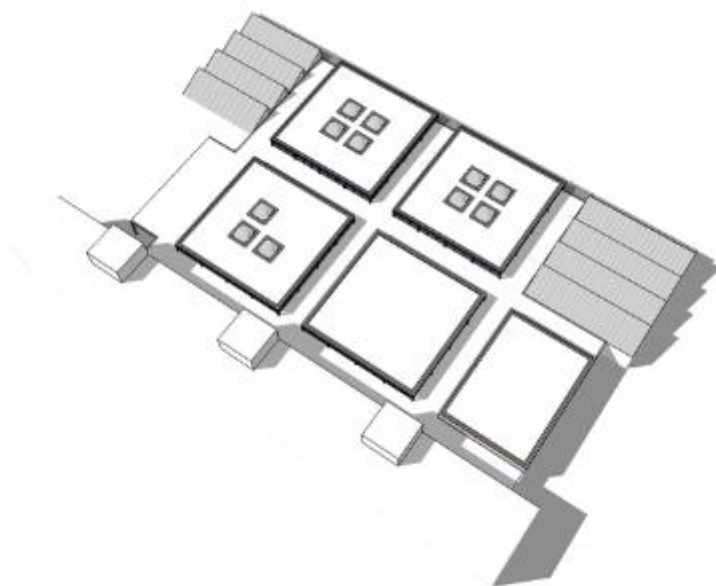


Fig. 17: Exposició solar a l'estiu (Juny) a les 17:00h.

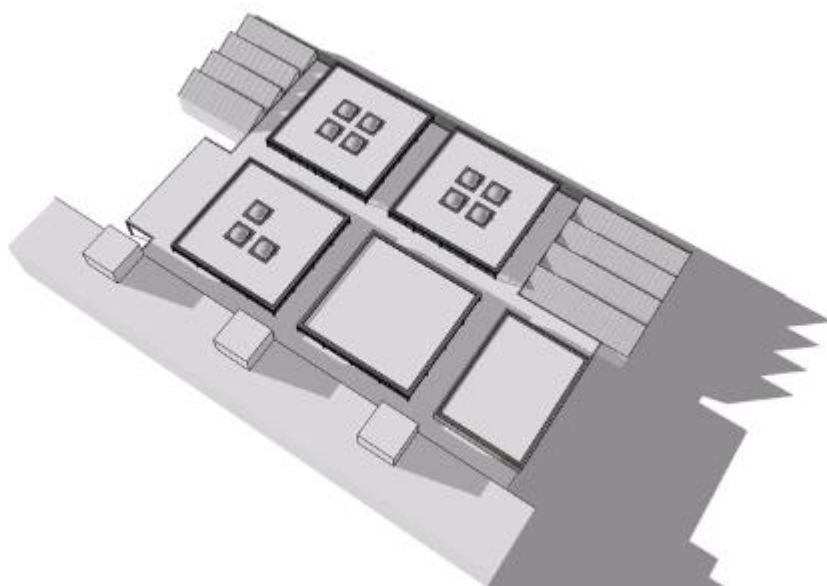


Fig. 18: Exposició solar a l'estiu (Juny) a les 20:00h.

Respecte a les imatges corresponents a l'hivern, es pot observar que existeixen àrees ombrejades que afecten a la zona 2, principalment al passadís que es troba ubicat a la part més sud de l'edifici, degut a la construcció contigua de més alçada que la zona

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

d'estudi (s'han considerat 4m més, aproximadament). Aquest passadís rep ombra durant totes les hores del dia per al més de desembre. Aquest factor s'haurà de tenir en compte a l'hora de escollir la vegetació a instaurar a la zona.

Respecte a les figures corresponents al mes de juny, es pot observar, com es podia preveure, que les ombres són més curtes i les hores de llum majors. El passadís sud, encara es veu afectat per les ombres, però en menor mesura, deixant que arribi la llum solar durant algunes hores del dia.

Considerant els punts anteriors es pot concloure que a la zona 1, la vegetació escollida haurà d'estar adaptada a l'exposició solar continuada tan a l'estiu com a l'hivern, mentre que a la zona 2, s'ha de considerar que, segons l'època de l'any, la lluminositat pot ser molt variable, amb molta zona ombrejada durant l'hivern i molta lluminositat a l'estiu.

S'ha realitzat un vídeo on es poden observar aquestes variacions de la superfície ombrejada durant les hores del dia per a ambdues estacions. A continuació es mostra un codi Qr (Fig. 19) que pot ser escanejat amb el mòbil o tauleta per poder visualitzar-lo.



Fig. 19: Codi per a la visualització del vídeo d'exposició solar.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. SUBSTRAT

El substrat de les cobertes verdes és l'element de més influència en el pes de la coberta. Per tant, el tipus de substrat a utilitzar dependrà del pes que pugui suportar l'estructura. En qualsevol cas, els seus components han de ser el més lleugers possible. Alguns dels components més utilitzats són: argila expandida, roca volcànica, sorra, material reciclat de maons d'argila o altres materials de construcció, etc. (Minke, 2004).

En cobertes extensives la profunditat de substrat és molt reduïda (10-15cm), el que limita el tipus de vegetació que es pot implantar i el desenvolupament posterior que tindrà.

3. QUALITAT DE L'AIGUA DE REG

L'aigua que s'utilitzarà per al reg és la proporcionada pel Servei d'Aigües de Girona, Salt i Sarrià de Ter. Els paràmetres de qualitat que principalment afecten a la vegetació i les instal·lacions de reg de la coberta, són el pH, la conductivitat i la duresa. A la Taula 2 es mostren els resultats de les determinacions obtingudes al laboratori.

Taula 2: Paràmetres de qualitat de l'aigua.

Paràmetre	Valor
pH	7,85
Conductivitat (dS/m)	$4,4 \cdot 10^{-9}$
Duresa (ppm CaCO ₃)	178,5

El pH de l'aigua és neutre-bàsic, el que beneficiarà a les plantes que s'hi implantaran, ja que són plantes autòctones que prefereixen els sòls lleugerament alcalins als àcids.

La conductivitat és molt reduïda. Com es pot veure a la Taula 3 la conductivitat de l'aigua de reg amb una salinitat mitjana es troba entre 0,75 i 2,25 dS/m .Per tant no provocarà problemes a les plantes ni al sistema de reg.

Taula 3: Salinitat de diferents tipus d'aigües. (Vilardell, 2018)

Aigua	Conductivitat (CE en dS/m a 25°)
Pluja	0,15
Mitjana dels rius	0,2-0,4
Mediterrani	63
De reg (salinitat mitjana)	0,75-2,25

Pel que fa a la duresa, a la Taula 4 es mostren els nivells de duresa segons el contingut en CaCO₃. Com es pot observar es tracta d'una aigua molt tova al estar per

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

sota dels 700 ppm de CaCO₃. Per tant no provocarà obturacions a la instal·lació de reg.

Taula 4: Escala de duresa de l'aigua de reg. (Vilardell, 2018)

Tipus d'aigua	mg CaCO ₃ / l
Molt tova	<700
Tova	700-1400
Semi tova	1400-2200
Semi dura	2200-3200
Dura	3200-5400
Molt dura	>5400

ANNEX 3. ANÀLISI D'ALTERNATIVES

1. INTRODUCCIÓ

En el present annex s'estudiaran les diferents alternatives que es poden adoptar per a cada capa de la coberta, tant de la zona 1 com de la zona 2.

Els elements que formen la zona 1 es mostren a la figura 1 de l'annex 1. A continuació s'enumeren els elements a avaluar a la zona 2:

- Làmina impermeabilitzant.
- Protecció del impermeabilitzant.
- Paviment.
- Claraboies.
- Vegetació.
- Mobiliari urbà.
- Sistema anti-caigudes.

A continuació es presenten, s'avaluen i escullen les diferents opcions per a cada element de la coberta.

Per explicar el funcionament del sistema d'avaluació es prendrà com a exemple el primer element avaluat (Taula 5). El sistema es basa en ponderar les característiques de l'element (segona fila de la taula 1) per tal de donar més o menys importància a cada característica, i posteriorment puntuar les característiques de cada opció (files 3 i 4 de la taula 1). Multiplicant els valors de la fila 3 i 4, amb els de la 2, s'obtenen les dades de les files 5 i 6, corresponents als valors reals de cada característica i opció. Sumant els valors reals s'obté el valor total per a cada opció, representats a la última columna. Aquestes són les puntuacions que es tindran en compte per a l'elecció, escollint aquelles opcions amb nombre més alt.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. ALTERNATIVES DE LA ZONA 1

A continuació s'avaluaran i escolliran les alternatives per a cada capa de la coberta.

2.1 Làmina impermeabilitzant

Els impermeabilitzants compleixen la funció d'aïllar de l'aigua i la humitat l'estructura de la coberta. Aquesta capa ha de ser resistent a l'acció de les arrels, o bé estar protegida per una làmina anti-arrels específica.

L'impermeabilitzant que actualment s'hi troba a la coberta no compta amb la protecció anti-arrels necessària, per tant caldrà avaluar quina és l'actuació més adequada.

S'avaluen dues opcions per a aquesta capa:

2.1.1 Opció 1

Es tracta de substituir tot l'impermeabilitzant per un amb les característiques adequades com pot ser un sistema bicapa format per:

- Una imprimació bituminosa de base aquosa. Correspon al número 2 de la Fig. 20.
- Una primera làmina impermeabilitzant bituminosa amb armadura de fibra de vidre i terminació amb film plàstic (número 3 de la Fig. 20).
- Una segona làmina impermeabilitzant bituminosa, anti-arrels, amb armadura de feltre de polièster i terminació amb grànul de pissarra. Correspon al número 4 de la Fig. 20; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

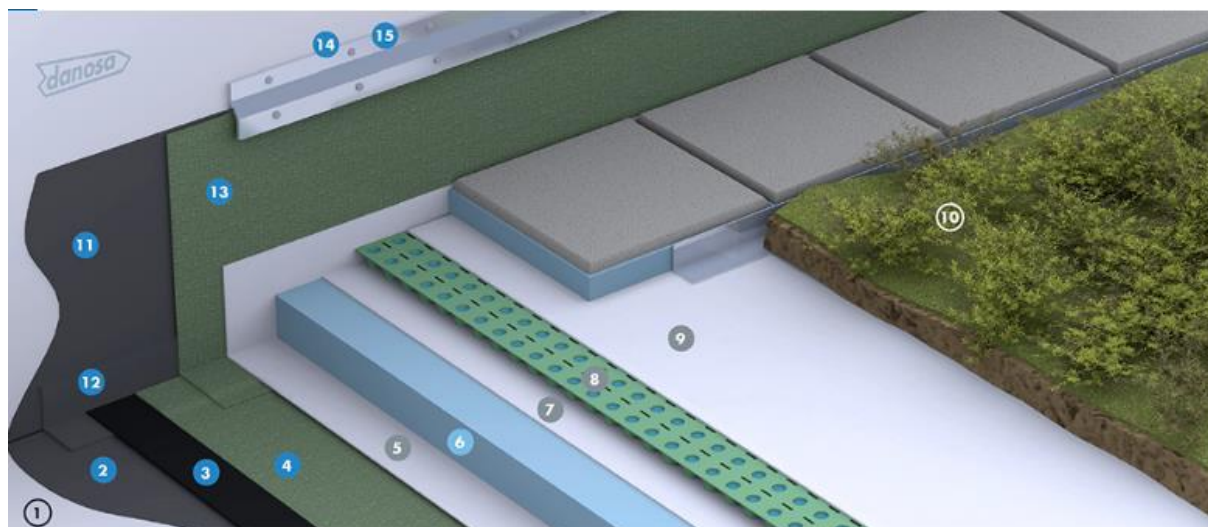


Fig. 20: Capes impermeabilitzants de la opció 2. (Danosa, s.d.)

2.1.2 Opció 2

Aquesta opció es basa en no substituir l'impermeabilitzant, sinó en afegir-hi una làmina bituminosa modificada anti-arrels amb les característiques fisico-químiques compatibles amb l'impermeabilitzant actual per permetre una bona adherència entre les dues capes.

2.1.3 Avaluació

A la Taula 5 es mostra l'avaluació de les opcions per a la impermeabilització, amb els valors totals de cadascuna. Per a avaluar les alternatives s'ha analitzat el preu i la rapidesa en l'execució.

Taula 5: Avaluació de les alternatives referents a la impermeabilització.

Característiques	Preu	Execució	Total
Ponderació	8	10	
Puntuació de la opció 1	2	1	
Puntuació de la opció 2	9	10	
Valor total de la opció 1	16	10	26
Valor total de la opció 2	72	100	172

2.1.4 Elecció

Si es comparen els resultats obtinguts a la Taula 5, es pot observar que l'opció 2 (afegir una làmina anti-arrels) és la que més puntuació ha obtingut segons els paràmetres establerts, per tant és aquesta la que s'escull per a aquesta zona.

2.2 Protecció de la impermeabilització

Aquesta capa es basa en una manta de feltre col·locada sobre l'impermeabilitzant. Compleix una funció de protecció contra el punxonament de la làmina i d'absorció d'aigua.

La manta de feltre (Fig. 21) absorbeix aigua, actuant com a magatzem d'humitat per a les plantes de la superfície. Aquesta humitat s'allibera lentament sense asfixiar les arrels. Aquesta solució, és sobretot interessant per a cobertes inclinades, que tendeixen a drenar fàcilment molta aigua sense permetre un contacte suficientment prolongat amb les plantes. Tanmateix, té funció protectora, tant contra cops durant el procés de instal·lació de la coberta, com a llarg termini, separant la capa impermeabilitzant de les graves i del substrat que poden provocar la seva ruptura, el que la fa interessant per a cobertes planes també.

Aquestes mantas, solen ser utilitzades per a repartir homogèniament l'aigua de reg en els cultius de viviers, però també poden estar fabricades especialment per a cobertes verdes.



Fig. 21: Manta de protecció. (Suministros Monte, s.d.)

L'avaluació d'aquesta capa es basarà en decidir, de les opcions que hi ha al mercat, quina s'adapta millor al projecte.

Actualment existeixen 4 mantes de protecció diferents (manta A, manta B, manta C i manta D).

2.2.1 Manta A

Es distribueix en rotllos de 2x50m (Fig. 22). Es tracta d'una manta de reg composta per una malla de polipropilè i fibres acríliques que pot arribar a absorbir 6 vegades el seu pes. Té l'avantatge de presentar un color marronós natural que es pot confondre amb el medi en cas de que una part quedi a la vista, a diferència de la resta, que solen tenir colors grisos amb restes de teixits de diferents colors.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 22: Manta protectora A (myc-5, 2017).

2.2.2 Manta B

S'ofereix bobines de 2,1x60m. Aquesta manta està fabricada a partir de tèxtils reciclats i posseeix addicionalment una malla de polipropilè per donar-li resistència (Fig. 21), igual que en el cas anterior. El desavantatge respecte a la manta A, a més de l'aspecte estètic, és que el preu és major.

2.2.3 Manta C

Aquesta es distribueix com a manta de reg per a viviers (Fig. 23). Pel que fa al format també s'ofereix en rotllos de 2x50m i està formada per un teixit de polipropilè i fibres acríliques com en el cas A. També té capacitat per absorbir fins 6 cops el seu pes en aigua, però estèticament és semblant a l'anterior.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 23: Manta de reg C (Projar, s.d.)

2.2.4 Manta D

Existeix una altra opció, que és la d'una manta protectora i absorbent específica per a cobertes verdes (Fig. 24), és a dir que està millor preparada per a la protecció de la impermeabilització en el cas de cobertes verdes. És més gruixuda que la primera i està fabricada amb fibres sintètiques. Es distribueix en rotllos de la mateixa mida. La seva puntuació es pot trobar a la Taula 6.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 24: Manta de protecció per a cobertes verdes de Projar. (Projar, s.d.)

2.2.5 Avaluació

A la Taula 6 es mostren els valors donats a les alternatives de la capa de protecció de l'impermeabilitzant.

L'estètica de la manta no és un element molt important, ja que no afecta a les característiques tècniques de la coberta. La part visible d'aquesta es troba a les vores de la coberta, punt on es fixa la manta i la impermeabilització (plànol 9). La majoria de cobertes utilitzen la manta tradicional gris.

L'adaptació a la coberta és un paràmetre que només s'ha tingut en compte perquè una de les mantas presenta aquesta característica. Comercialment es justifica que està fabricada amb l'objectiu de protegir contra les accions que es poden dur a terme concretament en cobertes verdes, pel que presenta un gruix i una resistència majors que la resta. Aquesta característica pot ser d'utilitat per augmentar el temps de vida útil de la instal·lació, però en la majoria dels casos s'utilitza una manta de feltre corrent, per tant tampoc és completament necessari i només es justificaria si econòmicament és rentable.

Per tant, al factor que més importància se li ha donat és al preu, ja que aquest és el que realment té més influència a l'hora d'escollir la manta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 6: Avaluació de les alternatives referents a la capa de protecció de l'impermeabilitzant.

Característiques	Preu	Estètica	Adaptació a cobertes	Total
Ponderació	10	1	5	
Puntuació de la manta A	10	8	8	
Puntuació de la manta B	8	10	8	
Puntuació de la manta C	7	10	8	
Puntuació de la manta D	5	10	10	
Valor total de la manta A	100	8	40	148
Valor total de la manta B	80	10	40	130
Valor total de la manta C	70	10	40	120
Valor total de la manta D	50	10	50	110

2.2.6 Elecció

Segons les característiques anomenades anteriorment de la protecció de la impermeabilització, es decideix que la millor opció és la manta A, ja que, com es pot veure a la Taula 6, obté la major puntuació segons els paràmetres establerts. Aquesta es col·locarà a les dues zones del projecte.

2.3 Capa drenant

La capa drenant d'una coberta té la funció de drenar l'excés d'aigua per evitar l'estancament d'aquesta sota el substrat (en el cas de la zona 1), el que produiria asfíxia radicular. A més, en cobertes inclinades, normalment els materials utilitzats compleixen la funció de retenir el substrat i la vegetació per evitar el seu lliscament pendent a baix.

A continuació s'exposen les dues opcions per a aquesta capa.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.3.1 Placa de polietilè

Són plaques perforades de polietilè que presenten una forma que recorda a la d'una ouera, formats per concavitats i convexitats amb perforacions (Fig. 25). Aquesta textura, afavoreix el drenatge de l'aigua mantenint el substrat allunyat de la coberta (Fig. 26). El sistema és comparable amb la base d'un test de jardineria, que presenta convexitats per mantenir la base perforada del recipient allunyada del sòl, permetent l'evacuació de l'aigua (Fig. 27).



Fig. 25: Exemple de placa drenant de polietilè. (Projar, s.d.)

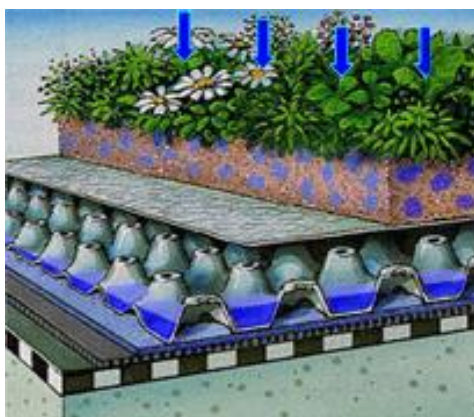


Fig. 26: Funcionament del drenatge (Zinco, s.d)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 27: Test amb drenatge. (Limonero.me, 2018)

2.3.2 Capa de grava

Una altra opció és la col·locació d'una capa de grava sota el substrat (Minke, 2004). Aquesta permet un ràpid drenatge de l'aigua d'una forma simple i poc costosa. L'inconvenient principal és el seu pes, de manera que aquesta opció no és sempre aplicable, tot depèn de la capacitat de l'estructura per suportar la càrrega que suposa (Fig. 28).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

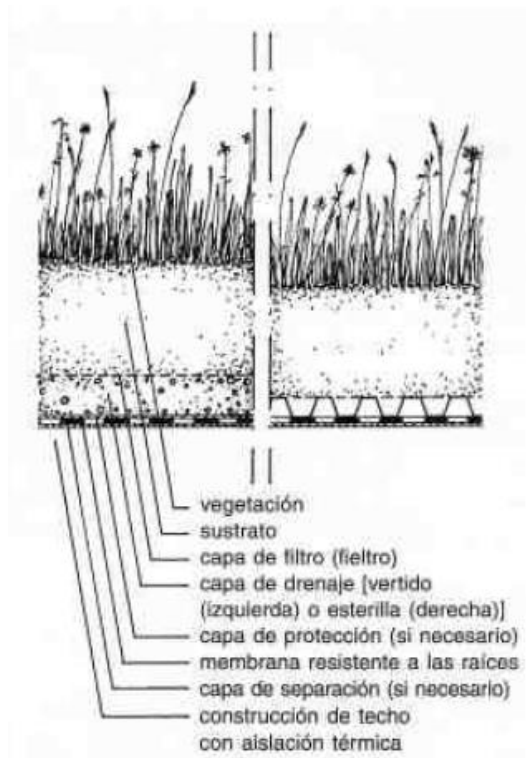


Fig. 28: Coberta enjardinada de drenatge amb graves (esq.) i amb placa de PE (dta.) (Minke, 2004).

A la Taula 7 es mostren les puntuacions obtingudes per a cada característica avaluada, en aquest cas, el reciclatge dels materials que permet l'opció, i el cost.

Taula 7: Avaluació de les alternatives referents al sistema de drenatge.

Característiques	Reciclatge	Cost	Total
Ponderació	5	5	
Puntuació de la placa de polietilè	0	5	
Puntuació de la grava	10	10	
Valor total de la placa de polietilè	0	25	25
Valor total de la grava	50	50	100

2.3.3 Elecció

Com que la coberta pot suportar-ne el pes i, amb la finalitat de reciclar material i estalviar recursos, es reutilitzarà la grava que s'hi troba actualment sobre la coberta a la zona 1, ja que és la opció que ha obtingut major puntuació, tal i com es pot observar a la Taula 7.

2.4 Geotèxtil

Aquesta capa té la funció de separar el substrat del drenatge¹, i així retenir les partícules fines de substrat que poden ser transportades amb l'aigua de reg o pluja, el que provocaria pèrdua de substrat i nutrients.

Es poden trobar 2 tipus de geotèxtils aplicables a aquest cas: Geotèxtil A i Geotèxtil B.

2.4.1 Geotèxtil A

Es tracta d'un geotèxtil senzill de polièster amb capacitat filtrant elevada, però de resistència mecànica moderada.

2.4.2 Geotèxtil B

Aquest és un material fabricat especialment per a cobertes verdes. També és de polièster, però que aporten capacitat filtrant i resistència mecànica, química i biològica extres. La seva durabilitat és major i permet estalviar costos a llarg termini.

2.4.3 Avaluació

A la Taula 8 s'exposen les característiques que s'han avaluat d'aquest material i les seves respectives puntuacions.

¹ En aquest cas, al tenir grava com a drenatge, el geotèxtil es col·locarà sota la grava, ja que les plantes arrelaran a la grava perforant el geotèxtil, el que provocaria que perdés capacitat per desenvolupar la seva funció.

Taula 8: Avaluació de les alternatives referents a l'àlmina filtrant.

Característiques	Preu	Resistència	Filtració	Total
Ponderació	7	10	10	
Puntuació del geotèxtil A	10	5	5	
Puntuació del geotèxtil B	7	10	10	
Valor total del geotèxtil A	70	50	50	170
Valor total del geotèxtil B	49	100	100	249

2.4.4 Elecció

Segons es pot observar a la Taula 8, el geotèxtil amb major puntuació és el B, per tant serà l'utilitzat en el projecte.

2.5 Substrat

El substrat és l'element de suport i nutrició de la vegetació. Per a cobertes extensives amb suculentas, silvestres o gramínies, el substrat no ha de contenir molta quantitat de matèria orgànica ni ser massa argilós. No ha de contenir més del 20% en argila i llim. S'ha d'empobrir la terra amb material mineral lleuger de granulometria 0-16mm (entre 25% i 75% vol.). Alguns dels materials utilitzats amb aquesta finalitat són: l'argila expandida, sorra volcànica, material reciclat de maons, pissarra expandida, etc. (Minke, 2004)

La matèria orgànica ha de ser reduïda, ja que, un contingut elevat en nitrogen pot comportar un desenvolupament vegetatiu excessiu, derivant en ajagut de les plantes i major manteniment mitjançant dalls, retirada de l'excés de vegetació, etc. (Minke, 2004).

A les cobertes intensives, en canvi, la quantitat de matèria orgànica ha de ser major, al tractar-se de vegetació amb majors requeriments nutricionals.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

S'hi poden trobar diverses formulacions de substrats per a cobertes verdes extensives, aquí se n'avaluen 3: Substrat A, Substrat B i Substrat C.

2.5.1 Substrat A

Està formulat majoritàriament a partir de sorra volcànica de granulometria 0-6 mm (>80% pes) i un petit percentatge de fracció orgànica vegetal que allibera lentament els nutrients necessaris. A més, aquest substrat compta amb un adobat de fons (NPK + Mg), per facilitar l'arrelament del cultiu en les seves primeres fases. El pes del substrat saturat d'aigua és de 1696 kg/m³. (Burés professional, 2017).

2.5.2 Substrat B

Aquest està format per una part mineral compostat de ceràmica triturada i altres materials reciclats i una part orgànica obtinguda de la barreja de compost vegetal i torba rossa (Fig. 29). No conté adob de fons. El seu pes saturat d'aigua és de 1400 kg/m³ (Zinco, s.d.).



Fig. 29: Substrat B (Zinco, s.d.)

2.5.3 Substrat C

Es tracta d'un substrat sintètic no granular, es a dir que no es compona de partícules individuals sinó d'una estructura uniforme absorbent (Fig. 30 i Fig. 31). Pot estar format per diferents materials com ho son la llana de roca o l'escuma de poliuretà. El principal avantatge d'aquest respecte als anteriors és la seva lleugeresa i la capacitat per actuar

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

com a aïllant acústic i tèrmic. L'inconvenient és que la vegetació s'ha d'implantar amb tepe, ja que, en primer lloc, no es pot foradar el substrat per trasplantar les plantes provinents de contenidor i, en segon lloc, es tracta d'un material sensible a la radiació solar i a altres factors climàtics, per la qual cosa sistemes d'implantació diferents del tepe deixarien exposat part del material.

Un altre inconvenient és la nutrició de les plantes, ja que des de el primer moment s'haurà d'abonar per fertirrigació, mentre que els altres substrats contenen matèria orgànica que fertilitza el substrat.

El pes saturat d'aigua és de 64 kg/m² considerant un gruix de 6 cm. (Tectonica-online, s.d.).

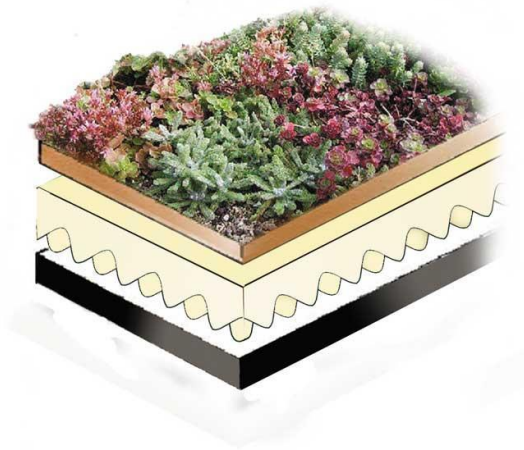


Fig. 30: Estructura amb substrat sintètic no granular i vegetació amb tepe. (Tectonica-online, s.d.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

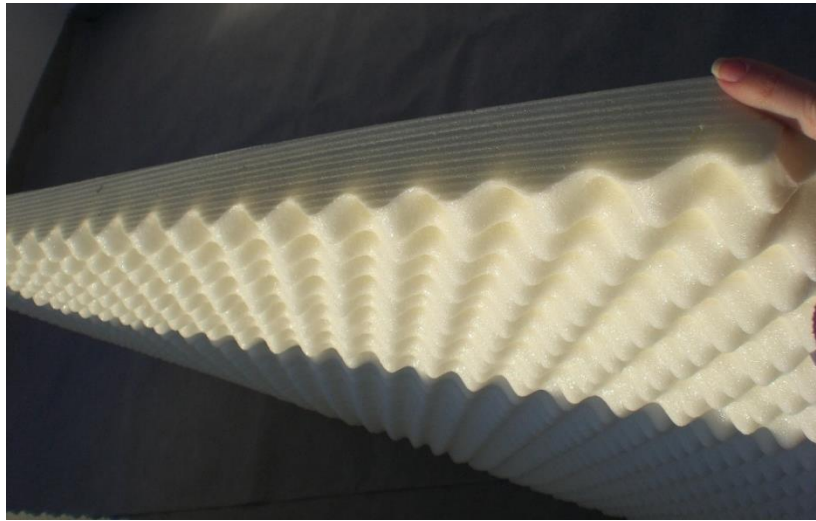


Fig. 31: Substrat d'escuma de poliuretà (Alicante Forestal, 2015)

2.5.4 Avaluació

A la Taula 9 es mostren els valors totals de l'avaluació d'aquest material.

Com es pot veure s'ha donat més valor al compliment dels condicionants del promotor, ja que no es pot escollir un substrat que ho incompleixi, en aquest cas a les condicions referents al format de la vegetació en el moment de la implantació (aquesta informació es pot trobar a l'apartat 2.3 de la memòria. També s'avalua la fertilitat, ja que és un factor determinant en l'èxit de la implantació. La característica amb menys importància és el pes, ja que la coberta on es projecta la instal·lació té capacitat suficient per suportar la càrrega de qualsevol dels substrats. La resta de característiques (pH, conductivitat, etc.) són molt semblants en tots els casos i vàlides per a la vegetació que s'hi col·locarà.

Taula 9: Avaluació de les alternatives referents al substrat.

Característica	Compliment dels condicionants del promotor	Fertilitat	Preu	Pes saturat d'aigua	Total
Ponderació	10	8	7	5	
Puntuació del substrat A	10	10	8	4	
Puntuació del substrat B	10	7	7	7	
Puntuació del substrat C	0	2	10	10	
Valor total del substrat A	100	80	56	20	256
Valor total del substrat B	100	56	49	35	240
Valor total del substrat C	0	16	70	50	136

2.5.5 Elecció

La major puntuació l'ha adquirida el substrat A, per tant serà l'utilitzat en el projecte.

2.6 Vegetació

Les plantes que s'hagin d'utilitzar han de ser particularment resistents per poder desenvolupar-se amb les condicions extremes de les ubicacions on seran implantades, i han de poder regenerar-se fàcilment. Aquestes plantes seran preferentment autòctones de la zona o que estiguin completament integrades en aquest clima. L'objectiu final d'aquestes cobertes és establir una població duradora i que acabi funcionant de forma autònoma i sostenible (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Les àrees de vegetació consten principalment de plantes suculentes, plantes herbàcies perennes i cespitoses (Zinco, s.d).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.6.1 Proposta 1

Es basa en la plantació d'una barreja de 7 espècies diferents de plantes suculentas. Aquestes es mostren a la Taula 10 amb el percentatge que representen del total de plantes de la coberta i altres característiques com l'època de floració, l'alçada, l'exposició solar o els requeriments edàfics.

L'avantatge d'utilitzar aquest tipus de plantes és que requereixen molt poc manteniment i poques exigències durant tot l'any.

Annex 3. Anàlisi d'alternatives

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 10: Espècies de la proposta 1.

Nom científic	Floració	Alçada (cm)	Percentatge	Necessitats hídriques	Tipus de fulla	Exposició solar	Resistència a les seques	Resistència a les gelades	Origen	Poda o retall	Tolerància a la calç	Tipus de sòl	pH
<i>Sedum album</i>	Primavera - estiu	5-25	20	Molt baixes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferent, però prefereix calcàris, poc profunds, pobres i amb drenatge	Sense tendència limitant
<i>Frankenia laevis</i>	Primavera	3-8	15	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Tolera els sòls salins i pedregosos.	Sense tendència limitant
<i>Delosperma lineare</i>	estiu	5-10	10	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferent entre sòls calcàris i silícics. Requereix sòls ben drenats i pobres en M.O.	Sense tendència limitant
<i>Sedum acre</i>	Primavera-estiu	5-15	15	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge.	Sense tendència limitant
<i>Sedum dasyphyllum</i>	estiu	15	10	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.	Sense tendència limitant
<i>Sedum takesimense</i>	estiu	15-30	10	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics	Sense tendència limitant
<i>Sedum sediforme</i>	Primavera - estiu	30	20	Molt baixes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge.	Sense tendència limitant
												Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.6.2 Proposta 2

En aquesta opció només es proposa implantar vivaces. També tenen uns baixos manteniment i requeriments, però necessitaran més aigua que les suculentas. L'avantatge és que s'obté una coberta més frondosa i vistosa, amb una floració més abundant i persistent en el temps. A la Taula 11 es troben les espècies corresponents a aquesta proposta i les seves característiques.

Annex 3. Anàlisi d'alternatives

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 11: Espècies de la proposta 2

Nom científic	Floració	Alçada (cm)	Percentatge	Necessitats hídriques	Tipus de fulla	Exposició solar	Resistència a les sequeres	Resistència a les gelades	Origen	Poda o retall	Tolerància a la calç	Tipus de sòl	pH
<i>Helichrysum argyrophyllum</i>	Estiu	10	10	Mitjanes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Alòctona	Podes puntuals retrassa l'envalliment	Resistent	Indiferent entre calcàri o silícic. Tolera sòls pobres. Preferència de sòls drenants i pedregosos o sorrencs.	Sense tendència limitant
<i>Dianthus hematocalyx</i>	Estiu	15 - 20	20	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Alòctona	-	Resistent	Sòls drenants, neutres o alcalins, adaptada a sòls pedregosos. Tolera els argilosos. Se adapta a los terrenos rocosos o pedregosos. Tolera también los suelos arcillosos.	Tendència alcalina o neutra
<i>Artemisa predomontana</i>	Primavera-estiu	5 - 10	20	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòctona	No requereix	Resistent	Terrenys calcàris, molt pedregosos, sòls pobres, bon drenatge.4	Alcalí
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Primavera-estiu	15 - 30	15	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòctona	No requereix	Resistent	Tot tipus. Preferència per sòls calcàris i drenants. Tolera sòls pobres.	Alcalí
<i>Catananche caerulea</i>	estiu	30	15	Baixes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Autòctona	No requereix	Resistent	Preferència sòls calcàris i relativament fèrtils	Sense tendència limitant
<i>Helianthemum nummularium</i>	Primavera-tardor	30	10	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòctona	Admet poda lleugera	Resistent	Indiferència entre calcàri o silícic. Preferència sòls drenants i pedregosos. Tolera sòls pobres.	Sense tendència limitant
<i>Festuca glauca</i>	Primavera-tardor	15 - 25	10	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòctona	Admet poda forta	Resistent	Indiferent entre calcàri o silícic. Té uns requeriments mínims en nutrients	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.6.3 Proposta 3

Aquesta proposta es basa en implantar una barreja de suculentes i herbàcies perennes, de manera que les crasses compleixin una funció d'entapissar la coberta en forma de subplantació, mentre que les vivaces, donaran tocs de color i canvis de textura i volum. Les espècies utilitzades es mostren a la Taula 12.

Amb aquesta proposta es pretén proporcionar un ecosistema més variat amb l'objectiu de donar refugi a diferent tipus de fauna durant tot l'any, a més d'aportar un punt estètic a l'edifici.

Annex 3. Anàlisi d'alternatives

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 12: Espècies de la proposta 3.

Nom científic	Època floració	Alçada (cm)	Percentatge	Necessitats hídriques	Tipus de fulla	Exposició solar	Resistència a les sequeres	Resistència a les gelades	Origen	Poda o retall	Tolerància a la calç	Tipus de sòl	pH
Vivaces													
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Primavera-estiu	15-30	5	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	-	Resistent	Viu en tot tipus de sòls. Prefereix els calcàris, drenants i suporta els pobres.	Tendència alcalina
<i>Globularia alypum</i>	Hivern-primavera	40-60	15	Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton		Resistent	Prefereix sòls calcàris i ben drenats. Tolera sòls argilosos.	Tendència alcalina
<i>Thymus vulgaris</i>	Primavera	10-40	15	Molt Baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	Convenient pinçar	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics. Tolera sòls pobres i argilosos amb bon drenatge. Prefereix sòls rocallosos.	Sense tendència limitant
Suculentas													
<i>Sedum sediforme</i>	Primavera - estiu	20	15	Molt baixes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge. Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.	Sense tendència limitant
<i>Sedum acre</i>	Primavera-estiu	5-15	20	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge. Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.	Sense tendència limitant
<i>Sedum dasyphyllum</i>	estiu	15	10	Molt baixes	Perenne	Sol	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferent, però prefereix calcàris, poc profunds i amb drenatge	Sense tendència limitant
<i>Sedum album</i>	Primavera-estiu	5-25	20	Molt baixes	Perenne	Sol, mitja ombra	Resistent	Resistent	Autòcton	No necessari	Resistent	Indiferent, però prefereix calcàris, poc profunds, pobres i amb drenatge	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.6.4 Avaluació

A la Taula 13 es mostren les puntuacions obtingudes per a cada proposta segons les seves característiques.

Taula 13: Avaluació de les alternatives referents a la vegetació de la zona 1.

Característica	Resistència contra incendis	Estètica	Pes	Total
Ponderació	8	10	7	
Puntuació de la proposta 1	10	8	10	
Puntuació de la proposta 2	2	8	5	
Puntuació de la proposta 3	9	10	9	
Valor total de la proposta 1	80	80	70	230
Valor total de la proposta 2	16	80	35	131
Valor total de la proposta 3	72	100	63	235

2.6.5 Elecció

En el present projecte s'utilitzaran les espècies seleccionades a la proposta 3, ja que ha obtingut una puntuació major a l'avaluació. Aquestes permetran obtenir una coberta vegetal variada i més estètica, amb floració durant pràcticament tot l'any.

2.7 Reg

2.7.1 Sistema de reg

Els sistemes de reg que es poden utilitzar són diversos:

- Aspersió
- Microaspersió
- Degoteig
- Exsudació

Els sistemes d'aspersió (tradicional i microaspersió) no són els més adients per a les cobertes verdes, ja que el vent pot provocar deriva de l'aigua, de manera que bona part d'aquesta surti de la coberta, el que provoca que els regs siguin deficientes i que pugui produir molèsties a la gent que passa pel costat de l'edifici. A més, l'impacte de les gotes pot provocar erosió de la fina capa de substrat.

Actualment el reg per exsudació és més car que per degoteig, i en aquest cas qualsevol dels dos compliria la seva funció, per tant normalment s'opta pel reg per degoteig en cobertes verdes.

2.7.2 Tipus de degoters

Es poden utilitzar tubs enterrats o en superfície. Els tubs enterrats milloren l'estètica de la coberta des de el primer moment, es a dir, quan les plantes no tenen el desenvolupament necessari per a cobrir els tubs. A més permeten el dall de les plantes. El principal desavantatge és que el seu manteniment és més complicat i costos.

En canvi, els tubs en superfície, si bé, no són tan estètics des de el primer moment, és més senzill instal·lar-los, reparar-los, substituir-los i netejar-los. A més, la seva instal·lació és menys costosa i un cop les plantes han crescut els tubs queden coberts.

2.7.3 Elecció

Donats els punts anteriors s'escull el reg per degoteig com a sistema més adient per al cas projectat. Aquest, pels avantatges descrits a l'avaluació de l'alternativa, serà superficial.

2.8 Malla antierosió

Aquesta malla pot estar composta per fibra de coco o altres fibres naturals com el jute o l'espart. Són totalment biodegradables, i la seva funció principal és protegir de l'erosió el substrat fins que la vegetació tingui la capacitat per realitzar aquesta funció un cop hagi arribat als nivells de desenvolupament adients.

Aquesta capa és totalment necessària en cobertes inclinades, on l'erosió pot arribar a causar danys importants, sobretot en zones plujoses. En cobertes planes, no és necessari col·locar-la, per tant, en aquest projecte es prescindirà d'aquesta capa.

2.9 Perfils delimitadors

Es tracta de perfils en forma de L que s'utilitzen per separar físicament les zones de protecció sense vegetació, de les que tenen vegetació (Fig. 32 i Fig. 33). Aquests poden ser de plàstic o metàl·lics i tenen perforacions per permetre el pas de l'aigua d'un costat a l'altre. En cobertes verticals és necessari ancorar-los a la mateixa coberta, en aquest cas no ho és, ja que el propi pes del substrat els mantindrà al seu lloc.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

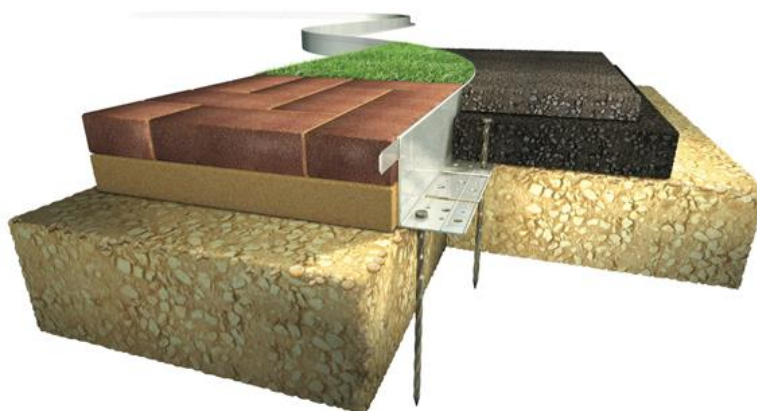


Fig. 32: Perfil metàl·lic en L. (ATPerfiles, 2017)



Fig. 33: Exemple d'aplicació en coberta verda. (SuD Sostenible, 2014)

2.9.1 Perfils metàl·lics

Els metàl·lics, a més de ser més estètics, tenen una vida útil major i són més rentables a llarg termini.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.9.2 Perfils plàstics

Els perfils de plàstic són més econòmics, però la seva vida útil és menor i, per tant, han de ser reemplaçats més sovint, implicant haver de moure les capes superiors de la coberta.

2.9.3 Avaluació

L'avaluació desglossada d'aquest material es mostra a la Taula 14.

Taula 14: Avaluació de les alternatives referents als perfils delimitadors.

Característica	Estètica	Durabilitat	Preu	Total
Ponderació	7	10	8	
Puntuació dels perfils metàl·lics	10	10	5	
Puntuació dels perfils plàstics	5	5	10	
Valor total dels perfils metàl·lics	70	100	40	210
Valor total dels perfils plàstics	35	50	80	165

2.9.4 Elecció

Els perfils delimitadors metàl·lics han sigut els que més puntuació han obtingut a l'avaluació, fet que comporta la seva elecció per aquest projecte.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.10 Sistemes de seguretat

Al llarg d'aquest apartat es valoraran els diferents sistemes de seguretat que es poden instal·lar per tal de permetre que el manteniment de la coberta es pugui realitzar sense risc de caiguda. Els sistemes que existeixen són diversos i s'expliquen a continuació.

2.10.1 Sistema A

Es basa en un rail d'acer sobre la superfície de la coberta, al qual s'hi troben subjectats diferents punts d'amarratge que circulen amb facilitat sobre el rail quan l'operari es mou (Fig. 34).

No és necessari canviar de punt d'amarratge ja que es tracta d'un rail continu que recorre tot el perímetre de la coberta (a 2 m de la vora). La base sobre la que es troba el rail metàl·lic es tracta d'un conjunt de cel·les que s'emplenen amb la grava i el substrat, d'aquesta manera el sistema queda completament immobilitzat pel pes d'aquests materials sense la necessitat d'ancoratge.



Fig. 34: Sistema A (Zinco, 2018)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.10.2 Sistema B

Aquest sistema esta format per un punt d'amarratge d'acer i una xarxa de cel·les que contindrà la grava que fa de contrapès. Només té capacitat per a una persona i un sòl punt d'amarratge, tal i com es mostra a la Fig. 35.



Fig. 35: Sistema B (Zinco, s.d.)

2.10.3 Sistema C

Es tracta d'una malla amb una xarxa d'acer integrada que es col·loca sota la grava i el substrat, els quals tenen un pes suficient per suportar a una persona quan cau. Té quatre punts d'amarratge als quals s'hi poden lligar 2 persones simultàniament com a màxim. Per arribar a les diferents parts de la coberta, els operaris s'han de desenganxar i tornar a amarrar-se als diferents punts disponibles. A la Fig. 36 es mostra un esquema simplificat d'aquest sistema.



Fig. 36: Esquema del sistema C. (Zinco, s.d.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.10.4 Avaluació

A la Taula 15 es mostren els valors donats a cada característica de les diferents alternatives descrites per als sistemes de seguretat

Taula 15: Avaluació de les alternatives referents als sistemes de seguretat de la zona 1.

Característica	Movilitat permesa a l'operari	Canvis de punt d'amarratge i de longitud de corda	Facilitat de manteniment	Nombre de persones permeses	Total
Ponderació	10	8	9	8	
Puntuació per al sistema A	10	10	10	3	
Puntuació per al sistema B	4	2	1	1	
Puntuació per al sistema C	4	2	2	2	
Valor total per al sistema A	100	80	90	24	294
Valor total per al sistema B	40	16	9	8	73
Valor total per al sistema C	40	16	18	16	90

2.10.5 Elecció

El sistema que més puntuació ha obtingut a l'avaluació és l'A, per tant, serà el sistema de rails l'utilitzat en aquest projecte.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3. ALTERNATIVES DE LA ZONA 2

3.1 Capa impermeabilitzant

En aquesta zona no és necessari canviar la impermeabilització actual, ja que aquí no s'hi implantarà vegetació que necessiti una làmina anti-arrels.

3.2 Protecció de la impermeabilització

En aquest cas es farà servir la mateixa que s'ha escollit per a la zona 1.

3.3 Paviment

La zona 2 s'ha de condicionar per permetre l'accés al públic. Es crearà una zona de passeig on la gent pugui descansar i gaudir de l'espai. Per a tal efecte, és necessari recobrir l'àrea amb un material estètic i llis per on es pugui circular.

En aquest apartat s'avaluaran els diferents materials que es poden utilitzar per complir aquest objectiu.

3.3.1 Lloses prefabricades de formigó

Es tracta de peces prefabricades que es poden col·locar fàcilment. Es poden fer a mida i de diferents tonalitats i coloracions tal i com es pot observar a la Fig. 37. El principal avantatge és la seva estètica i facilitat de muntatge, en front de el seu excessiu pes i transmissió de calor.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

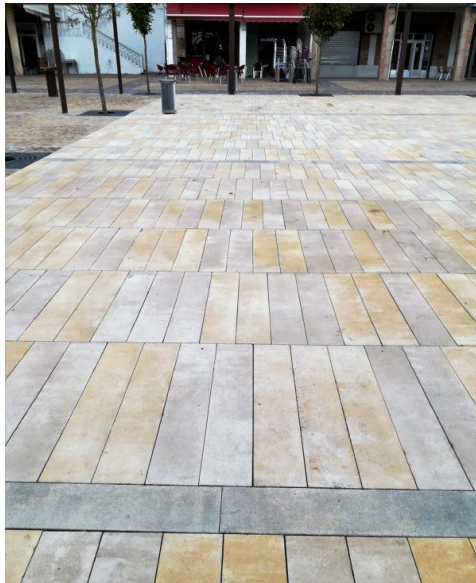


Fig. 37: Exemple de col·locació de lloses prefabricades de formigó en exteriors. (PVT, s.d)

3.3.2 Tarima de fusta

Es tracta d'un conjunt de taules de fusta col·locades sobre un sistema de llistons als quals estan ancorades (Fig. 38). És un material estètic i lleuger, a més la seva capacitat de transmetre calor és reduïda, pel que actuaria com a aïllant.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 38: Exemple d'aplicació de tarima de fusta. (Kiwi playgrounds and wood, 2015)

3.3.3 Grava

Es basaria en deixar la grava que ja hi ha sobre la coberta, distribuint-la homogèniament sobre la superfície. El principal avantatge és el seu cost, ja que es disposa del material. Com a inconvenients estan el limitat accés amb cadires de rodes, i l'aspecte ornamental reduït que aportaria a l'espai.

3.3.4 Avaluació

A la Taula 16 es mostren els valors donats a cada característica de les diferents alternatives descrites per al recobriment del sòl del passeig de la zona 2.

Taula 16: Avaluació de les alternatives referents al recobriment.

Característiques	Preu	Estètica	Pes	Transmissió de calor	Accés per a minusvàlids	Total
Ponderació	6	7	9	9	10	
Puntuació de les lloses de formigò	8	9	4	3	10	
Puntuació de la tarima de fusta	6	10	10	10	10	
Puntuació de la grava	10	7	8	7	0	
Valor total de les lloses de formigò	48	63	36	27	100	274
Valor total de la tarima de fusta	36	70	90	90	100	386
Valor total de la grava	60	49	72	63	0	244

3.3.5 Elecció

Per al recobriment del sòl del passeig s'ha seleccionat la tarima de fusta, ja que ha obtingut el valor total més elevat de les tres opcions que es presentaven. Les característiques d'aquest material es determinen a l'apartat 6.5.8 de la memòria del present projecte.

3.4 Sistema de protecció de les claraboies de la zona 2

A la zona 2 es presenta una problemàtica relacionada amb les claraboies. Aquestes tenen una alçada considerable respecte el nivell de la coberta, el que suposa un risc per la seguretat, ja que no resisteixen pes sobre seu. Per resoldre aquest problema s'han presentat diferents sistemes que es detallen als apartats següents.

3.4.1 Solució 1

Es basa en col·locar una tarima de fusta amb una alçada que superi la de la claraboia. A la zona d'aquesta claraboia es col·loca un vidre trepitjable que redirigeixi les càrregues cap a l'estructura de la coberta. Es col·locarien 28 vidres en total de 1,2x1,2

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

m, un per cada claraboia. El principal inconvenient és que la tarima, al ser tan elevada, obstruïria part de les finestres del passadís.

A la Fig. 39 es mostra un esquema d'aquesta solució.

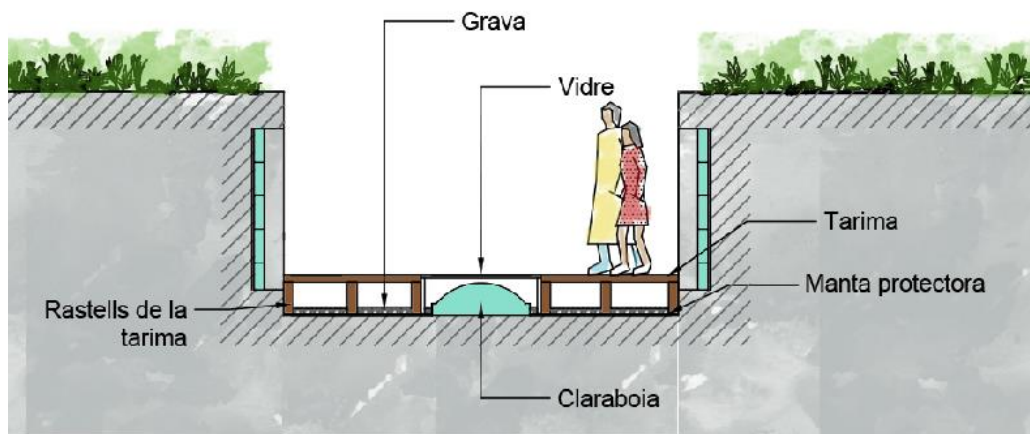


Fig. 39: Esbós de la solució 1

3.4.2 Solució 2

Es basa en col·locar una tarima de menor alçada que les claraboies per evitar obstruir les finestres.

Per protegir les claraboies es col·locaria una tanca metàl·lica baixa (50 cm), que englobés totes les claraboies del passadís, dibuixant un perímetre dins del qual s'hi podria implantar vegetació que evitaria que la tanca fos saltada pels usuaris, a més aportaria estètica a la zona 2. Es pot veure un esbós d'aquesta solució a la Fig. 40.

El principal inconvenient és que és una opció complexa, ja que caldria dissenyar un sistema de retenció del substrat i la grava de la zona enjardinada i renovar

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

l'impermeabilitzant d'aquesta zona, el que encariria el projecte. A més de que no assegura completament la seguretat.

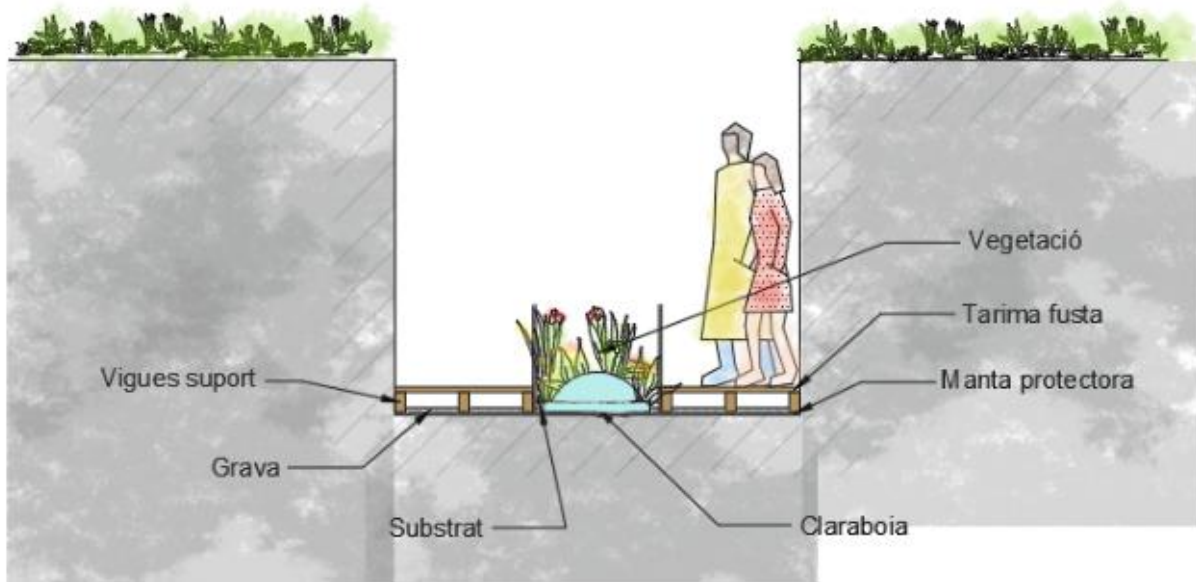


Fig. 40: Esbós de la solució 2

3.4.3 Solució 3

Aquesta solució es fonamenta en reemplaçar el plàstic translúcid de les claraboies (la part blanca) (Fig. 41) per una claraboia de vidre i plana, amb la suficient capacitat per permetre el transit sobre seu (Fig. 42). El resultat són unes claraboies rodones al mateix nivell de la tarima (Fig. 43).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 41: Claraboies de la zona 2 en l'estat actual.



Fig. 42: Claraboia transitable rodona (aspecte que tindria prèviament a la col·locació de la tarima)
(Espacio Solar, s.d.).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

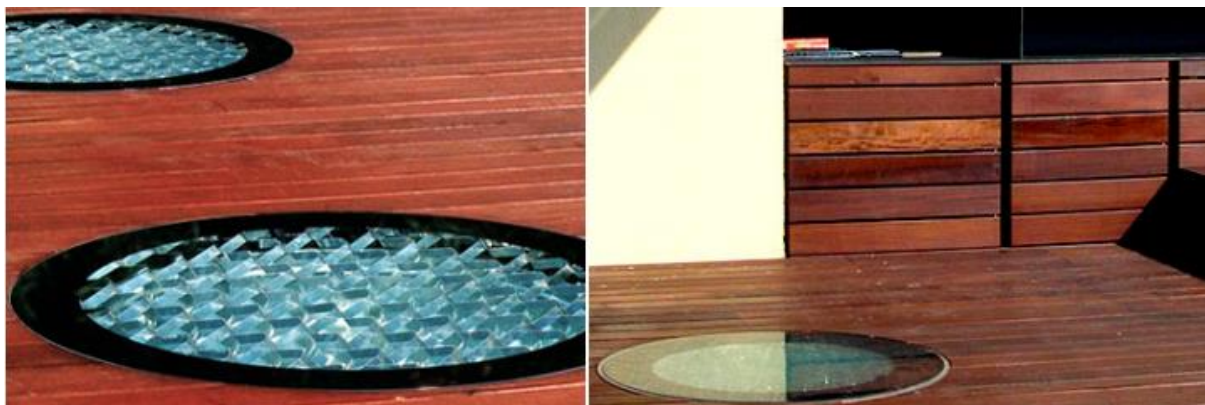


Fig. 43: Acabat final de les claraboies. (Espacio Solar, s.d.)

3.4.4 Avaluació

A la Taula 17 es mostren els valors donats a cada característica de les diferents alternatives descrites per a la protecció de les claraboies de la zona 2.

Taula 17: Avaluació de les alternatives referents a la protecció de les claraboies.

Característiques	Preu	Complexitat	Obstrucció de les finestres	Total
Ponderació	5	8	10	
Puntuació de la solució 1	10	5	0	
Puntuació de la solució 2	1	1	10	
Puntuació de la solució 3	10	10	10	
Valor total de la solució 1	50	40	0	90
Valor total de la solució 2	5	8	100	113
Valor total de la solució 3	50	80	100	230

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3.4.5 Elecció

Per a aquest projecte s'opta per la solució 3 (claraboies transitables) al ser la que major puntuació ha obtingut en el sistema d'avaluació de la Taula 17.

3.5 Jardineres

A la zona 2 s'hi col·locaran plantes amb valor ornamental per donar punts de color a la zona i més heterogeneïtat.

Les jardineres no han de ser de mides molt grans per tal d'evitar l'obstrucció del pas. Tampoc han de tenir un pes propi elevat per evitar problemes d'excés de càrrega sobre la coberta.

Existeixen 3 propostes per a aquest element.

3.5.1 Proposta 1

Es basa en l'ús de jardineres de fusta amb interior folrat de geotèxtil (Fig. 44), fetes a mida i prefabricades. Requereixen de tractament per a la fusta contra agents biòtics i abiòtics i un elevat manteniment. L'avantatge és que tenen un preu relativament baix i són fàcilment desmuntables. Són estètiques, però podria implicar una sobresaturació d'elements de fusta en una mateixa zona.



Fig. 44: Exemple de jardinera de fusta. (Piscinasbcn, s.d)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3.5.2 Proposta 2

Es tracta de jardineres de ferro de fosa amb protecció antioxidant i pintura negra d'una peça. El seu principal avantatge són l'estètica i la resistència que presenten. Els seus principals inconvenients són el seu pes i el seu cost. A la Fig. 45 es mostra un exemple d'aquest tipus de jardinera.



Fig. 45: Exemple de jardinera de fosa. (Comercial Canarias de Fundicion, s.d.)

3.5.3 Jardineres prefabricades de resina.

Són jardineres prefabricades amb panells de resina. Els seus avantatges són la seva resistència al pas del temps i la seva lleugeresa. A més es poden realitzar en diversos colors i textures segons es desitgi. Estèticament trenquen amb la monotonia de la tarima de la fusta. A la Fig. 46 es mostra un exemple d'aquest tipus de jardineres.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 46: Exemple de jardinera de resina (Garden Center Ejea, s.d.)

3.5.4 Avaluació

A la Taula 18 es mostren les diferents característiques avaluades i la puntuació obtinguda per a cadascuna d'elles de les diferents propostes.

Taula 18: Avaluació de les alternatives referents a les jardineres de la zona 2.

Característica	Estètica	Pes	Preu	Necessitat de manteniment	Total
Ponderació	7	10	10	8	
Puntuació de la proposta 1	5	4	7	5	
Puntuació de la proposta 2	10	0	0	8	
Puntuació de la proposta 3	9	10	7	10	
Valor total de la proposta 1	35	40	70	40	185
Valor total de la proposta 2	70	0	0	64	134
Valor total de la proposta 3	63	100	70	80	313

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3.5.5 Elecció

Com es pot veure, la proposta amb més puntuació ha estat la proposta 3, jardineres de resina. Per tant aquestes seran les que s'utilitzaran en el projecte.

3.6 Vegetació de la zona 2

Les plantes d'aquesta zona hauran de col·locar-se amb contenidor i incloure espècies perennes i espècies de temporada amb floració per mantenir l'estètica durant tot l'any. La seva funció serà trencar amb la monotonia dels materials que pertanyen a aquesta zona, com els bancs i el paviment de fusta, el formigó i les finestres de l'edifici.

3.6.1 Proposta 1

La primera opció que es presenta per a les jardineres està formada per les espècies següents:

- Espècie perenne: Xiprer de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana* 'Elwoodii')
- Espècie per la temporada de tardor-hivern: Hel·lèbor negre (*Helleborus niger*)
- Espècie per la temporada primavera-estiu: Petunia (*Petunia hybrida*)

A la Taula 19 es mostren les principals característiques d'aquestes espècies.

Annex 3. Anàlisi d'alternatives

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 19: Característiques de les espècies de la proposta 1.

Nom científic	Tipus	Floració	Alçada màxima (cm)	Unitats per jardineria	Necessitats hídriques	Tipus de fulla	Exposició solar	Resistència a les sequeres	Resistència a les gelades	Poda o retall	Tipus de sòl	pH
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Elwoodii'	Arbre	-	350-600	1	Mitges	Perenne	Sol- mitja ombra	Mitja	Alta	Tolera podes mitjanament fortes.	Creix en sòls drenats i humits.	Preferència de pH àcids.
<i>Helleborus niger</i>	Herbàcia annual	hivern-primavera	30	4	Altes	perenne	mitja ombra-ombra	Baixa	Alta	no necessari	Sòls drenants però sempre humits i rics en nutrients	Sense tendència limitant
<i>Petunia hybrida</i>	Herbàcia annual	Estiu	30	4	Altes	Caduca	Sol- mitja ombra	Baixa	Baixa	no necessari	Sòls drenants però sempre humits i rics en nutrients	Sense tendència limitant

Nota: L'*Helleborus niger* és altament tòxic si s'ingereix, produint hipertensió, diarrea violenta, dolor intens d'estomac, nàusees, vòmits i la mort per sobreestimulació cardíaca. (Red Naturaleza, s.d.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3.6.2 Proposta 2

La segona opció que es presenta per a les jardineres està formada per les espècies següents:

- Espècie perenne: Boix (*Buxus semperviviens*)
- Espècie per la temporada de tardor-hivern: Vincapervinca (*Vinca difformis*)
- Espècie per la temporada de primavera-estiu: Calèndula (*Calendula officinalis*)

A la Taula 20 es mostren les principals característiques d'aquestes espècies.

Annex 3. Anàlisi d'alternatives

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 20: Característiques de les espècies de la proposta 2.

Nom científic	Tipus	Floració	Alçada màxima (cm)	Unitats per jardineria	Necessitats hídriques	Tipus de fulla	Exposició solar	Resistència a les sequeres	Resistència a les gelades	Poda o retall	Tipus de sòl	pH
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Elwoodii'	Arbre	-	350-600	1	Mitges	Perenne	Sol- mitja ombra	Mitja	Alta	Tolera podes mitjanament fortes.	Creix en sòls drenats i humits.	Preferència de pH àcids.
<i>Helleborus niger</i>	Herbàcia annual	hivern-primavera	30	4	Altes	perenne	mitja ombra-ombra	Baixa	Alta	no necessari	Sòls drenants però sempre humits i rics en nutrients	Sense tendència limitant
<i>Petunia hybrida</i>	Herbàcia annual	Estiu	30	4	Altes	Caduca	Sol- mitja ombra	Baixa	Baixa	no necessari	Sòls drenants però sempre humits i rics en nutrients	Sense tendència limitant

3.6.3 Avaluació

A la Taula 21 es mostren les ponderacions i puntuacions obtingudes de cada proposta.

Per avaluar l'estètica de les plantes s'ha considerat la coloració de les flors i les fulles. Per a l'adaptació a l'entorn s'han considerat els requeriments hídrics i en nutrients, així com la capacitat de resistir les podes fortes de les plantes perennes, ja que la zona on s'implantarà requereix exemplars de mida moderada i poca alçada. S'ha tingut en compte la toxicitat de les plantes degut a que una de les espècies comporta aquest risc.

Taula 21: Avaluació de les alternatives referents a la vegetació de la zona 2.

Característica	Estètica	Adaptació a l'entorn	Toxicitat	Requeriments	Total
Ponderació	8	10	10	7	
Puntuació de la proposta 1	8	5	0	5	
Puntuació de la proposta 2	10	9	10	9	
Valor total de la proposta 1	64	50	0	35	149
Valor total de la proposta 2	80	90	100	63	333

3.6.4 Elecció

Com es pot observar, la proposta amb major puntuació és la 2. Per tant, aquesta serà la utilitzada per al projecte.

3.7 Bancs

La zona 2 també disposarà de bancs distribuïts uniformement per al descans dels usuaris. La primera opció contemplada és la de els bancs de fusta i ferro que generalment s'utilitzen als parcs i places públics (Fig. 47)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.



Fig. 47: Banc de fusta i ferro. (Grup Fàbregas, s.d)

El principal inconvenient és que no concorda amb l'estètica de la zona 2 de la coberta. Per tant, el tipus de banc a utilitzar serà semblant al que es mostra a la Fig. 48 . Està compost per una estructura metàl·lica interna i taulons de fusta de pi, tractada amb autoclau, per a la part externa. La seva forma plana permet una vista més diàfana dels passadissos i, si s'utilitza la mateixa fusta que la de la tarima, semblaran una continuació d'aquesta i trencaran menys amb l'estil de la zona.



Fig. 48: Tipus de bancs a utilitzar a la zona 2.

Tindran una mida de 1x2x0,45 m i estaran distribuïts tal i com es mostra al plànol 7.

ANNEX 4. VOLUMS DE GRAVA I SUBSTRAT

1. VOLUMS DE GRAVA

1.1 Determinació del volum a extreure

Per determinar aquest volum s'han de conèixer la superfície de les cobertes i el gruix de la capa de grava. En aquest cas, el gruix és de 10 cm. Les àrees amb grava de les cobertes es mostren a la Taula 22, de la mateixa forma que els volums a retirar.

Taula 22: Volums de grava a retirar

	Zona 1		Zona 2	Total
	Cobertes quadrades	Coberta rectangular		
Llarg (m)	18,50	13,30		
Ample (m)	18,50	18,50		
Superfície d'1 coberta amb claraboies (m ²)	342,25		2883	
Superfície de totes les cobertes (m ²)	1369,00			
Superfície d'una claraboia (m ²)	5,29		3,1415	
Superfície de totes les claraboies existents (m ²)	37,03		87,962	
Superfície real de grava (m ²)	1331,97	246,05	2795,04	
Gruix de grava (m)	0,1	0,1	0,1	
Volum a extreure (m ³)	133,20	24,61	279,50	437,31

Com es pot veure, s'ha tingut en compte la superfície de les claraboies, que a la zona 1 presenten una superfície de 5,29 m² cadascuna (2,3 x 2,3 m²), i a la zona 2, una superfície de 3,14 m² (radi d'1 m). Aquestes s'han descomptat de l'àrea de les cobertes per obtenir una superfície de grava més acurat.

Les cobertes de la zona 1 es divideixen en 2 tipus, quadrades i rectangulars, ja que, com es pot veure al plànol 5, una de les 5 cobertes presenta una reducció de la mida respecte a les altres.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Per saber el volum total de grava només cal multiplicar la superfície real pel gruix de la capa de grava que hi ha actualment, que en aquest cas s'ha estimat en 10 cm. Resultant en **437,31 m³** de grava que caldrà retirar en total, és a dir, sumant les diferents zones de la coberta.

1.2 Determinació del volum a incorporar a cada coberta

Com ja s'ha esmentat a l'annex d'anàlisi d'alternatives, la capa drenant de la coberta estarà constituïda per grava, i aquesta procedirà de la que ja existeix a l'estructura.

Però, a més d'aquesta capa, en cobertes extensives son necessàries les anomenades zones de protecció sense vegetació, les quals també s'han de recobrir amb grava.

La zona de protecció sense vegetació d'una coberta verda té per objecte:

- 1) Facilitar l'accés a la membrana impermeabilitzant i a les capes i elements de la coberta verda per a la seva inspecció i manteniment.
- 2) Permetre que l'alçada i característiques dels lliuraments de les àrees de vegetació als elements perimetrals, elements emergents, dispositius de separació i desguassos compleixin les especificacions que es refereixen a la norma tècnica de jardineria 11C. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012)

Les zones de protecció en aquest cas corresponen als 40 cm més pròxims a la vora de la coberta i als 40 cm que voregen les claraboies, complint amb la NTJ 11C.

La zona de protecció sense vegetació no s'ha de considerar una zona accessible o una zona de trànsit per al manteniment dels equips (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

En aquest apartat es determinaran els volums de grava que cal tornar a col·locar a cada coberta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

A la Taula 23 es mostren els volums necessaris per a la capa drenant, sense comptabilitzar les zones de protecció. És a dir, els volums corresponents a la zona amb vegetació tal i com es pot veure a la Fig. 49.

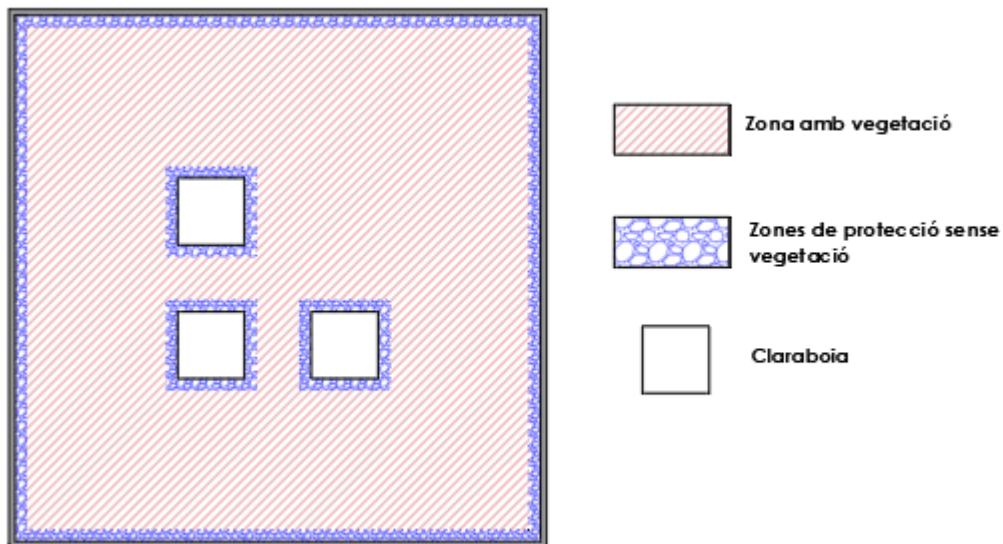


Fig. 49: Zones de protecció sense vegetació.

Taula 23: Volums de grava a incorporar a la zona amb vegetació.

	Zona 1		Zona 2	
	Cobertes quadrades	Coberta rectangular		
Llarg sense les vores de protecció(m)	17,70	17,70		
Ample sense les vores de protecció (m)	17,70	12,50		
Superfície d'1 coberta (m ²)	313,29	221,25		
Superfície total (m ²)	1253,16	221,25	2883	
Superfície 1 claraboia més la seva zona de protecció (m ²)	9,61		3,14	
Superfície de totes les claraboies amb les zones de protecció (m ²)	67,27		87,96	
Superfície real de grava(m ²)	1185,89	221,25	2795,04	
Profunditat de grava (m)	0,05	0,05	0,05	Total
Volum (m ³)	59,29	11,06	139,75	210,11

Com es pot observar, la superfície real de grava s'ha calculat restant-li a la superfície total de les cobertes, la superfície que ocupen les claraboies i les zones de protecció, tant de les vores com de les claraboies mateixes.

Per tant, per a la zona 1, caldrà incorporar 70,35 m³ en total, mentre que a la zona 2 en caldran 139,75 m³, el que fa un total de **210,11 m³** de grava sense tenir en compte les zones de protecció.

Els volums necessaris per a aquestes zones de protecció es mostren a la Taula 24, on Àrea 1, 2, 3 i 4, es mostren a les figures 2 i 3.

Taula 24: Quantitat de grava de les zones de protecció sense vegetació.

	Cobertes quadrades	Cobertes rectangulars	
Amplada (m)	0,40	0,40	
Àrea 1 (m ²)	342,25	246,05	
Àrea 2 (m ²)	313,29	221,25	
Superfície de la zona de protecció de la vora d'una coberta (m ²)	28,96	24,8	
Superfície de la zona de protecció de la vora de totes les cobertes (m ²)	115,84		
Àrea 3 (m ²)	9,63	-	
Àrea 4 (m ²)	5,29	-	
Superfície de la zona de protecció de les claraboies (m ²)	4,34	-	
Superfície total de les zones de protecció de les 7 claraboies (m ²)	30,35	-	
Superfície total de les zones de protecció (m ²)	146,19	24,8	
Profunditat de la grava (m)	0,10	0,10	Total
Volum (m ³)	14,62	2,48	17,10

La superfície de la zona de protecció de la vora s'ha calculat restant l'àrea 2 de l'àrea 1, tal i com es poden veure marcades amb rosat a la Fig. 50. Mentre que la superfície de la zona de protecció de les claraboies s'ha calculat restant l'àrea 4 de l'àrea 3 de la Fig. 51.

La coberta rectangular, no conté claraboies, per la qual cosa només s'ha hagut de calcular la zona de protecció que voreja la coberta mitjançant les àrees 1 i 2.

El gruix d'aquestes zones és de 10 cm, ja que s'ha de tenir en compte que, per a que estigui al mateix nivell que la zona amb vegetació, s'han de sumar 5 cm de la capa drenant i 5 cm del substrat, tal i com es pot veure al plànol 9.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

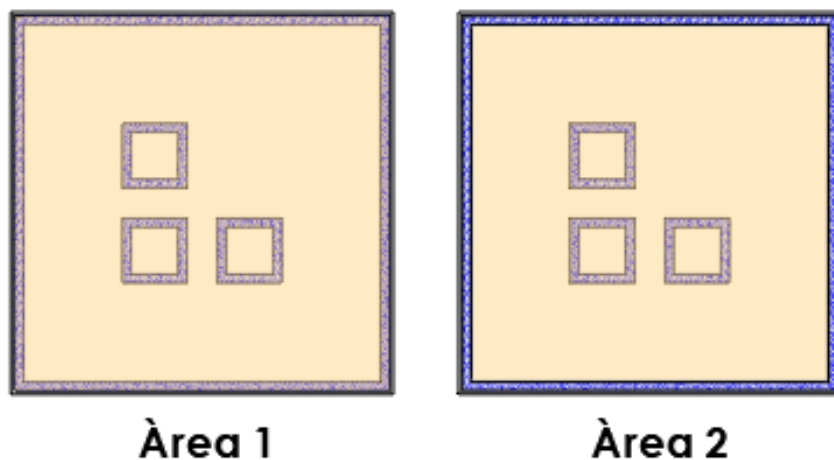


Fig. 50: Àrees 1 i 2 d'una de les cobertes de la zona1, anomenades a la taula 3.

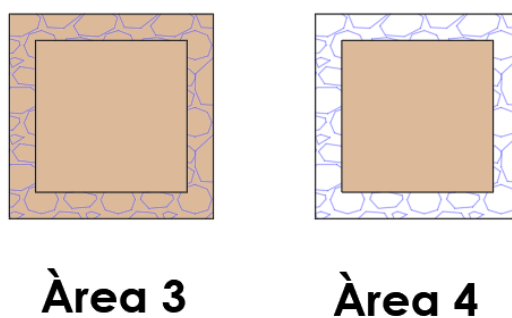


Fig. 51: Àrees 3 i 4. Representen una de les claraboies de la zona 1.

Multiplicant la superfície total per la profunditat s'obté el volum, que resulta ser de **17,10 m³**.

Per tant, sumant el valor de la zona amb vegetació, més el de les zones sense vegetació, el volum total és de **227,21 m³**.

Com que:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Volum a retirar (430,9 m³) > Volum a reciclar (227,21 m³)

Tota la grava necessària per al projecte podrà ser reciclada, permetent una reducció dels costos.

La grava restant es portarà al gestor de residus més proper.

2. VOLUM DE SUBSTRAT

En el present apartat es desenvolupen els càlculs per determinar el volum de substrat necessari a la zona 1.

Per tal d'aconseguir-ho és necessari conèixer la superfície i el gruix del substrat. En aquest cas el gruix és de 5 cm, ja que, en un sistema monocapa² on s'implantaran plantes crasses i herbàcies perennes, el gruix total (substrat + capa drenant de grava) ha de ser de 10 cm.

A la Taula 25 es mostren les dades que s'han utilitzat per als càlculs i els resultats dels mateixos.

Taula 25: Volum de substrat necessari.

	Zona 1		
	Cobertes quadrades	Coberta rectangular	
Llarg sense les vores de protecció(m)	17,70	12,50	
Ample sense les vores de protecció(m)	17,70	17,70	
Superfície amb vegetació d'1 coberta (m ²)	313,29	221,25	
Superfície total (m ²)	1253,16	221,25	
Superfície 7 claraboies amb la zona de protecció	67,41	-	
Superfície real amb vegetació(m ²)	1185,75	221,25	Total
Volum (m ³)	59,29	11,06	70,35

Com es pot veure el volum total necessari per al projecte és de **70,35 m³** de substrat.

² És aquell sistema en que la capa drenant es compona per grava o algun material mineral semblant (argila expandida, restes de material de construcció, etc.). Es concep com a monocapa ja que les plantes poden utilitzar la grava com a medi d'arrelament, i per tant com a part del substrat. D'aquesta manera, el gruix de substrat, entès com la barreja de fracció orgànica i fracció mineral, pot ser menor, ja que en realitat, les plantes podran arrelar fins als 10 cm de profunditat. (Minke, 2004)

ANNEX 5. NOMBRE DE PLANTES I CARACTERÍSTIQUES

3. DETERMINACIÓ DEL NOMBRE DE PLANTES

3.1 Nombre de plantes de la zona 1

Aplicant els càlculs descrits a l'apartat 5.3 de la memòria, s'obté el nombre de plantes necessari per a cada coberta. El percentatge de superfície destinat a cada espècie (p) es mostra a la Taula 26.

Taula 26: Percentatge de cada espècie.

Espècie	Percentatge
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	5%
<i>Globularia alypum</i>	15%
<i>Thymus vulgaris</i>	15%
<i>Sedum telephium</i>	15%
<i>Sedum acre</i>	20%
<i>Sedum dasyphyllum</i>	10%
<i>Sedum album</i>	20%

A la Taula 27 es mostren els resultats . S'han calculat les plantes necessàries per a cada coberta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 27: Nombre de plantes.

Espècie	Nom comú	Densitat (u/m ²)	Plantes per coberta quadrada	Plantes per coberta rectangular	Plantes totals
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Jonça	8	119	89	563
<i>Globularia alypum</i>	Coroneta blava	4	178	84	795
<i>Thymus vulgaris</i>	Farigola	9	400	189	1790
<i>Sedum telephium</i>	Bàlsam	20	889	640	4197
<i>Sedum acre</i>	Crespinell groc	20	1186	860	5603
<i>Sedum dasyphyllum</i>	Arròs de paret	20	593	640	3012
<i>Sedum album</i>	Crespinell blanc	20	1186	1060	5803
Total			4550	3082	21763

Nota:

Font de les densitats de plantació: (Vivers Carex, s.d.)

Com a exemple, a continuació es desenvoluparan els càlculs realitzats per obtenir el nombre de plantes de l'espècie *Aphyllanthes monspeliensis*.

En primer lloc cal conèixer la superfície on s'implantarà vegetació de cada coberta, que segons la Taula 24 de l'annex 4 és de 1185,75 m² per a totes les cobertes quadrades (296,4 per cadascuna), i de 221,25 m² en el cas de la coberta rectangular.

Coneixent aquestes dades es procedeix al càlcul del nombre de plantes d'aquesta espècie per a cada coberta quadrada:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

$$\text{Núm. plantes} = D \cdot s$$

On:

$$D = 8 \text{ u/m}^2$$

$$s = p \cdot S = 0,05 \cdot 296,4 = 14,82 \text{ m}^2$$

Per tant, el nombre de plantes és:

$$\text{Núm. plantes} = 8 \cdot 14,82 = \mathbf{118,56 \text{ u}}$$

Per a la coberta rectangular els càlculs serien:

$$\text{Núm. plantes} = D \cdot s$$

On:

$$D = 8 \text{ u/m}^2$$

$$s = p \cdot S = 0,05 \cdot 221,25 = 11,06 \text{ m}^2$$

Per tant, el nombre de plantes és:

$$\text{Núm. plantes} = 8 \cdot 11,06 = \mathbf{88,48 \text{ u}}$$

En total el nombre de plantes d'aquesta espècie necessari és de:

$$118,56 \text{ u} \cdot 4 \text{ cobertes} + 88,48 \text{ u} = 562,72 \text{ u} \approx \mathbf{563 \text{ u}}$$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Totes les plantes es distribueixen en safates d'alvèols especials per a cobertes verdes, és a dir, amb poca profunditat, amb capacitat de 60 plantes. El nombre de safates a encarregar als vivers es resumeix a la Taula 28.

Taula 28: Nombre de safates.

Espècie	Núm. Safates
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	10
<i>Globularia alypum</i>	14
<i>Thymus vulgaris</i>	31
<i>Sedum telephium</i>	71
<i>Sedum acre</i>	95
<i>Sedum dasyphyllum</i>	51
<i>Sedum album</i>	98
<i>Total</i>	370

Com que els valors de les safates no eren exactes s'han arrodonit a l'alça, resultant en un valor major de safates a encarregar als vivers. Aquests valors també modifiquen el nombre de plantes que finalment es rebran, obtenint 22.200 plantes en comptes de les 21.763 establertes a la Taula 27. Aquest serà el marge de seguretat per possibles pèrdues de la vegetació durant el transport i la manipulació de la mateixa.

3.2 Nombre de plantes de la zona 2

Les espècies escollides per a les jardineres de la zona 2 són:

- *Buxus sempervivens*
- *Vinca difformis*
- *Calendula officinalis*

A cada jardinera es plantaran el següent nombre de plantes de cada espècie:

Annex 5. Nombre de plantes i característiques

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- *Buxus sempervivens*: 1 unitat
- *Vinca difformis* (període setembre-febrer): 3 unitats
- *Calendula officinalis* (període març-agost):4 unitats

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4. ESQUEMA DE L'ÈPOCA DE FLORACIÓ

La Taula 29 es correspon amb l'esquema de l'època de floració de les plantes de la zona 1, amb els colors corresponents a cada espècie. La lletra E indica floracions extraordinàries.

Com es pot observar la major floració es concentra a l'estiu i es produeixen coloracions interessants durant tot l'any. En el cas del *Sedum album*, a més es produeix un canvi de color de la fulla durant la tardor, però sense produir-se'n senescència.

Taula 29: Floració de la vegetació escollida de la zona 1.

Espècie	Època de floració											
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>												
<i>Globularya alypum</i>	E											
<i>Thymus vulgaris</i>								E				
<i>Sedum sediforme</i>												
<i>Sedum acre</i>												
<i>Sedum dasyphyllum</i>												
<i>Sedum album</i>												canvi color fulla

Les floracions de la zona 2 es mostren a la Taula 30³. Com es pot veure la presència de flors s'estén a tots els mesos de l'any.

Taula 30: Floració de la vegetació de la zona 2.

Espècie	Època de floració											
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Vinca difformis</i>												
<i>Calendula officinalis</i>												

³ La floració d'aquestes espècies és més llarga, però a aquesta taula es mostren només els mesos que la planta es trobarà a la jardineria.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5. FITXES DE LES ESPÈCIES DEL PROJECTE

Als apartats següents es detallaran aspectes d'interès de cada espècie, mostrant una imatge d'aquestes i una taula amb dades⁴ referents als requeriments per a seu cultiu.

⁴ Fonts de les dades: (Vivers Carex, s.d.), (Diputació de Barcelona, s.d.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.1 *Aphyllanthes monspeliensis* (Jonça)



Fig. 52 *Aphyllanthes monspeliensis* (Jonça). (Hilbers, s.d.)

Taula 31: Dades de l'espècie *Aphyllantes monspeliensis*.

Alçada (cm)	15-30
Necessitats hídriques	Baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	-
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Viu en tot tipus de sòls. Prefereix els calcàris, drenants i suporta els pobres.
pH	Tendència alcalina

5.2 *Globularia alypum* (Coroneta blava)



Fig. 53: *Globularia alypum* (Coroneta blava). (Topic, s.d.)

Taula 32: Dades de l'espècie *Globularia alypum*

Alçada (cm)	40-60
Necessitats hídriques	Baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	-
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Prefereix sòls calcàris i ben drenats. Tolera sòls argilosos.
pH	Tendència alcalina

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.3 *Thymus vulgaris* (Farigola)



Fig. 54 *Thymus vulgaris* (Farigola) (Kress, 2005)

Taula 33: Dades de l'espècie *Thymus vulgaris*

Alçada (cm)	10-40
Necessitats hídriques	Molt Baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	Convenient pinçar
Tolerància a la calç	Resistent

5.4 *Sedum sediforme* (Crespinell gros)



Fig. 55: *Sedum sediforme* (Crespinell gros) (Pellicer, 2002)

Taula 34: Dades de l'espècie *Sedum sediforme*.

Alçada (cm)	20
Necessitats hídriques	Molt baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol, mitja ombra
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	No necessari
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge. Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.
pH	Sense tendència limitant

5.5 *Sedum acre* (Crespinell groc)



Fig. 56: *Sedum acre* (Crespinell groc) (International Crassulaceae Network, 2010)

Taula 35: Dades de l'espècie *Sedum acre*.

Alçada (cm)	5-15
Necessitats hídriques	Molt baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	No necessari
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Indiferència entre calcàris o silícics. Requereix poca profunditat i bon drenatge. Viu bé en sòls pedregosos, llimosos, sorrencs, argilosos i pobres en nutrients.
pH	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.6 *Sedum dasyphyllum* (Crespinell galuc)



Fig. 57: *Sedum dasyphyllum* (Crespinell glauc) (Gardeners' World, s.d.)

Taula 36: Dades de l'espècie *Sedum dasyphyllum*

Alçada (cm)	15
Necessitats hídriques	Molt baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	No necessari
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Indiferent, però prefereix calcàris, poc profunds i amb drenatge
pH	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.7 *Sedum album* (Crespinell blanc)



Fig. 58: *Sedum album* (Crespinell blanc). (Brest, s.d.)

Taula 37: Dades de l'espècie *Sedum album*.

Alçada (cm)	5-25
Necessitats hídriques	Molt baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol, mitja ombra
Resistència a les sequeres	Resistent
Resistència a les gelades	Resistent
Origen	Autòcton
Poda o retall	No necessari
Tolerància a la calç	Resistent
Tipus de sòl	Indiferent, però prefereix calcàris, poc profunds, pobres i amb drenatge
pH	Sense tendència limitant

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.8 *Buxus sempervivens* (Boix)



Fig. 59: Exempler de *Buxus sempervivens* (Boix). (Hedges Direct, s.f.)

Taula 38: Dades de l'espècie *Buxus sempervivens*.

Alçada (cm)	200-300
Necessitats hídriques	Baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Mitja ombra
Resistència a les sequeres	Alta
Resistència a les gelades	Alta
Origen	Autòcton
Poda o retall	Es requereixen podes anuals per mantenir la forma i les mides adients a la zona on es plantarà
Tolerància a la calç	Tolerant
Tipus de sòl	Prefereix els sòls calcàris, però també es desenvolupa bé en sòls silícics. Prefereix sòls relativament rics en nutrients i M.O.
pH	Sense tendència limitant

La floració d'aquesta espècie és molt poc visible, sense interès ornamental, per aquesta raó no s'ha inclòs a la Taula 30. El període de floració és de març a abril.

5.9 *Calendula officinalis* (Calèndula)



Fig. 60: Exemplar de *Calendula officinalis* (Calèndula). (El nou garden, 2016)

Taula 39: Dades de l'espècie *Calendula officinalis*.

Alçada (cm)	30-50
Necessitats hídriques	Mitjanes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Sol, mitja ombra
Resistència a les sequeres	Mitja
Resistència a les gelades	Moderada
Origen	Exòtic
Poda o retall	Retirada de flors seques
Tipus de sòl	Sòl drenable, sense gaires requeriments de fertilització
pH	5,5-6,5

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

5.10 *Vinca difformis* (Vincapervinca)



Fig. 61: Exempler de *Vinca difformis* (Vincapervinca) (Wikipedia, 2017).

Taula 40: Dades de l'espècie *Vinca difformis*.

Alçada (cm)	30 (postrada)
Necessitats hídriques	Baixes
Tipus de fulla	Perenne
Exposició solar	Mitja ombra
Resistència a les sequeres	Alta
Resistència a les gelades	Alta
Origen	Autòcton
Poda o retall	No necessari
Tipus de sòl	Indiferent al tipus de sòl (calcàri o silícic). Pot viure en sòls relativament pobres, però agraiex els rics en M.O.
pH	Sense tendència limitant

ANNEX 6. CÀLCULS DEL REG

6. DISSENY AGRONÒMIC DEL REG

6.1 Determinació de les necessitats hídriques de la coberta verda

6.1.1 Càlcul de l'evapotranspiració del jardí (ET_L)

Les necessitats d'aigua d'un jardí es determinen a partir de les precipitacions i l'evapotranspiració. Les precipitacions i l'evapotranspiració de referència (ET_o) es poden trobar a les bases de dades de les estacions meteorològiques.

L'evapotranspiració de cada jardí és diferent segons l'espècie, el microclima i la densitat de plantació. Per a la qual cosa s'ha de modificar l' ET_o per obtenir una evapotranspiració específica del jardí d'estudi (ET_L). Per realitzar aquesta transformació, en jardineria s'utilitza l'equació 1.

Equació 1:

$$ET_L = ET_o \cdot K_L$$

K_L és el coeficient del jardí i s'obté de l'equació 2.

Equació 2:

$$K_L = K_s \cdot K_d \cdot K_m$$

On:

K_s = coeficient d'espècie

K_d = coeficient de densitat de plantació

K_m = coeficient del microclima

Les taules WUCOLS (Water Use Classification of Landscape Species) contenen els valors mitjans d'aquests coeficients, segons l'espècie, la densitat i el microclima respectivament.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.1.1.1 Coeficient d'espècie

Per determinar el valor de K_s total, s'ha fet una mitjana dels coeficients de les diferents espècies que cobriran la zona. A la Taula 41 es poden observar els valors obtinguts.

Taula 41: Valors de K_s de cada espècie i valor total (Consejería de agricultura i pesca de la Junta de Andalucía, 2003).

	<i>Sedum spp.</i>	<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	<i>Globularya alypum</i>	<i>Tymus vulgaris</i>	Mitjana
K_s	0,2	0,3	0,4	0,5	0,35

S'ha realitzat la mitjana ja que així es troba un punt mig d'aigua aportada sense afectar molt negativament a les espècies dels extrems. D'aquesta manera algunes espècies rebran un excés d'aigua i unes altres un dèficit, però la quantitat que rebran no distarà molt del seu valor òptim.

6.1.1.2 Coeficient de densitat de plantació

A la Taula 42 es mostren valors aproximats de K_d segons la densitat de plantació - alta (a), mitja (m), baixa (b)- i el tipus de vegetació.

Taula 42: Coeficient de densitat (K_d) segons el tipus de vegetació i la densitat de plantació. (Consejería de agricultura i pesca de la Junta de Andalucía, 2003).

Tipus de vegetació	Coeficient de densitat (K_d)		
	a	m	b
Arbres	1,3	1	0,5
Arbustos	1,1	1	0,5
Entapissants	1,1	1	0,5
Plantació mixta	1,3	1,1	0,6
Gespa	1	1	0,6

En el cas d'estudi el valor de K_d és igual a 1, al ser plantes entapissants amb densitat mitja de plantació.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.1.1.3 Coeficient de microclima

El jardí estarà envoltat d'edificis i superfícies de formigó que absorbeixen calor que serà irradiada al jardí, augmentant la seva evapotranspiració. Per tant, es pot considerar que K_m es trobarà entre valors de 1 i 1,4 (Consejería de agricultura i pesca de la Junta de Andalucía, 2003).

Per als càlculs es considerarà $K_m=1,2$.

6.1.1.4 Càlcul del coeficient de jardí (K_L)

Amb les dades estimades es pot procedir al càlcul de K_L mitjançant l'equació 2.

$$K_L = K_s \cdot K_d \cdot K_m$$

$$K_L = 0,35 \cdot 1 \cdot 1,2 = \mathbf{0,42}$$

Amb aquest valor es pot procedir al càlcul de ET_L .

6.1.1.5 Càlcul de l'evapotranspiració del jardí (ET_L)

Per obtenir ET_L és necessari reunir les d'ET_o. En aquest cas s'han extret les dades de l'estació meteorològica de Girona amb codi XJ, corresponen a una sèrie històrica d'11 anys. Concretament les dades són dels anys 2003, 2007-2015 i 2017.

Aquestes dades es corresponen a l'ET_o mitjana troben a la Taula 43, junt amb els valors finals de ET_L , obtinguts com a resultat de multiplicar l'ET_o amb el coeficient K_L , tal i com s'havia esmentat.

Taula 43 : Valors d'ET_o i d'ET_L en mm/ mes.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET _o	29,6	42,8	72,1	97,7	122,1	148,1	156,0	143,4	97,0	66,2	35,6	26,6
ET _L	12,5	18,0	30,3	41,0	51,3	62,2	65,5	60,2	40,7	27,8	15,0	11,2

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.1.2 Càlculs per a l'obtenció de les necessitats d'aigua (PWRnet)

Les necessitats netes d'aigua del jardí s'obtenen amb l'equació:

$$PWR_{net} = ET_L - Pe \quad (\text{Eq. 3})$$

A la Taula 44 es mostren els resultats de cada mes.

Taula 44: Valors de les necessitats netes d'aigua del jardí en mm/mes

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pe	23,6	26,0	41,9	41,2	42,0	29,1	28,3	38,4	35,7	40,5	45,9	19,6
ET _L	12,5	18,0	30,3	41,0	51,3	62,2	65,5	60,2	40,7	27,8	15,0	11,2
PWR _{net}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,1	37,2	21,8	5,0	0,0	0,0	0,0

Com es pot observar, els únics mesos en que les plantes necessiten un aport hídic extra són Juny, Juliol, Agost i Setembre amb uns valors de 33,1, 37,2, 21,8 i 5 mm/mes. La resta de l'any l'evapotranspiració es veu compensada per la pluja efectiva.

6.2 Càlculs de la dosi d'aigua que cal aportar a cada reg

La dosi de reg no és la mateixa que la necessitat d'aigua del cultiu (PWRnet), ja que s'ha d'aportar més aigua per compensar les pèrdues provocades pel maneig (IWR_{wm}) i la uniformitat de distribució de l'aigua (IWR_{du}).

Per tant, els requeriments d'aigua del reg (IWR, Irrigation Water Requirements) s'obtenen de la suma dels factors anteriors, es a dir:

$$IWR = PWR_{net} + IWR_{du} + IWR_{wm} \quad (\text{Eq.4})$$

6.2.1 Pèrdues provocades per la falta d'uniformitat en la distribució (IWRdu)

Les pèrdues per falta d'uniformitat s'obtenen a partir de l'equació 5, que es mostra a continuació:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

$$IWR_{du} = PWR_{net} \cdot \left(\frac{1}{DU_{lh}} - 1 \right) \quad (\text{Eq.5})$$

On:

DU_{lh} = Uniformitat de distribució *low half*, és a dir la uniformitat de distribució del 50% de la parcel·la que rep menys aigua de reg. Es calcula mitjançant l'equació 6.

$$DU_{lh} = 38,6 + (0,614 \cdot DU_{lq}) \quad (\text{Eq.6})$$

Essent DU_{lq} la uniformitat de distribució low quarter (del 25% més baix). S'ha suposat una **DU_{lq} del 90%** (0,9 en tant per u), per tant s'obté una **DU_{lh} del 93,86%**.

Tot seguit s'apliquen els valors a l'equació del IWR_{du} . Cada mes mostrarà uns valors diferents de IWR_{du} segons el seu PWR_{net} .

6.2.2 Pèrdues provocades pel maneig (IWR_{wm})

Per poder calcular aquesta variable es fa servir l'equació 7, indicada a continuació:

$$IWR_{wm} = WMF \cdot (PWR_{net} + IWR_{du}) - PWR_{net} - IWR_{d} \quad (\text{Eq.7})$$

On:

WMF és el Water Management Factor, que es calcula amb l'equació 8.

$$WMF = \frac{1}{EWM} \quad (\text{Eq.8})$$

Essent:

EWM l'eficiència del maneig de l'aigua, que es pot calcular mitjançant l'equació 9.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

$$EWM = \frac{PWR_{net} + IWR_{du}}{IWR} \quad (\text{Eq.9})$$

Com que en el projecte d'estudi, no tenim coneixement de IWR, es pot considerar la següent escala d'eficiència:

- Excel·lent : >95%
- Molt bona: 90-94%
- Bona: 85-89%
- Dolenta: 80-84%

En aquest cas se suposarà una EWM del 93%, i per tant el factor WMF té un valor de 1,075.

6.2.3 Requeriments d'aigua de reg (IWR)

Un cop obtinguts els valors de IWR_{du} i IWR_{wm}, es pot procedir al càlcul de IWR. A la Taula 45 es mostra un resum de les dades necessàries i els valors finals dels requeriments d'aigua de reg en els mesos en que aquest és necessari. No es considera reserva d'aigua al sòl, ja que la profunditat d'aquest és molt petita i la seva capacitat drenant, molt elevada.

Taula 45: Resum de dades i valors finals del càlcul de IWR.

	Juny	Juliol	Agost	Setembre
PWR net (mm/mes)	33,1	37,2	21,8	5,0
DU _{iq} (%)	90,00			
DU _{ih} (%)	93,86			
1/DU _{ih}	1,065			
IWR du (mm/mes)	2,17	2,43	1,43	0,33
IWR wm (mm/mes)	2,66	2,98	1,75	0,40
IWR (mm/mes)	37,95	42,64	25,02	5,74

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

6.3 Càlcul del cabal d'aigua de reg per emissor

Es desenvoluparan els càlculs del cabal per al mes de Juliol, que és en el que els requeriments hídrics són majors.

Com s'ha pogut comprovar, el IWR de Juliol és de 42,64 mm/mes, és a dir 1,41 mm/dia.

Suposant que el temps de reg diari és de 4h, s'obté un cabal de 0,36 L·m⁻²·h⁻¹.

Es col·locaran emissors a 30 cm de distància entre ells, i 40 cm entre els ramals. D'aquesta manera la superfície adjudicada a cada emissor és de 1200 cm² (1,2m²).

Per tant, el cabal requerit per cada emissor és de 0,38 L/h, tal i com es mostra a continuació:

$$0,36 \frac{L}{m^2 \cdot h} \cdot 1,2 \frac{m^2}{emissor} = 0,38 \frac{L}{h}$$

D'aquesta manera es conclou que amb emissors de 1L/h seran suficients per al projecte.

7. DISSENY HIDRÀULIC DEL REG

En aquest projecte, la canonada principal té el seu origen al punt d'aigua disponible a la zona 2 de la coberta. El desnivell entre la zona 2 i la zona 1 (on s'ha d'ubicar el reg), és de 2 m, tal i com es pot veure al plànol 14. També es pot observar, que la canonada principal queda completament oculta per la tarima de fusta, per a la qual cosa no implicarà problemes per a la circulació dels usuaris.

Com ja s'ha esmentat, els ramals estaran separats 40 cm, i els emissors 30 cm. Els ramals han d'estar col·locats de forma que no passin per sobre de les claraboies d'aquesta zona en cas que hi hagin, per aquesta raó alguns ramals tindran més longitud que d'altres (plànol 13).

La canonada principal i les secundàries disposaran de vàlvules esfèriques per poder tallar la circulació d'aigua en cas necessari. A la canonada principal s'hi ubicaran 2 vàlvules, una al principi i una altra al centre. Totes les canonades secundàries portaran la vàlvula al seu inici.

El cabal mínim necessari que ha d'aportar cada emissor és de 0,38 L/h. El cabal que poden emetre els degoters comercials que més s'hi apropen és de 1 L/h a 1 atm de pressió.

7.1 Cabals i diàmetres

7.1.1 Dimensionament dels ramals

El diàmetre escollit per als ramals és de 12 mm, amb un diàmetre interior de 10 mm, ja que aquest permet tenir una variació de pressió inferior al 20% desitjable (Wu i Gitlin, 1977). Això es pot observar a la Fig. 62 on, a partir de la longitud (L), la pressió nominal del emissor (H), el cabal del ramal (Q) i la pendent (%), es pot comprovar si amb un diàmetre de 12mm es compleix la variació de pressió màxima del 20%.

Annex 6. Càlculs del reg

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

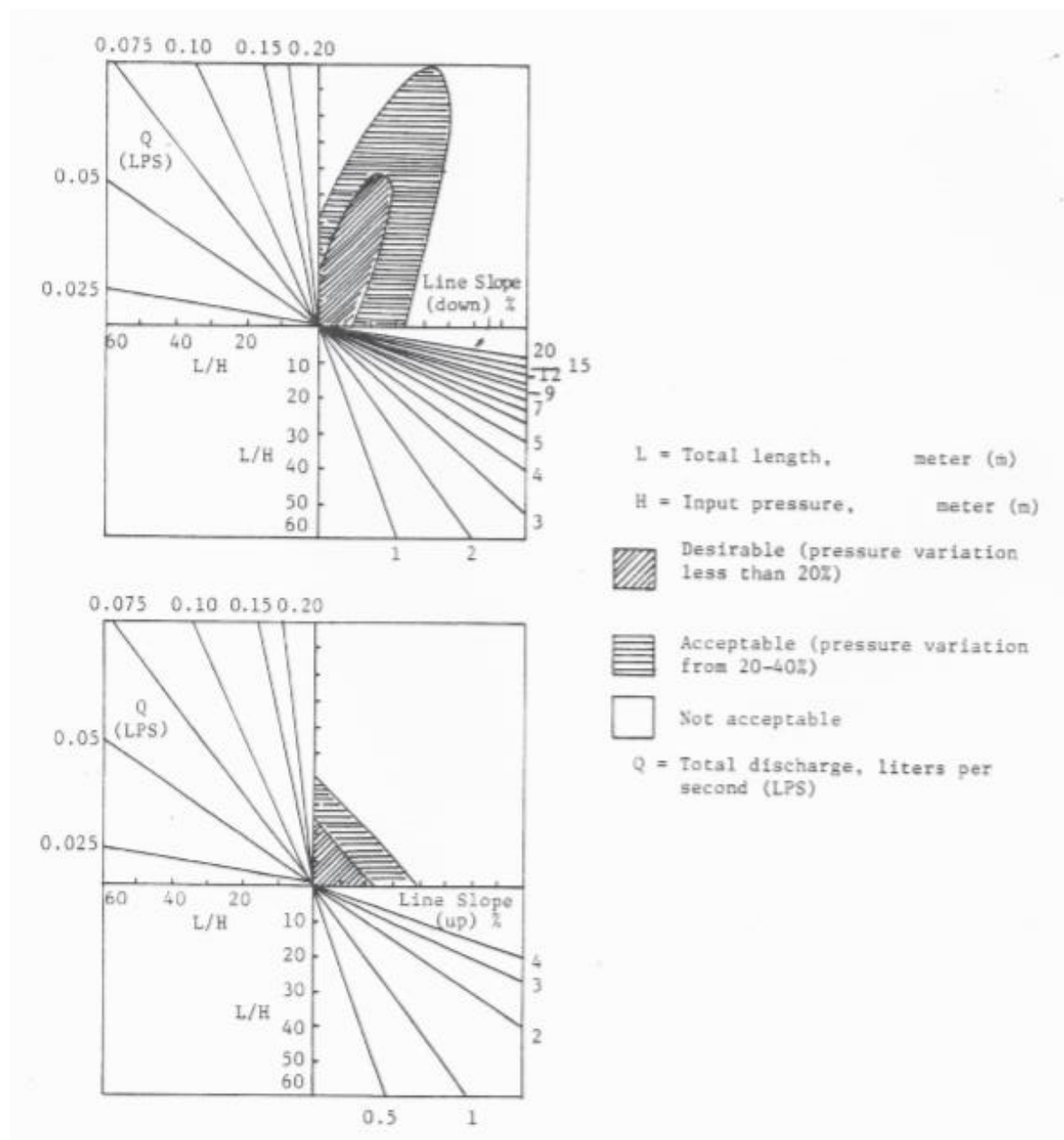


Fig. 62: Variació de pressió màxima desitjable per a una canonada de 12 mm de diàmetre ((Wu i Gitlin, 1977).

En el cas d'estudi:

L= 17,5 m

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

H= 10,33 m

L/H=1,69

Pendent = 0%

Q= es determina a partir del cabal de cada emissor i el nombre d'emissors tal i com es mostra a continuació:

$$Q = 58 \text{ degoters} \cdot 1 \frac{L}{h} = 58 \frac{L}{h} = 0,016 \frac{L}{s}$$

Com es pot observar, aquestes dades corresponen a l'àrea del 20% de variació màxima.

7.1.2 Dimensionament de la canonada secundària

Primerament es comprova que les dades de la canonada permeten una variació de pressió màxima del 20% mitjançant la Fig. 63.

Annex 6. Càlculs del reg

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

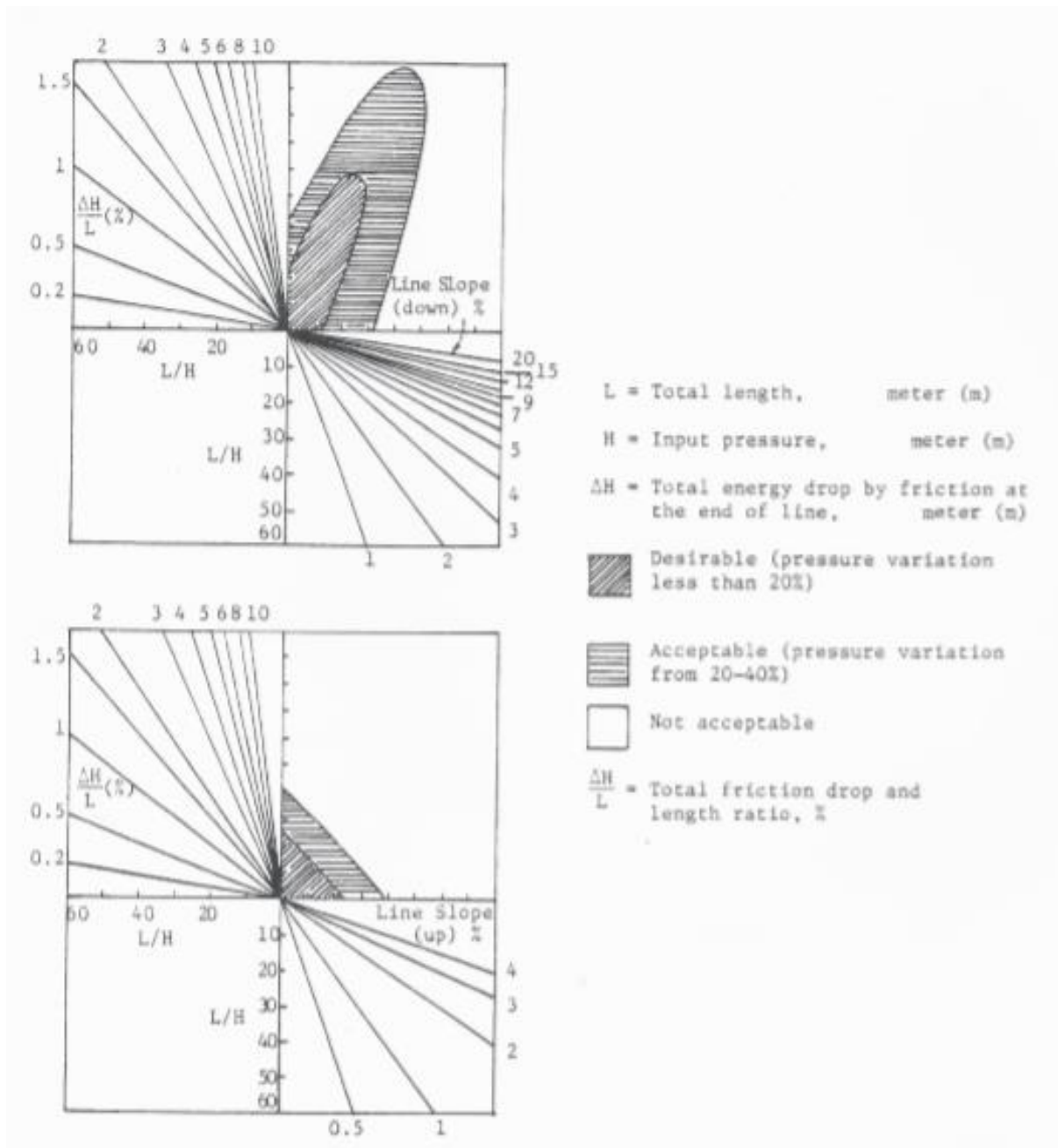


Fig. 63: Gràfic per a la comprovació de la variació de pressió desitjable en canonades laterals i terciàries. (Wu i Gitlin, 1977)

On:

$L = 24 \text{ m}$

$H = 10,330 \text{ m}$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

$$L/H = 2,32$$

$$\Delta H/L (\%) = 0,83\%$$

$$\text{Pendent} = 0\%$$

Q= es determina a partir del cabal per ramal i el nombre de ramals, tal i com es mostra a continuació:

$$Q = 43 \text{ ramals} \cdot 0,016 \frac{L}{s} = 0,69 \frac{L}{s} \text{ Com}$$

Un cop comprovada la variació de pressió màxima es procedeix a determinar el diàmetre de la canonada, que en aquest cas es realitza a partir de la Fig. 64, mitjançant la pèrdua de càrrega ($\Delta H/L$) i el cabal de la canonada.

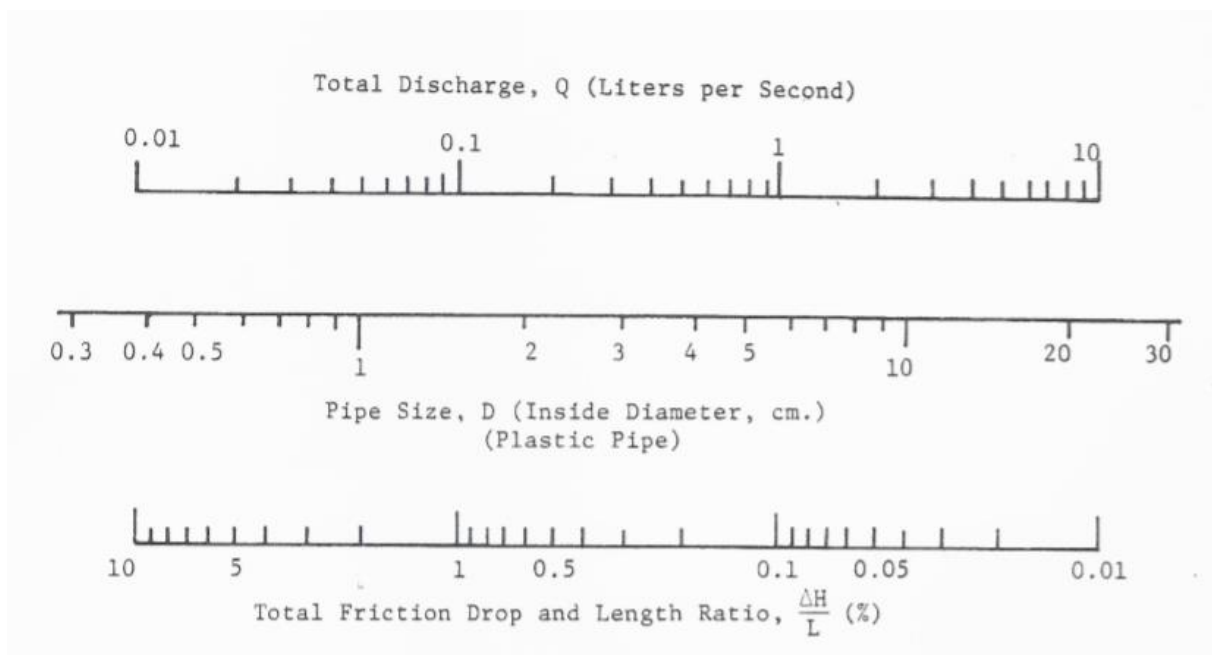


Fig. 64: Nomogràfic per al disseny dels laterals de reg i canonades terciàries. (Wu i Gitlin, 1977)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

S'ha obtingut que el diàmetre aproximat és de 32 mm interiors. El diàmetre comercial que se li correspon és de 40mm exteriors i 35,2 mm interiors.

7.1.3 Dimensionament de la canonada principal

Cal tenir en compte que, per reduir el cabal necessari al punt d'origen, es divideixen les cobertes en dos sectors de reg, un amb 3 cobertes, i l'altra amb 2, tal i com es mostra al plànol 15. El cas més desfavorable és el sector A, amb 3 cobertes que s'hauran de regar al mateix temps.

El cabal de la principal es calcula amb el producte entre el cabal de les canonades secundàries i el nombre d'aquestes, es a dir:

$$Q = 0,000697 \frac{m^3}{s} \cdot 3 \text{ secundàries} = 0,0021 \frac{m^3}{s}$$

S'ha realitzat d'aquesta manera per simplificar els càlculs, agafant el cas més desfavorable de totes les cobertes per determinar el cabal.

El càlcul del seu diàmetre es realitza a partir de l'equació del cabal que es mostra tot seguit:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot v$$

On:

- Q: és el cabal en m^3/s , i es correspon al cabal real de la canonada terciària.
- D: és el diàmetre en m.
- v: és la velocitat de l'aigua en m/s, que en aquest cas es considera de 1 m/s.

Aïllant el diàmetre s'obté que aquest ha de ser de 51,6 mm, el que es correspon a un diàmetre comercial per a canonades de PE de baixa densitat de 63 mm exteriors i 56,6 mm interiors.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

El cabal real és el que es donarà amb el diàmetre comercial trobat, que en metres és 0,0566 m, per tant el cabal real és:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot 0,0566^2 \cdot 1 = 0,0025 \frac{m^3}{s}$$

7.1.4 Resum dels resultats

A la Taula 46 es mostren resumides les dades obtingudes de cabal i diàmetre de cada canonada, així com els valors de la longitud i el desnivell necessaris per al càlcul de la pèrdua de càrrega i la pressió a l'origen del sistema.

Taula 46: Resum dels cabals i diàmetres del sistema de reg.

	Q	D		L	Desnivell
	L/s	Exterior (mm)	Interior (mm)	m	m
Ramal	0,016	12	10	17,5	0
Secundària	0,70	40	35,2	24	2
Principal	2,09	63	56,6	54	0

7.2 Pressió necessària a l'entrada

7.2.1 Pèrdua de càrrega

La pèrdua de càrrega s'obté amb la fórmula de Hazen-Williams que es mostra a continuació:

$$\Delta h = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot Q^{(1,85)}$$

On:

- C = és el coeficient segons el tipus de material. En aquest cas es considera plàstic nou, és a dir que obté un valor de 150.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- L = és la longitud de la canonada en m.
- D = és el diàmetre de la canonada en m.
- Q = és el cabal en m³/s.

La pèrdua de càrrega total del sistema és el sumatori entre la pèrdua de càrrega continua i la localitzada.

La pèrdua de càrrega localitzada és la deguda als elements singulars de la instal·lació (vàlvules, colzes, emissors, connexions, etc.) i, en aquest cas, es considerarà d'un 20% de la pèrdua de càrrega continua.

Aplicant l'equació a cada canonada s'obtenen els resultats de la Taula 47.

Taula 47: Valors de les pèrdues de càrrega

	Pèrdua de càrrega (m)
Ramal	0,13
Secundària	0,42
Principal	0,71
Total continua	1,25
Total localitzada	0,25
Total	1,50

7.2.2 Pressió

Per determinar la pressió a l'entrada de la canonada principal, caldrà aplicar l'equació de l'energia entre els punts inicials i finals de cada canonada començant pel ramal fins obtenir la de la principal.

L'equació de l'energia es mostra a continuació:

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} - \Delta h_{AB} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2 \cdot g}$$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

On:

- Z = cota en m.
- P/γ = Pressió en m.
- $V^2/(2 \cdot g)$ = Velocitat de circulació de l'aigua en m/s.
- Δh = pèrdua de càrrega entre dos punts en m.

En aquest cas, el factor de la velocitat és igual a tots els punts, per a la qual cosa, s'elimina de la equació, obtenint:

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} - \Delta h_{AB} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma}$$

D'aquí s'aïlla la pressió del punt que no es coneix :

$$\frac{P_A}{\gamma} = (Z_B - Z_A) + \frac{P_B}{\gamma} + \Delta h_{AB}$$

A la Taula 48 es mostren les pressions a l'inici de cada canonada obtingudes pel procés descrit anteriorment.

Taula 48: Valors de pressió a l'inici de cada canonada.

	Pressió (m.c.a)
Ramal	10,46
Secundària	12,88
Principal	13,58

Com es pot observar, la pressió a l'inici de la canonada principal és de 13,58 m.c.a, el que és el mateix que 1,31 atm.

Aquesta pressió és la que aporta com a mínim el punt de sortida d'aigua que es troba actualment a la zona 2 de la coberta.

7.3 Reg de la zona 2

Al present apartat s'exposarà el mètode utilitzat per al càlcul hidràulic del reg de les jardineres de la zona 2.

El reg d'aquestes plantes serà manual, mitjançant mànegues de 30m de longitud com a màxim i 30 mm de diàmetre interior mínim, que es connectaran a la canonada principal a través de connectors en forma de T i una clau de pas distribuïts en aquesta canonada, als quals s'accedirà a través de caixes de registre visibles des de la superfície de la tarima. Concretament es disposarà de 3 punts de connexió, i es considerarà que només se'n connectarà una per cop. Al plànol 13 es pot observar la distribució d'aquests.

Els càlculs a executats es basen en comprovar si la pressió de la mànega serà suficient al seu punt més llunyà. En cas contrari s'hauran de modificar els diàmetres dels tubs.

El càlcul de la pèrdua de càrrega a la mànega amb l'equació de Hazen-Williams utilitzada anteriorment :

$$\Delta h = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot Q^{(1,85)}$$

On:

C= 150

L= 30 m

D= 30 mm

Q= 0,021 m³/s

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Amb aquestes dades s'obté que la pèrdua de càrrega és de 8,6 m. La pressió de sortida de la mànega és de 4,24 m.c.a, el que es considerarà una pressió suficient pel reg.

ANNEX 7. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. INTRODUCCIÓ

A la zona 2 del projecte s'hi inclourà il·luminació artificial amb objectiu ornamental, per a la qual cosa és necessari dimensionar una nova línia elèctrica a l'edifici. Com a presa de terra d'aquesta nova línia s'utilitzarà la ja existent a l'edifici.

Es pretén dimensionar una línia monofàsica per a la instal·lació de les lluminàries que es distribuïran tal i com es mostra al plànol 16 .Les lluminàries tindran làmpades LED de baixa intensitat, i aniran encastades a la tarima tal i com es pot veure a la Fig. 65 i a la Fig. 66.



Fig. 65: Exemple de LED encastat a tarima (Archiexpo, s.d)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

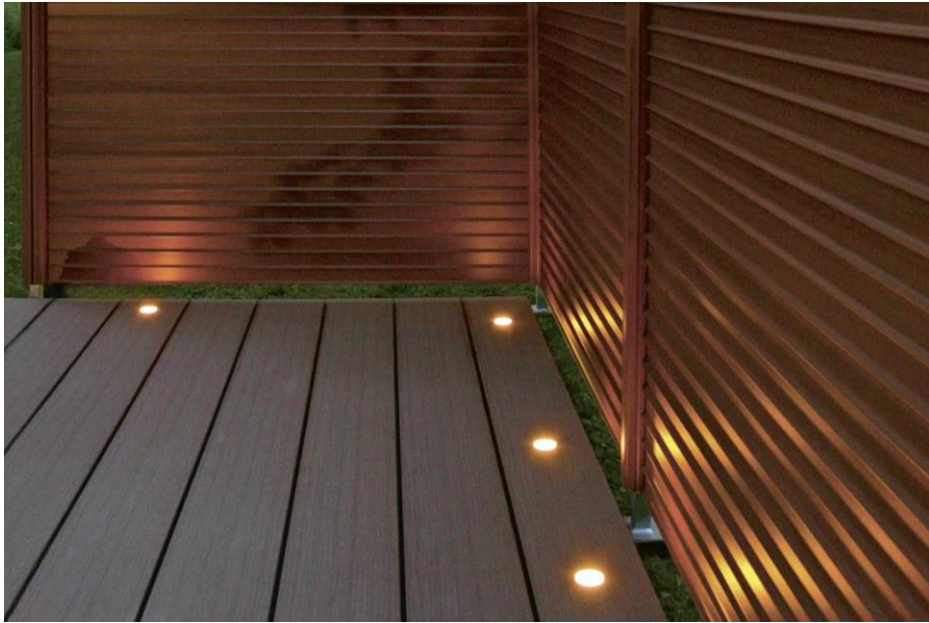


Fig. 66: LEDs encastats a una tarima de jardí. (Archiexpo, s.d)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. DIMENSIONAMENT DE LA LÍNIA

Les característiques dels cables i conductors elèctrics són les següents:

- Cable unipolar.
- Conductor de coure.
- Aïllant de PVC.
- Col·locat amb tub protector encastat.

Cada lluminària presenta una potència de 2,5 W i se'n col·locaran 14 a les ubicacions senyalades al plànol 16. La potència total de la línia és de 35 W.

A la Taula 49 es mostra el valor de la intensitat (I) de la línia i els valors utilitzats per a la seva determinació. L'equació utilitzada és:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

On:

I, és la intensitat en A.

P, és la potència en W.

V, és el voltatge en V.

$\cos \varphi$, és el factor de potència, que, en aquest cas, es considerarà de 0,9.

Taula 49: Dades per al càlcul de la intensitat

I (A)	P (W)	V (v)	$\cos \varphi$
0,17	35	230	0,9

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Un cop determinada la intensitat, es procedeix al càlcul de la secció de la línia per escalfament mitjançant la taula 1 de la ITC-BT-19 DEL Reglament Electrònic per a Baixa Tensió (REBT). Segons les característiques de la línia, la secció comercial més petita que es pot utilitzar és la de 1,5mm², ja que:

$$0,17A < 15A$$

A continuació es comprovarà la validesa d'aquesta secció per caiguda de tensió (cdt). La fórmula de cdt és la següent:

$$\%Cdt = \frac{2 * 100 * I * L * \cos \varphi}{x * S * 230}$$

On:

I, és la intensitat en A.

L, és la longitud de la línia en m.

Cos φ , és el factor de potència.

X, és la conductivitat característica de cada material en m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.

S, és la secció en mm².

Els valors de cada variant es troben a la Taula 50.

Taula 50: Valors de les dades per al càlcul del %Cdt.

I (A)	0,17
L (m)	152
cos φ	0,9
X (m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$)	56
S (mm ²)	1,5

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Substituint aquests valors a l'equació, s'obté que la caiguda de tensió és de 0,24%. Al ser aquest valor menor de 3% , la secció de 1,5 mm² és correcta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3. APARELLS DE PROTECCIÓ

Com a aparells de protecció s'inclouran a la instal·lació un interruptor magnetotèrmic de 1A i un interruptor diferencial de 25A/30mA.

Un interruptor diferencial, és un dispositiu que es col·loca a les instal·lacions elèctriques de corrent altern amb la finalitat de protegir les persones d'accidents provocats pel contacte amb la corrent elèctrica. Un interruptor magnetotèrmic protegeix la instal·lació de curtcircuits i sobrecàrregues. Per tant tots dos són de màxima importància a la instal·lació.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4. CONCLUSIÓ

Els components de la instal·lació elèctrica dimensionada i les seves característiques són:

- 14 Iluminàries LED de baixa potència encastades a la tarima.
- 152 m de conductor de coure i aïllant de PVC, col·locat amb tub protector sota la tarima.
- Es col·locarà 1 interruptor diferencial i un interruptor magnetotèrmic.
- Es tracta d'una nova línia de l'edifici existent.

ANNEX 8. PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ

5. INTRODUCCIÓ

La planificació de totes les obres és una part important del projecte, ja que permet estimar el temps i recursos necessaris per portar a terme les feines que componen aquestes obres. De la mateixa manera es pot portar un control del temps i els recursos durant l'execució.

El sistema utilitzat per als càlculs ha estat el PERT (Project Evaluation and Review Techniques), a partir del qual s'estableixen les relacions entre les activitats en funció de la seva dependència i la ruta òptima per a la seva execució, així com els camins crítics del projecte.

També s'ha elaborat un diagrama de Gantt, amb el qual es pot establir la simultaneïtat de les diferents activitats i el calendari de les obres.

6. CÀLCULS

6.1 Activitats i temps PERT

El primer pas per a planificar les obres és determinar quines seran les activitats que es portaran a terme durant el procés, la relació entre aquestes i el temps estimat en el que s'executarà cadascuna d'elles. En aquest cas s'han contemplat per separat les activitats de la zona 1 de les de la zona 2, ja que l'execució de cadascuna de les zones no influeix en les activitats de l'altra.

Per al càlcul de la durada de cada activitat és necessari utilitzar la següent fórmula:

$$t = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Essent:

t: el temps PERT (dies)

a: la durada optimista. Temps en que es podria executar l'activitat si totes les condicions són favorables (dies)

m: la durada més probable (dies).⁵

b: la durada pessimista. Temps en que es podria executar l'activitat si totes les condicions són desfavorables (dies).

Aplicant els passos esmentats s'han obtingut els resultats de la Taula 51.

⁵ En aquest cas el valor de la durada més probable (m), s'ha obtingut de la base de dades BEDEC de l'ITEC.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 51: Activitats i durada.

Zona 1						
Activitat	Descripció	a	m	b	t	Activitat precedent
A	Retirada de la grava i emmagatzament	1	2	3	2	-
B	Neteja de la superfície de treball	0,5	0,5	0,5	0,5	A
C	Col·locació de la làmina antiarrels i proves d'estanqueitat	3	4	5	4	B
D	Col·locació de la manta de protecció	2	3	4	3	C
E	Distribució dels perfils delimitadors	0,5	0,7	1	0,7	D
F	Col·locació del geotèxtil	1	1	1	1	E
G	Col·locació de les reixes sobre els embornals	0,1	0,2	0,4	0,2	E
H	Instal·lació del sistema de seguretat definitiu	0,5	1	1,5	1	F
I	Col·locació de la grava de les zones amb vegetació	0,25	0,6	1	0,6	H
J	Col·locació de la grava de les zones sense vegetació	0,25	0,6	1	0,6	G
K	Distribució del substrat	1	2	3	2,0	I,J
L	Instal·lació dels ramals de reg	3	4	5	4,0	K
M	Plantació	0,5	1	1,5	1	L
Zona 2						
Activitat	Descripció	a	m	b	t	Activitat precedent
A1	Instal·lació de les baranes de seguretat	1	1,7	2,4	1,7	-
B1	Retirada de la grava i emmagatzament	1	2	3	2	A1
C1	Neteja de la superfície de treball	1	1	1	1	B1
D1	Col·locació de la manta de protecció	3	3,5	4	3,5	C1
E1	Canvi de les claraboies	1	1,8	2,6	1,8	D1
F1	Instal·lació de les canonades principals de reg	2	3	4	3	D1
G1	Ubicació dels rastells de la tarima	6	7	8	7	D1, E1
H1	Col·locació de la grava	3,5	4	4,5	4	G1
I1	Instal·lació dels cables de l'enllumenat	0,5	1	1,5	1	H1
J1	Instal·lació de la part restant de la tarima	6	7	8	7	I1
K1	Col·locació de les lluminàries	0,2	0,5	1	0,5	J1
L1	Instal·lació del mobiliari urbà	0,4	0,6	1	0,6	J1
M1	Col·locació de la vegetació en contenidor	0,4	0,6	1	0,6	J1

6.2 Temps *early* i temps *last*

6.2.1 Temps *early*

El temps *early* d'un succés indica el temps mínim que ha de passar per iniciar i acabar a aquest succés. Es calcula de la següent manera:

$$t_j = \text{màx}(t_i + t_{ij})$$

Essent:

t_j : el temps *early* del final de l'activitat (dies)

t_i : el temps *early* de l'inici de l'activitat (dies).

t_{ij} : el temps total de la durada de l'activitat (dies).

6.2.2 Temps *last*

El temps *last* d'un succés indica el temps màxim que ha de passar per iniciar i acabar aquest succés per a que no afecti a la planificació inicial de les obres. Es determina mitjançant la fórmula que s'indica a continuació.

$$t_i^* = \text{mín}(t_j^* - t_{ij})$$

Essent:

t_i^* : temps last de l'inici de l'activitat (dies).

t_j^* : temps last del final de l'activitat (dies).

t_{ij} : durada de l'activitat (dies).

6.3 Càlcul de les folgances

6.3.1 Folgança total d'una activitat

La folgança total d'una activitat indica el nombre d'unitats de temps que es pot retardar l'execució de l'activitat amb respecte al seu temps PERT previst, sense que la durada total de l'execució del projecte experimenti cap retard. El seu valor es determina a partir de la fórmula següent:

$$F_{ij}^T = t_j^* - t_i - t_{ij}$$

On:

F_{ij}^T : folgança total de l'activitat (dies).

t_j^* : temps *last* del final de l'activitat (dies).

t_i : temps *early* de l'inici de l'activitat (dies).

t_{ij} : temps PERT o durada de l'activitat (dies).

6.3.2 Folgança lliure d'una activitat

La folgança lliure indica la quantitat de folgança disponible després de realitzar una activitat si totes les activitats comencen i finalitzen en el seu temps *early*. L'equació per determinar aquest paràmetre és la següent:

$$F_{ij}^L = t_j - t_i - t_{ij}$$

Essent:

F_{ij}^L : folgança lliure de l'activitat (dies).

t_j : temps *early* del final de l'activitat (dies).

t_i : temps *early* de l'inici de l'activitat (dies).

t_{ij} : temps PERT o durada de l'activitat (dies).

6.3.3 Folgança independent d'una activitat

La folgança independent indica la quantitat de folgança disponible després de realitzar una activitat si totes les activitats comencen en el seu temps *last* i finalitzen en el seu temps *early*.

$$F_{ij}^I = t_j - t_i^* - t_{ij}$$

On:

F_{ij}^I : folgança independent de l'activitat (dies).

t_j : temps *early* del final de l'activitat (dies).

t_i^* : temps *last* de l'inici de l'activitat (dies).

t_{ij} : temps PERT o durada de l'activitat (dies).

6.4 Resultats dels temps *early* i *last* i de les folgances

D'acord amb el procés descrit en els paràgrafs anteriors, els valors dels temps *early*, temps *last* i de les folgances es mostren a la Taula 52.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 52: Valors dels temps early, temps last i de les folgances de cada activitat.

Zona 1							
Activitat	t_i	t_j	t_i^*	t_j^*	F_{ij}^T	F_{ij}^L	F_{ij}^I
A	0	2	0	2	0	0	0
B	2	2,5	2	3	0	0	0
C	2,5	6,5	3	7	0	0	0
D	6,5	9,5	7	10	0	0	0
E	9,5	10,2	10	10	0	0	0
F	10,2	11,2	10,2	11,2	0	0	0
G	10,2	10,4	12,0	12,2	1,8	0	-1,8
H	11,2	12,2	11,2	12,2	0	0	0
I	12,2	12,8	12,2	12,8	0	0	0
J	10,4	11,0	12,2	12,8	1,8	0	-1,8
K	12,8	14,8	12,8	14,8	0	0	0
L	14,8	18,8	14,8	18,8	0	0	0
M	18,8	19,8	18,8	19,8	0	0	0
Zona 2							
Activitat	t_i	t_j	t_i^*	t_j^*	F_{ij}^T	F_{ij}^L	F_{ij}^I
A1	0	1,7	17,8	19,5	17,8	0	-17,8
B1	1,7	3,7	19,5	21,5	17,8	0	-17,8
C1	3,7	4,7	18,2	19,2	14,5	0	-14,5
D1	4,7	8,2	21,5	25	16,8	0	-16,8
E1	8,2	10	19,2	21	11	0	-11
F1	8,2	11,2	25	28	16,8	0	-16,8
G1	10	17	10	17	0	0	0
H1	17	21	17	21	0	0	0
I1	21	22	26,5	27,5	5,5	0	-5,5
J1	21	28	21	28	0	0	0
K1	28	28,5	27,5	28	-0,5	0	0,5
L1	28	28,6	28,0	28,6	0	0	0
M1	28	28,6	28,0	28,6	0	0	0

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Les activitats que presenten una folgança total igual a 0, allargarien l'execució del projecte si patissin qualsevol retard, i per tant, són les que formen part del camí crític de la planificació.

7. DIAGRAMA PERT

El diagrama PERT mostra les activitats en l'ordre d'execució i la dependència de cadascuna d'elles amb la resta. Les fletxes indiquen el sentit de l'ordre d'execució, si aquestes son vermelles formen part del camí crític.

Com ja s'ha esmentat, s'han planificat les activitats per zones, ja que no hi ha dependència entre elles, per tant, també s'han realitzat 2 diagrames com es pot veure a la Fig. 67 i a la Fig. 68.

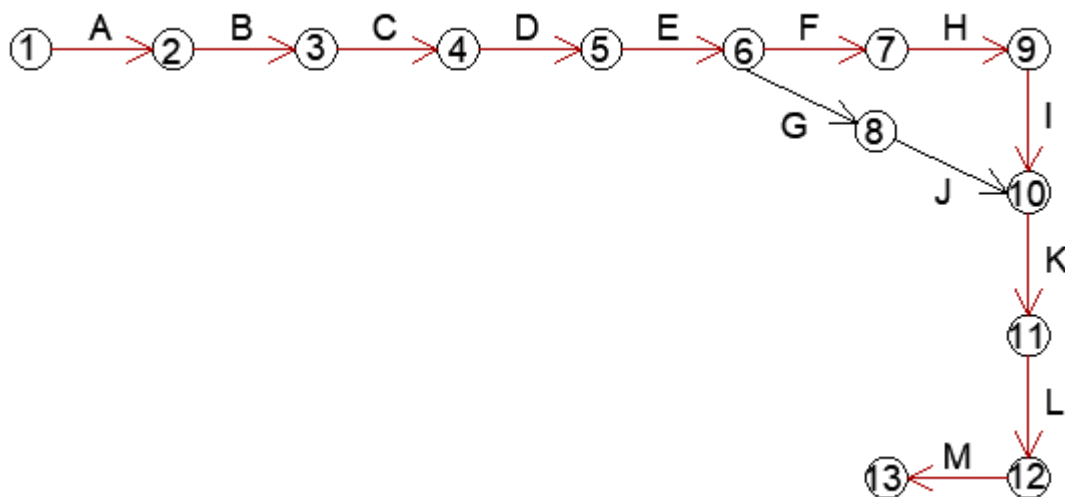


Fig. 67: Diagrama PERT de la zona 1.

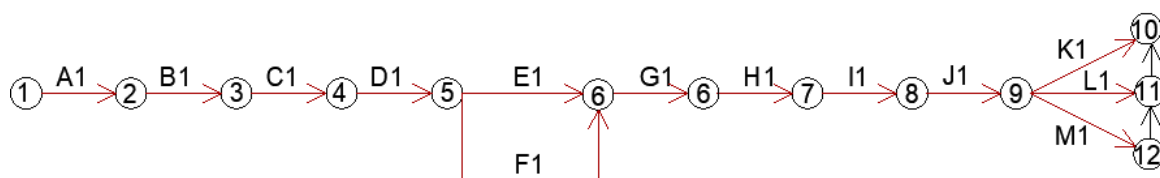


Fig. 68: Diagrama PERT de la zona 2.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

8. DIAGRAMA DE GANTT

S'ha considerat com a data òptima per a la plantació els mesos de tardor, ja que són els que presenten més precipitacions al mateix temps que temperatures moderades. La data d'inici de les obres serà el dia 02/09/2019.

A partir de les durades (temps PERT) de cada activitat s'ha obtingut un diagrama de Gantt (Fig. 69, Fig. 70), que també mostra el camí crític en vermell i les dependències.

S'han considerat jornades laborals de 8 hores diàries, i no s'ha tingut en compte altres dies festius possibles més que el dissabte i el diumenge de cada setmana.

El temps d'execució (comptant només els dies laborables) és de 19 dies per la zona 1 i 37 per la zona 2.

Annex 8. Programació de l'execució.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

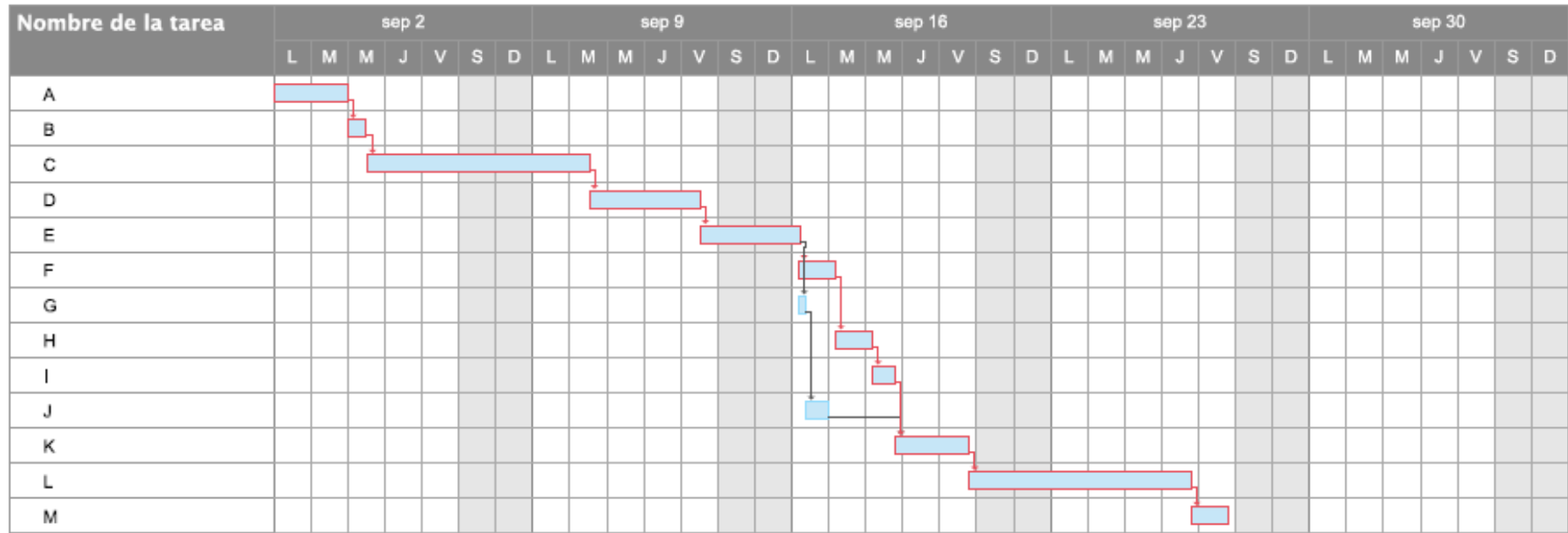


Fig. 69: Diagrama de Gantt de la zona 1.

Annex 8. Programació de l'execució.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

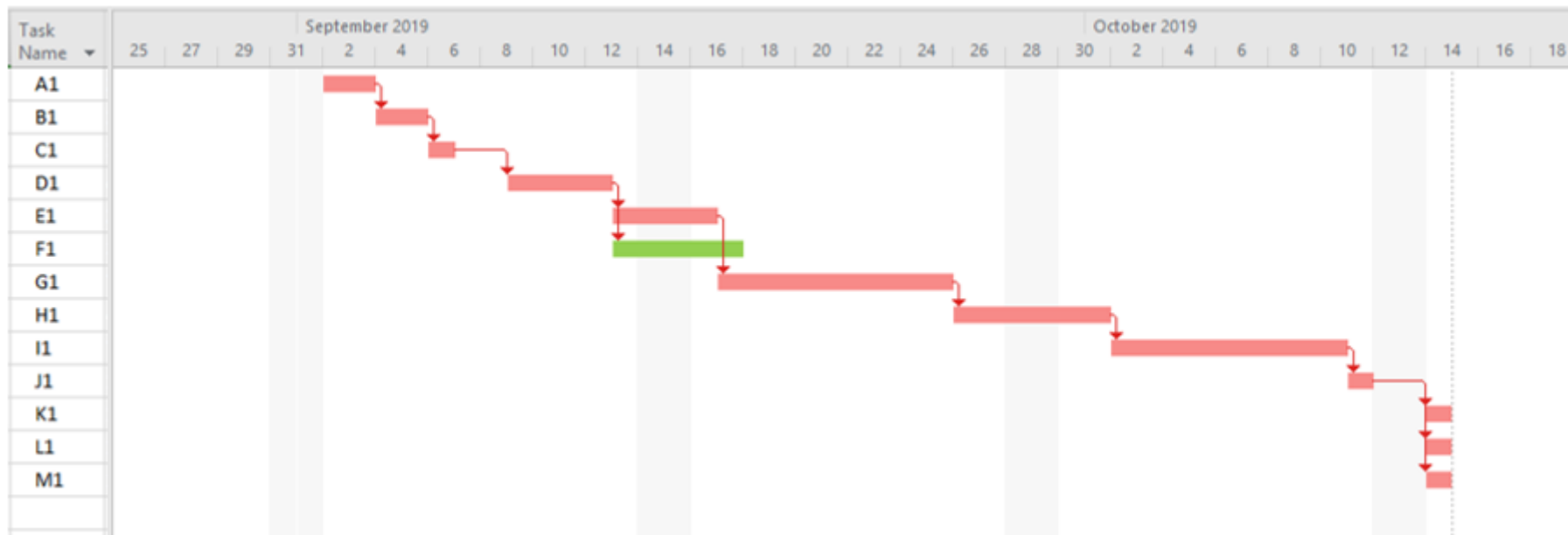


Fig. 70: Diagrama de Gantt de la zona 2.

ANNEX 9. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Àmbit del projecte

Les obres d'aquest projecte corresponen a la instal·lació d'una coberta verda a l'edifici P2 de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona, on s'hi portaran a terme moviments de terra, muntatge i desmuntatge d'elements prefabricats i manteniment de les instal·lacions realitzades.

1.2 Objecte

Aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut estableix, durant l'execució d'aquesta obra, les previsions respecte a la prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals, així com informació útil per efectuar en el seu dia, en les degudes condicions de seguretat i salut, els previsibles treballs posteriors de manteniment.

Servirà per donar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora per dur a terme les seves obligacions en el terreny de la prevenció de riscos professionals, facilitant el seu desenvolupament, d'acord amb el Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut a les obres de construcció.

En base a l'art. 7è, i en aplicació d'aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, el contractista ha d'elaborar un Pla de Seguretat i Salut en el treball en el qual s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i complementin les previsions contingudes en el present document.

El Pla de Seguretat i Salut haurà de ser aprovat abans de l'inici de l'obra pel Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o, quan no n'hi hagi, per la Direcció Facultativa. En cas d'obres de les Administracions Públiques s'haurà de sotmetre a l'aprovació d'aquesta Administració.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Es recorda l'obligatorietat de què a cada centre de treball hi hagi un Llibre d'Incidències pel seguiment del Pla. Les anotacions fetes al Llibre d'Incidències hauran de posar-se en coneixement de la Inspecció de Treball i Seguretat Social, en el termini de 24 hores, quan es produeixin repeticions de la incidència.

Segons l'art. 15è del Reial Decret, els contractistes i sots-contractistes hauran de garantir que els treballadors rebin la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut a l'obra.

La comunicació d'obertura del centre de treball a l'autoritat laboral competent haurà d'incloure el Pla de Seguretat i Salut, s'haurà de fer prèviament a l'inici d'obra i la presentaran únicament els empresaris que tinguin la consideració de contractistes.

El Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o qualsevol integrant de la Direcció Facultativa, en cas d'apreciar un risc greu imminent per a la seguretat dels treballadors, podrà aturar l'obra parcialment o totalment, comunicant-lo a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista, sots-contractistes i representants dels treballadors.

Les responsabilitats dels coordinadors, de la Direcció Facultativa i del promotor no eximiran de les seves responsabilitats als contractistes i als sots-contractistes (art. 11è).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. DADES IDENTIFICATIVES I DEL PROJECTE

Ubicació del projecte

Ús	Zona verda
Població	Girona
Codi Postal	17003
Província	Girona

Dades del promotor

Nom	Universitat de Girona
NIF	Q-6750002E

Dades del projectista

Nom	Ariana Secchi Tarrés
DNI/NIE	X7471298R

Comunicacions de la zona del projecte

Carretera	N-II
Tren	Estació de Girona
Línia de metro	No disponible
Línia de bus	L11 i L8

Subministrament i serveis

Aigua	Aigües de Girona, Salt i Sarrià
Gas	Gas Natural
Electricitat	Endesa

Localització de serveis assistencials, salvament i seguretat i mitjans d'evacuació

Hospital	Hospital Josep Trueta
CAP	CAP Montilivi
Ambulàncies	61
Bombers	85
Polícia	88
General	112

2.1 Pressupost d'execució material del projecte

El pressupost total d'execució material ascendeix a DOS-CENTS DISET MIL QUATRE-CENTS VINT-I-DOS EUROS AMB VUITANTA-QUATRE CÈNTIMS (217.422,84 €).

2.2 Mà d'obra prevista

S'indica a la memòria tècnica

2.3 Oficis que poden intervenir en el projecte

- Operadors de maquinària d'elevació
- Instal·ladors de impermeabilitzants
- Instal·ladors d'equipaments especials
- Jardiners
- Muntadors de sistemes de seguretat col·lectiva
- Muntadors de sistemes de seguretat individuals
- Muntadors d'estructures de fusta
- Fusters
- Manyans
- Instal·ladors de mobiliari urbà
- Instal·ladors de sistemes de reg

2.4 Maquinària prevista en l'execució de l'obra

MÀQUINES PER A PRODUCCIÓ I TRANSFORMACIÓ D'ENERGIA ELÈCTRICA,
HIDRÀULICA I PNEUMÀTICA

- Grups electrògens.
- Transformadors i centres de transformació.
- Compressors.

MÀQUINES PER A BOMBEIG I ELEVACIÓ DE LÍQUIDS

- Grups de pressió.

MÀQUINES PER A ELEVACIÓ I MANIPULACIÓ

- Grua sobre pneumàtics autopropulsada

MÀQUINES PER A TRANSPORT PER CARRETERES

- Camions

3. PRINCIPIS D'ACCIÓ PREVENTIVA

3.1 Principis generals aplicables al projecte d'obra

De conformitat amb la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, els principis generals de prevenció en matèria de seguretat i salut previstos al seu article 15, haurien de ser presos en consideració pel projectista en les fases de concepció, estudi i elaboració

- Evitar els riscos
- Avaluar els riscos que no es puguin evitar
- Combatre els riscos en el seu origen
- Adaptar el treball a la persona, per a atenuar el treball monòton i repetitiu i
- Reduir els efectes del mateix en la salut
- Substituir el que és perillós pel que comporti poc o cap perill
- Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri en ella la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball
- Adoptar mesures que sobreposin la protecció col·lectiva a la individual
- Prendre les decisions constructives, tècniques i d'organització amb la finalitat de planificar els diferents treballs que es desenvoluparan simultània o successivament
- Estimar la durada requerida per a l'execució dels diferents treballs

3.2 Principis generals a aplicar durant l'execució de l'obra

El coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra haurà de desenvolupar les següents funcions:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Coordinar l'aplicació en l'obra del dispostat, en matèria de seguretat i salut, en el projecte
- Donar les instruccions als treballadors
- Tenir en compte les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encarregar-los les tasques
- Garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.

4. IDENTIFICACIÓ DELS PRINCIPALS RISCOS EXISTENTS

4.1 Riscos que es poden donar durant tot el procés

- Sobreesforços derivats de postures incorrectes
- Bolcada de piles de materials.
- Desplomament i/o caiguda de maquinària d'obra
- Caiguda de la càrrega transportada
- Cops i entrebancades
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caiguda de materials, rebots.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc.)
- Atropellaments i topades amb altres vehicles.
- Accidents derivats de les condicions atmosfèriques.

4.2 Treballs relacionats amb el moviment de graves i substrats

Els riscos específics que es poden donar en aquests treballs són:

- Bolcada de piles de materials.
- Desplomament i/o caiguda de maquinària d'obra
- Riscos derivats del funcionament de grues
- Caiguda de la càrrega transportada
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Ambient excessivament sorollós
- Projecció de partícules.

Per a la protecció del personal serà obligatori l'ús de casc i botes de seguretat amb puntera metàl·lica, homologats pel Ministeri d'Ocupació i Seguretat Social.

És preceptiva la utilització de granota de treball.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Sempre que les condicions de treball exigeixin altres elements de protecció, es dotarà als treballadors dels mateixos

4.3 Treballs de retirada i instal·lació de l'impermeabilitzant

Els riscos específics d'aquestes feines són:

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Talls i punxades
- Contacte amb materials agressius
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.4 Treballs de fusteria

Els riscos específics que es poden donar durant la instal·lació dels elements de fusta, com la tarima o el mobiliari urbà, són:

- Talls i punxades
- Generació excessiva de pols
- Caiguda de piles de materials

4.5 Treballs de jardineria

Els riscos específics que es poden donar en els treballs de jardineria, com ho són la plantació i la col·locació de la vegetació en contenidor, són:

- Talls i punxades
- Caiguda de piles de materials

4.6 Instal·lacions

Els riscos específics de les feines de instal·lacions (reg i sistema de bombeig), són:

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- interferències amb instal·lacions de subministrament d'aigua, electricitat, gas, etc.
- Talls i punxades
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Caigudes de pals i antenes.
- Cremades per encenedors durant operacions d'escalfament.
- Electrocutió o cremades per mala protecció dels quadres elèctrics.
- Electrocutió o cremades per maniobres incorrectes a les línies.
- Electrocutió o cremades per l'ús d'eines sense aïllament.
- Electrocutió o cremades per pont dels mecanismes de protecció.
- Electrocutió o cremades per connexions directes sense clavilla mascle-femella.
- Incendi per instal·lació incorrecte de la xarxa elèctrica.
- Els derivats de les caigudes de tensió a la instal·lació per sobrecàrrega.
- Mal funcionament dels mecanismes i sistemes de protecció.
- Mal comportament de les preses de terra.

5. RELACIÓ NO EXHAUSTIVA DELS TREBALLS QUE IMPLIQUEN RISCOS ESPECIALS

La relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials, segons s'indica a l'Annex II del R.D. 1627/1997, és la següent:

- Treballs amb riscos especialment greus de sepultament, enfonsament o caiguda d'altura, per les particulars característiques de l'activitat desenvolupada, els procediments aplicats o l'entorn del lloc de treball.
- Treballs en els quals l'exposició a agents químics o biològics suposi un risc d'especial gravetat, o pels quals la vigilància específica de la salut dels treballadors sigui legalment exigible.
- Treballs amb exposició a radiacions ionitzants pels quals la normativa específica obligui a la delimitació de zones controlades o vigilades.
- Treballs en la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió.

6. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT

Disposicions mínimes específiques relatives a llocs de treball en les obres a l'exterior de locals.

Les obligacions previstes en la present part de l'annex s'aplicaran sempre que ho exigeixin les característiques de l'obra o de l'activitat, les circumstàncies o qualsevol risc.

6.1 Estabilitat

- Els llocs de treball mòbils o fixos situats per sobre o per sota del nivell del sòl hauran de ser sòlids i estables tenint en compte:
 - 1) El nombre de treballadors que els ocupin.
 - 2) Les càrregues màximes que, si escau, puguin haver de suportar, així com la seva distribució.
 - 3) Els factors externs que poguessin afectar-los.

- En el cas que els suports i els altres elements d'aquests llocs de treball no posseïssin estabilitat pròpia, s'haurà de garantir la seva estabilitat mitjançant elements de fixació apropiats i segurs amb la finalitat d'evitar qualsevol desplaçament inesperat o involuntari del conjunt o de part d'aquests llocs de treball.

- S'ha de verificar de manera apropiada l'estabilitat i la solidesa, i especialment després de qualsevol modificació de l'altura o de la profunditat del lloc de treva.

6.2 Caiguda d'objectes

- Els treballadors hauran d'estar protegits contra la caiguda d'objectes o materials; per això s'utilitzaran, sempre que sigui tècnicament possible, mesures de protecció col·lectiva.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Quan sigui necessari, s'establiran passos coberts o s'impedirà l'accés a les zones perilloses.
- Els materials d'aplec, equips i eines de treball s'han de col·locar o emmagatzemar de manera que s'eviti la seva caiguda o bolcada.

6.3 Caigudes d'altura

- Les plataformes, bastides i passarel·les, així com els desnivells, buits i obertures existents en els pisos de les obres, que suposin per als treballadors un risc de caiguda d'alçada superior a 2 metres, es protegiran mitjançant baranes o un altre sistema de protecció col·lectiva de seguretat equivalent. Les baranes seran resistents, tindran una alçada mínima de 90 centímetres i disposaran d'una vora de protecció, un passamans i una protecció intermèdia que impedeixin el pas o lliscament dels treballadors.
- Els treballs en altura només podran efectuar-se, en principi, amb l'ajuda d'equips concebuts per a aquesta finalitat o utilitzant dispositius de protecció col·lectiva, com ara baranes, plataformes o xarxes de seguretat. Si per la naturalesa del treball això no fos possible, haurà de disposar de mitjans d'accés segurs i utilitzar cinturons de seguretat amb ancoratge o altres mitjans de protecció equivalent.
- L'estabilitat i solidesa dels elements de suport i el bon estat dels mitjans de protecció s'han de verificar prèviament al seu ús, posteriorment de forma periòdica i cada vegada que les seves condicions de seguretat puguin resultar afectades per una modificació, període de no utilització o qualsevol altra circumstància.

6.4 Factors atmosfèrics

Haurà de protegir-se als treballadors contra les inclemències atmosfèriques que poden comprometre la seva seguretat i salut.

6.5 Escales

Les escales de mà han de complir les condicions de disseny i utilització assenyalades en el Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.

6.6 Aparells elevadors

Els aparells elevadors i els accessoris de hissats utilitzats en les obres, s'han d'ajustar al que disposa la seva normativa específica.

En tot cas, i fora de perill de disposicions específiques de la normativa esmentada, els aparells elevadors i els accessoris de hissats hauran de satisfer les condicions que s'assenyalen en els següents punts d'aquest apartat:

- Els aparells elevadors i els accessoris de hissats, inclosos els seus elements constitutius, els seus elements de fixació, ancoratges i suports, han de:
 - 1) Ser de bon disseny i construcció i tenir una resistència suficient per a l'ús a què estiguin destinats.
 - 2) Instal·lar-se i utilitzar-se correctament.
 - 3) Mantenir-se en bon estat de funcionament.
 - 4) Ser manejats per treballadors qualificats que hagin rebut una formació adequada.
- En els aparells elevadors i en els accessoris de hissats s'haurà de col·locar, de manera visible, la indicació del valor de la seva càrrega màxima.
- Els aparells elevadors, de la mateixa manera que els seus accessoris, no es poden utilitzar per a fins diferents d'aquells als quals estiguin destinats.

6.7 Vehicles i maquinària per al moviment de terres i manipulació de materials

Els vehicles i maquinària per a moviments de terres i manipulació de materials hauran d'ajustar-se al que disposa la normativa específica.

En tot cas, i fora de perill de disposicions específiques de la normativa esmentada, els vehicles i maquinària per a moviments de terres i manipulació de materials hauran de satisfer les condicions que s'assenyalen en els següents punts d'aquest apartat.

- Tots els vehicles i tota maquinària per a moviments de terres i per a manipulació de materials hauran de:
 - 1) Estar ben projectats i construïts, tenint en compte, en la mesura del possible, els principis de l'ergonomia.
 - 2) Mantenir-se en bon estat de funcionament.
 - 3) Utilitzar-se correctament.

- Els conductors i personal encarregat de vehicles i maquinàries per a moviments de terres i manipulació de materials hauran de rebre una formació especial.
- S'han d'adoptar mesures preventives per evitar que caiguin en les excavacions o a l'aigua vehicles o maquinàries per a moviment de terres i manipulació de materials.
- Quan sigui adequat, les maquinàries per a moviments de terres i manipulació de materials hauran d'estar equipades amb estructures concebudes per protegir al conductor contra l'aixafament, en cas de bolcada de la màquina, i contra la caiguda d'objectes.

6.8 Instal·lacions, màquines y equips:

Les instal·lacions, màquines i equips utilitzats en les obres s'han d'ajustar al que disposa la seva normativa específica.

En tot cas, i fora de perill de disposicions específiques de la normativa esmentada, les instal·lacions, màquines i equips hauran de satisfer les condicions que s'assenyalen en els següents punts d'aquest apartat.

- Les instal·lacions, màquines i equips, incloses les eines manuals o sense motor, han de:
 - 1) Estar ben projectats i construïts, tenint en compte, en la mesura del possible, els principis de l'ergonomia.
 - 2) Mantenir-se en bon estat de funcionament.
 - 3) Utilitzar-se exclusivament per als treballs que hagin estat dissenyats.
 - 4) Ser manejats per treballadors que hagin rebut una formació adequada.
- Les instal·lacions i els aparells a pressió s'han d'ajustar al que disposa la seva normativa específica.

6.9 Instal·lacions de distribució d'energia

- S'han de verificar i mantenir amb regularitat les instal·lacions de distribució d'energia presents en l'obra, en particular les que estiguin sotmeses a factors externs.
- Les instal·lacions existents abans del començament de l'obra hauran d'estar localitzades, verificades i senyalitzades clarament.
- Quan hi hagi línies d'estesa elèctrica aèries que puguin afectar la seguretat en l'obra serà necessari desviar-les fora del recinte de l'obra o deixar-les sense tensió. Si això no fos possible, es col·locaran barreres o avisos perquè els vehicles i les instal·lacions es mantinguin allunyats de les mateixes. En el cas que vehicles de l'obra haguessin de circular sota l'estesa s'utilitzaran una senyalització d'advertència i una protecció de delimitació d'altura.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

La present part de l'annex serà d'aplicació a la totalitat de l'obra, inclosos els llocs de treball en les obres a l'interior o l'exterior.

6.10 Instal·lacions de subministrament y repartició d'energia

La instal·lació elèctrica de les zones de treball a les obres haurà d'ajustar-se al disposat a la normativa específica.

En tot cas, tal instal·lació haurà de satisfer les condicions que se senyalen a continuació:

- Les instal·lacions s'han de projectar, realitzar i utilitzar de manera que no comportin perill d'incendi ni d'explosió i de manera que les persones estiguin degudament protegides contra els riscos d'electrocució per contacte directe o indirecte.
- El projecte, la realització i l'elecció del material i dels dispositius de protecció hauran de tenir en compte el tipus i la potència de l'energia subministrada, les condicions dels factors externs i la competència de les persones que tinguin accés a parts de la instal·lació .

6.11 Altres feines específiques

A les feines en cobertes hauran d'adoptar-se les mesures de protecció col·lectiva que siguin necessàries, en atenció a l'altura, la inclinació o possible caràcter o estat relliscós, per evitar la caiguda de treballadors, eines o materials. Així mateix quan s'hagi de treballar sobre o a prop de superfícies fràgils, s'hauran de prendre les mesures preventives adequades per evitar que els treballadors les trepitgin inadvertidament o caiguin a treves seu.

6.12 Vies i sortides d'emergència

- Les vies i sortides d'emergència hauran de romandre expedites i desembocar el més directament possible en una zona de seguretat.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- En cas de perill, tots els llocs de treball hauran de poder evacuar ràpidament i en condicions de màxima seguretat per als treballadors.
- El nombre, la distribució i les dimensions de les vies i sortides d'emergència dependran de l'ús, dels equips i de les dimensions de l'obra i dels locals, així com del nombre màxim de persones que puguin estar present en ells.
- Les vies i sortides específiques d'emergència hauran de senyalitzar conforme al Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball. Aquesta senyalització s'ha de fixar en els llocs adequats i tenir la resistència suficient.
- Les vies i sortides d'emergència, així com les vies de circulació i les portes que donin accés a elles, no han d'estar obstruïdes per cap objecte, de manera que puguin utilitzar-se sense traves en qualsevol moment.
- En cas d'avaría del sistema d'enllumenat, les vies i sortides d'emergència que requereixin il·luminació hauran d'estar equipades amb il·luminació de seguretat de suficient intensitat.

6.13 Detecció i lluita contra incendis

- Segons les característiques de l'obra i segons les dimensions i l'ús de la zona, els equips presents, les característiques físiques i químiques de les substàncies o materials que es trobin presents així com el nombre màxim de persones que puguin trobar-se en ells, s'haurà de preveure un nombre suficient de dispositius apropiats de lluita contra incendis i, si fos necessari, de detectors d'incendis i de sistemes d'alarma.
- Aquests dispositius de lluita contra incendis i sistemes d'alarma s'han de verificar i mantenir amb regularitat. S'han de fer, a intervals regulars, proves i exercicis adequats.
- Els dispositius no automàtics de lluita contra incendis hauran de ser de fàcil accés i manipulació.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Han d'estar senyalitzats conforme al Reial Decret sobre senyalització de seguretat i salut en el treball. Aquesta senyalització s'ha de fixar en els llocs adequats i tenir la resistència suficient.

6.14 Exposició de riscos particulars

- Els treballadors no hauran d'estar exposats a nivells sonors nocius ni a factors externs nocius (per exemple, gasos, vapors, pols).

6.15 Temperatura

La temperatura ha de ser l'adequada per a l'organisme humà durant el temps de treball, quan les circumstàncies ho permetin, tenint en compte els mètodes de treball que s'apliquin i les càrregues físiques imposades als treballadors.

6.16 Il·luminació

- Els llocs de treball, els locals i les vies de circulació en l'obra hauran de disposar, en la mesura del possible, de suficient llum natural i tenir una il·luminació artificial adequada durant la nit i quan no sigui suficient la llum natural . Si és el cas, s'utilitzaran punts d'il·luminació portàtils amb protecció antixocs. El color utilitzat per a la il·luminació artificial no podrà alterar o influir en la percepció de les senyals o panells de senyalització.
- Les instal·lacions d'il·luminació, dels llocs de treball i de les vies de circulació hauran d'estar col·locades de tal manera que el tipus d'il·luminació previst no suposi risc d'accident per als treballadors.
- Els locals, els llocs de treball i les vies de circulació en els quals els treballadors estiguin particularment exposats a riscos en cas d'avaría de la il·luminació artificial han de tenir una il·luminació de seguretat d'intensitat suficient.

6.17 Vies de circulació i zones perilloses

- Les vies de circulació, incloses les escales, les escales fixes i els molls i rampes de càrrega hauran d'estar calculats, situats, condicionats i preparats per al seu ús de manera que es puguin utilitzar fàcilment, amb tota seguretat i conforme a l'ús al qual se'ls hagi destinat i de manera que els treballadors emprats en les proximitats d'aquestes vies de circulació no corrin cap risc.
- Les dimensions de les vies destinades a la circulació de persones o de mercaderies, incloses aquelles en les que es realitzin operacions de càrrega i descàrrega, es calcularan d'acord amb el nombre de persones que puguin utilitzar-les i amb el tipus d'activitat.
- Quan s'utilitzin mitjans de transport en les vies de circulació, s'haurà de preveure una distància de seguretat suficient o mitjans de protecció adequats per a les altres persones que puguin estar presents en el recinte.
- Se senyalitzaran clarament les vies i es procedirà regularment al seu control i manteniment.
- Les vies de circulació destinades als vehicles hauran d'estar situades a una distància suficient de les portes, portes, passos de vianants, corredors i escales.
- Si en l'obra hagués zones d'accés limitat, aquestes zones han d'estar equipades amb dispositius que evitin que els treballadors no autoritzats puguin penetrar en elles. S'han de prendre totes les mesures adequades per protegir els treballadors que estiguin autoritzats a penetrar en les zones de perill. Aquestes zones han d'estar senyalitzades de manera clarament visible.

6.18 Primers auxilis

- Serà responsabilitat de l'empresari garantir que els primers auxilis puguin prestar-se en tot moment per personal amb la suficient formació per a això. Així mateix, s'han d'adoptar mesures per a garantir l'evacuació, a fi de rebre cures mèdiques, dels treballadors accidentats o afectats per una indisposició sobtada.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Quan la mida de l'obra o el tipus d'activitat ho requereixin, s'haurà de comptar amb un o diversos locals per a primers auxilis.
- Els locals per a primers auxilis hauran d'estar dotats de les instal·lacions i el material de primers auxilis indispensables i tenir fàcil accés per a les lliteres. Han d'estar senyalitzats conforme al Reial Decret sobre senyalització de seguretat i salut en el treball.
- En tots els llocs en què les condicions de treball ho requereixin s'haurà de disposar també de material de primers auxilis, degudament senyalitzat i de fàcil accés.
- Una senyalització clarament visible haurà d'indicar l'adreça i el número de telèfon del servei local d'urgència.

6.19 Serveis higiènics

- Quan els treballadors hagin de portar roba especial de treball hauran de tenir a la seva disposició vestidors adequats.
- Els vestuaris hauran de ser de fàcil accés, tenir les dimensions suficients i disposar de seients i instal·lacions que permetin a cada treballador posar a assecat, si cal, la seva roba de treball.
- Quan les circumstàncies ho exigeixin (per exemple, substàncies perilloses, humitat, brutícia), la roba de treball s'ha de poder guardar separada de la roba de carrer i dels efectes personals.
- Quan els vestuaris no siguin necessaris, en el sentit del paràgraf primer d'aquest apartat, cada treballador haurà de poder disposar d'un espai per posar la seva roba i els seus objectes personals sota clau.
- Quan el tipus d'activitat o la salubritat ho requereixin, s'han de posar a disposició dels treballadors dutxes apropiades i en nombre suficient.
- Les dutxes han de tenir dimensions suficients per permetre que qualsevol treballador es renti sense obstacles i en adequades condicions d'higiene. Les dutxes han de disposar d'aigua corrent, calenta i freda.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Quan, d'acord amb el paràgraf primer d'aquest apartat, no siguin necessàries dutxes, haurà d'haver lavabos suficients i apropiats amb aigua corrent, calenta si cal, a prop dels llocs de treball i dels vestuaris.
- Si les dutxes o els lavabos i els vestuaris estiguessin separats, la comunicació entre uns i altres ha de ser fàcil.
- Els treballadors hauran de disposar en les proximitats dels seus llocs de treball, dels locals de descans, dels vestuaris i de les dutxes o lavabos, de locals especials equipats amb un nombre suficient d'excusats.
- Els vestuaris, dutxes, lavabos i excusats han d'estar separats per a homes i dones, o s'ha de preveure una utilització per separat dels mateixos.

6.20 Locals de descans o allotjament

- Quan ho exigeixin la seguretat o la salut dels treballadors, en particular a causa del tipus d'activitat o el nombre de treballadors, i per motius d'allunyament de l'obra, els treballadors han de poder disposar de locals de descans i, si escau, de locals d'allotjament de fàcil accés.
- Els locals de descans o d'allotjament han de tenir unes dimensions suficients i estar moblats amb un nombre de taules i de seients amb respall d'acord amb el nombre de treballadors.
- Quan no hi hagi aquest tipus de locals s'haurà de posar a disposició del personal un altre tipus d'instal·lacions perquè puguin ser utilitzades durant la interrupció del treball.
- Quan hi hagi locals d'allotjament fixos, hauran de disposar de serveis higiènics en nombre suficient, així com d'una sala per menjar i una altra d'esplai.
- Aquests locals hauran d'estar equipats de llits, armaris, taules i cadires amb respall acords al nombre de treballadors, i s'haurà de tenir en compte, si escau, per la seva assignació, la presència de treballadors d'ambdós sexes.
- En els locals de descans o d'allotjament s'han de prendre mesures adequades de protecció per als no fumadors contra les molèsties degudes al fum del tabac.

6.21 Dones embarassades i mares lactants

Les dones embarassades i les mares lactants hauran de tenir la possibilitat de descansar tombades en condicions adequades.

6.22 Treballadors minusvàlids

Els llocs de feina hauran d'estar condicionats tenint en compte, en el seu cas, als treballadors minusvàlids.

Aquesta disposició s'aplica, en particular, a les portes, vies de circulació, escales, dutxes, lavabos, i llocs de treball utilitzats o ocupats directament pels treballadors minusvàlids.

6.23 Disposicions varies

- Els accessos i el perímetre de l'obra s'han de senyalitzar i destacar de manera que siguin clarament visibles i identificables.
- En l'obra, els treballadors hauran de disposar d'aigua potable i, si escau, d'una altra beguda apropiada no alcohòlica en quantitat suficient, tant en els locals que ocupin com a prop dels llocs de treball.
- Els treballadors han de disposar d'instal·lacions per poder menjar i, si escau, per preparar els seus menjars en condicions de seguretat i salut.

7. MESURES DE PROTECCIÓ I PREVENCIÓ

7.1 Mesures de protecció col·lectives

- Sistema de reg que eviti l'emissió de pols en grans quantitats.
- Comprovació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes, etc.).
- Utilització de paviments antilliscants.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb risc de caigudes.
- Col·locació de xarxes en els forats horitzontals.
- Protecció de forats i façanes amb xarxes o lones per a evitar la caiguda d'objectes.
- Ús de canalitzacions d'evacuació de runes, correctament instal·lades.
- Ús d'escales de mà, plataformes de treball i bastides correctament instal·lades.

7.2 Mesures de protecció individuals

Les mesures de protecció individual impliquen la utilització d'equips de protecció individual (EPI) per a protegir a cada treballador en funció dels riscos a cobrir. A la Taula 53 es mostren els diferents tipus de protectors individuals i els riscos a cobrir per cadascun.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

TAULA 53: TIPUS DE PROTECTORS INDIVIDUALS I RISCOS A COBRIR.

Protectors	Riscos a cobrir
Protectors del cap Casc de seguretat	Riscos mecànics i tèrmics
Protectors de l'oïda Casc antisoroll, taps, orelles	Soroll i riscos tèrmics
Protectors dels ulls i la cara Ulleres, pantalles facials	Riscos mecànics, tèrmics, del fred, químics i de les radiacions
Protecció de les vies respiratòries Equips filtrants de partícules, equips aïllants amb subministrament d'aire	Substàncies perilloses contingudes a l'aire
Protecció per a mans i braços Guants contra agressions mecàniques, tèrmiques, químiques o elèctriques	Riscos mecànics, tèrmics, elèctrics, químics o per vibracions
Protecció de peus Calçat de seguretat, calçat de protecció, calçat de protecció contra l'electricitat	Riscos mecànics, elèctrics, tèrmics i químics
Protectors del tronc i abdomen Armillas, jaquetes, cinturons de protecció del tronc, faixes, cinturons antivibracions	Riscos mecànics, tèrmics, químics i accions de les radiació i de les vibracions
Protecció total del cos Ropa contra agressions mecàniques (perforacions i talls), roba contra agressions químiques, roba i accessoris de senyalització (retroreflectants i fluorescents)	Riscos mecànics, tèrmics químics, elèctrics i d'humitat
Proteccions contra caigudes Equips de protecció contra caigudes d'alçada, cinturons de subjecció	Caigudes d'alçada

7.3 Mesures de protecció a tercers

- Tancament, senyalització i il·luminació de l'obra. El tancament ha d'evitar que persones alienes a l'obra hi puguin entrar.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Si el tancament envaeix la calçada, hi ha d'haver un passadís o protegir el pas de vianants.
- Planificar els sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant en l'interior com en l'exterior de l'obra.
- Immobilització de camions mitjançant falques i/0 topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega.
- Comprovació de solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes, etc.).
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones, etc.).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

8. **NORMATIVA APLICABLE**

- Llei 31/1995, de 8 de novembre (BOE-A-1995-24292) *de prevenció de Riscos Laborals.*
- Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre (BOE-A-1997-22614): *Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.*
- Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril (BOE-A-1997-8668) *sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut a la feina.*
- Reial Decret 899/2015, de 9 d'octubre, pel qual es modifica el Reial Decret 39/1997, de 17 de gener, *pel que s'aprova el reglament dels serveis de prevenció.*
- Reial Decret 487/1997 de 14 d'abril (BOE-A-1997-8670). *Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comportin riscos, en particular dors lumbar, per als treballadors.*
- Reial Decret 665/1997 de 12 de maig (BOE-A-1997-11145) *de protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball.*
- Reial Decret 773/1997 de 30 de maig (BOE-A-1997-12735). *Disposicions mínimes de seguretat i salut, relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.*
- Reial Decret 1215/1997 de 18 de juliol (BOE-A-1997-17824). *Disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball.*

ANNEX 10. ACCIONS A LA COBERTA

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. INTRODUCCIÓ

Al afegir un nou element a la coberta, s'han de calcular totes les noves accions que afectaran a l'estructura de l'edifici, per comprovar que resisteix les noves càrregues.

2. IDENTIFICACIÓ D'ACCIONS ACTUANTS I PROCEDIMENTS PER A LA SEVA OBTENCIÓ

2.1 Pes propi

Les càrregues que actuen sobre les cobertes verdes extensives són les corresponents al pes propi dels elements de la instal·lació, comptant des de la impermeabilització fins al reg, i a la sobrecàrrega d'ús.

2.1.1 Pes propi de la zona 1

Els elements que aporten pes sobre la coberta són:

- Capa impermeabilitzant
- Manta de protecció de l'impermeabilitzant
- Geotèxtil de filtració
- Grava drenant i grava de les zones sense vegetació
- Substrat
- Vegetació
- Sistema de reg
- Perfils separadors
- Sistemes de seguretat

A la Taula 54 es mostren els valors dels pesos propis de cadascun.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 54: Càlculs dels pesos propis de cada element de la coberta

Material	Gruix de la capa (cm)	Pes sec (kg·m ⁻² ·cm ⁻¹)	Capacitat mitjana de retenció d'aigua (L·m ⁻² ·cm ⁻¹)	Pes humit (kg·m ⁻² ·cm ⁻¹)	Pes total (kg/m ²)	Carrega total (N/m ²)	Carrega total (kN/m ²)
Capa impermeabilitzant*	2	7,3	0,00	7,30	14,60	143,23	0,143
Capa protectora (300 gr/m ²)**	0,3	3,5	2,70	6,20	1,86	18,25	0,018
Geotèxtil***	-	-	-	-	0,10	0,98	0,001
Perfils delimitadors	-	-	-	-	0,44	4,32	0,004
Grava drenatge (granulometria 16/32)	5	18	0,60	18,60	93,00	912,33	0,912
Grava zones de protecció (granulometria 16/32)	10	18	0,60	18,60	186,00	1824,66	1,825
Substrat (compost+material mineral)	5	13	6,50	19,50	97,50	956,48	0,956
Vegetació (suculentes + herbàcies perennifòlies)	-	-	0,00	-	10,00	98,10	0,098
Total	22,3				403,50	3958,34	3,958

* (Danosa, s.d.)

** (myc-5, 2017)

*** (Zinco, s.d.)

Els valors dels pesos secs i de les capacitats mitjanes de retenció d'aigua que es mostren a la Taula 54, s'han extret de la Norma Tècnica de Jardineria NTJ 11C.

Per al càlcul d'aquestes càrregues s'ha tingut en compte el gruix de cada capa, el pes sec per centímetre de gruix i la capacitat de retenció d'aigua. Per obtenir el pes humit s'ha sumat la capacitat mitjana de retenció d'aigua amb el pes sec. El pes humit per centímetre de gruix s'ha multiplicat pel gruix de cada capa per obtenir el pes total, del qual es pot obtenir la càrrega total per metre quadrat.

En el cas de la vegetació, la NTJ 11C, marca directament el pes humit. Els valors de les capes senyalades amb asterisc s'han obtingut de la bibliografia senyalada al peu de taula.

En el cas dels perfils delimitadors, el valor donat per la bibliografia és en kg per metre lineal, per la qual cosa s'ha hagut de convertir a kg/m².

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Per realitzar tal conversió primer cal comptabilitzar quina quantitat (metres lineals) cal per una coberta. En aquest cas s'ha escollit una de les cobertes quadrades amb més claraboies, que és el cas més desfavorable, ja que és el que més quantitat de material necessita. El resultat ha estat de 69,28 m.

Multiplicant aquest valor pel pes que s'ha obtingut de la bibliografia (2,2 kg/ml), s'obté el pes total del material utilitzat en aquesta coberta, que és de 152,42 kg.

Dividint el pes total per la superfície d'aquesta coberta (343 m²), s'obté el pes per metre quadrat, és a dir, els 0,44 kg/m² que es mostren a la Taula 54. Realitzant les conversions corresponents es trasllada a kN/m².

A la Taula 55 es mostren resumides les dades utilitzades en el càlcul.

Taula 55: Càrrega provocada pels perfils delimitadors

Pes (kg/ml) *	2,20
Quantitat necessària en una coberta quadrada (m)	69,28
Superfície d'una coberta quadrada (m ²)	343,00
Pes total en una coberta quadrada (kg)	152,42
Pes unitari (kg/m ²)	0,44
Pes unitari (kN/m ²)	0,00436

El pes del reg saturat d'aigua es considera un 5% del total. Per la qual cosa el pes total dels elements de la coberta és :

$$403,5 + 403,5 \cdot 0,05 = 423,67 \frac{kg}{m^2} = 4,16 \frac{kN}{m^2}$$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.1.2 Pes propi de la zona 2

Els elements que aporten una càrrega continua sobre aquesta part de la coberta són:

- Impermeabilitzant
- Capa protectora
- Grava de drenatge
- Tarima

Els elements que aporten una càrrega puntual són:

- Bancs de fusta
- Jardineres

A la Taula 56 es mostren les càrregues contínues de cada element de la coberta i les totals.

Taula 56: Càrregues contínues de la zona 2

Material	Gruix de la capa (cm)	Pes per cm de gruix de capa (kg/m ²)	Pes total (kg/m ²)	Carrega total (kN/m ²)	Capacitat mitjana de retenció d'aigua per cm de gruix de capa (L/m ²)	Pes total (kg/m ²)	Càrrega total (kN/m ²)
Capa impermeabilitzant	2,0	11,0	22,0	2,2	0,0	22,0	0,2
Capa protectora (300 gr/m ²)	0,3	3,5	1,1	0,1	2,7	3,8	0,0
Grava drenatge (granulometria 16/32)	5,0	18,0	90,0	9,2	0,6	90,6	0,9
Tarima fusta*	0,2	-	-	-	-	40,8	0,4
Total						227,2	2,3

* (CTE, 2009)

A la Taula 57 es mostren les càrregues puntuals de cada element.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 57: Càrregues puntuals de la zona 2

Material	Pes total (kg)	Carrega total (kN)
Jardinera	160	1,6
Banc	35	0,35

A la Taula 57 es considera la jardinera plena de substrat saturat i, el banc utilitzat per 3 persones de 75 kg cadascuna.

2.2 Sobrecàrrega d'ús

2.2.1 Sobrecàrrega d'ús de la zona 1

Segons la Taula 3.1 del Document Bàsic SE-AE sobre seguretat estructural i accions en la edificació del Codi Tècnic de la Edificació (CTE), les cobertes que són només accessibles per a conservació (categoria G) i que tenen una inclinació menor a 20° (subcategoria G1), tenen una sobrecàrrega d'ús uniforme és d'**1 kN/m²**.

2.2.2 Sobrecàrrega d'ús de la zona 2

Segons la mateixa Taula 3.1 del CTE, les cobertes accessibles al públic (categoria C), i amb seients fixes (subcategoria C2), presenten una sobrecàrrega d'ús de **4 kN/m²**.

A la zona 2 també s'ha de tenir en compte que l'estructura pròpia de les baranes de seguretat han de poder suportar una càrrega de 0,8 kN/m², aplicada a 1,2 m del sòl o sobre la seva part superior si la seva alçada fos menor, segons ho especifica el mateix document del CTE a la Taula 3.3.

2.3 Acció del vent

L'acció del vent pot considerar-se de forma general com una pressió estàtica, q_e que pot expressar-se com:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Essent:

- q_b : la pressió dinàmica del vent. De forma simplificada, com a valor a qualsevol punt del territori espanyol, pot adoptar-se $0,5 \text{ kN/m}^2$.
- C_e : el coeficient d'exposició, variable amb l'alçada del punt considerat, en funció del grau d'aspresa de l'entorn on es troba la construcció. EN edificis urbans de fins 8 plantes pot prendre's un valor constant, independent de l'alçada, de 2,0.
- C_p : el coeficient eòlic o de pressió, depenent de a forma i orientació de la superfície respecte al vent, i en el seu cas, de la situació del punt respecte a les vores d'aquella superfície; un valor negatiu indica succió.

2.3.1 Càlcul de C_p

Segons el CTE s'ha de calcular l'acció del vent per a totes les direccions des de les quals aquest pugui actuar. En el codi tècnic es proposa una direcció que s'ha de calcular per a les cobertes planes. El CTE posa a disposició els valors de C_p a la Taula D.4 del document DBSE-AE.

Dades de la coberta:

- Amb parapets
- Àrea $>10 \text{ m}^2$

Els coeficients eòlics C_p de cada zona en aquest cas es mostren a la Taula 58.

Taula 58: C_p de cada zona

Zona	C_p
F	-1,8
G	-1,2
H	-0,7
I	0,2 ó -0,2

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2.3.2 Càlcul de la pressió del vent (q_e)

Amb tots els valors dels coeficients eòlics es procedeix al càlcul de la pressió del vent per a cada zona de la coberta, tal i com es presenta a la Taula 59.

Taula 59: Valors de l'acció del vent per a cada zona.

Zona	q_e	
	Succió	Pressió
F	-1,8	
G	-1,2	
H	-0,7	
I	-0,2	0,2

En el cas d'estudi, el valor més desfavorable de l'acció del vent a succió és de **-1,8 kN/m²**, i **0,2 kN/m²** a pressió.

2.4 Sobrecàrrega de neu

Segons el document DBSE-AE del CTE, en cobertes planes d'edificis de pisos situats a localitats d'altitud inferior a 1000 m, es suficient considerar una càrrega de neu d'1 kN/m².

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3. COMPROVACIÓ

Un cop determinades les accions, s'hauria de comparar amb les dades del projecte de l'edifici per comprovar si resisteix la nova combinació d'accions.

ANNEX 11. MANTENIMENT

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. INTRODUCCIÓ

El manteniment dels espais verds ha d'incloure els criteris generals de seguretat, accessibilitat, netedat i salubritat, estètica, funcionalitat, durabilitat i sostenibilitat .

L'espai haurà de ser inspeccionat regularment per assegurar el compliment dels objectius i dels criteris generals i particulars de manteniment, així com detectar defectes greus que puguin suposar un perill per a la seguretat (Fundació de la jardineria i el paisatge, 2002). Per a la inspecció dels espais projectats es proposa la realització d'unes revisions ordinàries i una inspeccions tècniques. Aquestes revisions s'hauran de programar i fer executar per l'òrgan que s'encarrega del manteniment dels edificis de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

Les **revisions ordinàries** les realitzaran personal, no necessàriament qualificat, amb l'objectiu de detectar possibles anomalies degudes a accidents, vandalisme, etc., així com situacions de netedat deficient. Aquestes revisions les hauran de realitzar tots els treballadors que participen en el manteniment (personal de neteja, jardineros, etc.), i hauran de comunicar els resultats a la direcció tècnica del manteniment, la qual determinarà les mesures necessàries. (Fundació de la jardineria i el paisatge, 2002)

Les **inspeccions tècniques** les realitzaran personal qualificat, amb l'objectiu de detectar les anomalies difícils d'observar en la revisió ordinària (Fundació de la jardineria i el paisatge, 2002). Les inspeccions a portar a terme en aquest projecte són:

- Inspecció de la vegetació, contemplant l'estat sanitari, el recobriment de la superfície, l'aparició de nous individus i espècies, etc.
- Inspecció del drenatge, baixants i col·lectors pluvials.
- Inspecció de l'estat de l'impermeabilitzant i les altres capes de la coberta.
- Inspecció del mobiliari.
- Inspecció dels elements d'obra.
- Inspecció dels sistemes de seguretat.
- Inspecció de les infraestructures de reg.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Inspecció dels elements de fusta, detectant podridures, esquerdes i trencaments.

Aquesta inspecció es realitzarà un cop l'any a totes dues zones.

La inspecció tècnica també realitzarà els anàlisis i assaigs quan cregui necessari per identificar totes les deficiències i perills, i avaluarà la realització de tècniques de manteniment no previstes en el manteniment ordinari.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

2. MANTENIMENT DE LA ZONA 1

L'objectiu principal del manteniment és garantir el desenvolupament de la vegetació implantada a la coberta, però també existeixen objectius secundaris, com mantenir una coberta estètica visualment i evitar incendis (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012). Les actuacions que es portaran a terme durant el manteniment de la vegetació es descriuen a la Taula 60. A aquesta taula es detalla la periodicitat de cada feina segons la fase en la que es trobi la vegetació, on:

- Fase de postimplantació: primer any.
- Fase de desenvolupament: segon i tercer any.
- Fase de manteniment: a partir del quart any.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Taula 60: Operacions de manteniment de la vegetació i la seva periodicitat de la zona1. (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Operacions de manteniment	Fases		
	Fase de postimplantació	Fase de desenvolupament	Fase de manteniment
Neteja	setmanal	setmanal	setmanal
Sega		en cas necessari	en cas necessari
Escarificat			en cas necessari
Fertilització	en cas necessari	anual	anual
Eliminació de plantes i flors seques o mortes		semestral	semestral
Control de plantes adventícies		mensual	mensual
Control de plagues i malalties	en cas necessari	en cas necessari	en cas necessari
Resembra	en cas necessari	en cas necessari	en cas necessari
Replantació	en cas necessari	en cas necessari	en cas necessari
Eliminació de la vegetació de les superfícies sense substrat, zones de protecció sense vegetació i perfilat de vores	en cas necessari	mensual	mensual
Control i neteja dels embornals	mensual	mensual	mensual
Control i neteja dels desguassos, claraboies, sistemes de ventilació, etc.		en cas necessari	semestral
Conservació en bon estat dels elements de ram de paleta relacionats amb el sistema d'estanqueitat, com ara volades, ampits, etc.	anual	anual	anual

La fertilització i el reg es portarà a terme segons el que indiquen els annexos corresponents.

És important tenir en compte que, tot i que el reg i la fertilització són imprescindibles per assegurar una correcta implantació de la vegetació, sobretot en post-plantació (1er any), període en que els requeriments són majors, un excés d'aquests és perjudicial, ja que no es permetrà a les plantes adquirir la rusticitat necessària per sobreviure per si soles, a més d'afavorir l'aparició d'espècies oportunistes que augmentarien els requeriments de manteniment (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

La quantitat d'aigua aportada ha d'anar disminuint fins que només sigui necessari realitzar regs de suport en els períodes més secs de l'any (juny, juliol, agost i setembre).

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

3. MANTENIMENT DE LA ZONA 2

La zona 2 serà la que més s'utilitzarà, per tant el manteniment haurà de ser més freqüent. S'ha de tenir en compte que caldrà escombrar, buidar papereres, mantenir la vegetació en contenidor, etc. A la Taula 61 es detallen les operacions a realitzar en aquesta zona.

Taula 61: Operacions de manteniment de la zona 2 i la seva periodicitat (Fundació de la jardineria i el paisatgisme, 2012)

Operacions de manteniment	Periodicitat
Escombratge manual	setmanal
Neteja i buidat de les papereres	setmanal
Control i neteja dels desguassos, claraboies, sistemes de ventilació, etc.	semestral
Conservació en bon estat dels elements de ram de paleta relacionats amb el sistema d'estanqueitat.	semestral
Control i neteja de les acumulacions de carbonats en els desguassos	semestral
Reemplaçament de les papereres i del mobiliari urbà	en cas necessari
Poda	anual
Fertilització	semestral
Eliminació de plantes seques o mortes	en cas necessari
Control de plagues i malalties	en cas necessari
Control de plantes adventícies	en cas necessari
Canvi de vegetació de temporada	semestral

A més la vegetació de temporada haurà de ser substituïda a inicis de primavera i de tardor per l'espècie que correspon en cada cas:

- Tardor: plantació de *Vinca difformis*
- Primavera: plantació de *Calendula officinalis*

A cada canvi de vegetació es fertilitzarà el substrat amb adob mineral d'alliberació lenta.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4. PRESSUPOST DEL MANTENIMENT

Es considera que les feines de neteja de desaigües, baixants, etc. així com les de control i reparació dels elements de ram de paleta corresponents al manteniment de l'estanqueïtat, són elements que ja es realitzen periòdicament sense la coberta verda. Les feines de neteja, buidat de papereres i escombratge les pot realitzar el mateix personal de que s'encarrega de la neteja de la resta de l'edifici sense suposar un sobre cost notable.

Per tant cap de les feines anomenades al paràgraf anterior serà considerada un cost addicional del manteniment d'aquesta coberta verda.

La resta de preus es detallen als apartats 4.1, 4.2 i 4.3.

4.1 Reg

Reg d'arbust amb mànega connectada a boca de reg, amb una aportació mínima de 10 l i amb un recorregut de la mànega no superior a 30 m	0,50	€/u
Arbusts zona 2	26	u
Total €/u	13,12	€/any

Aigua per a consums superiors a 12 m ³ /mes	0,87	€/m ³
Consum zona 1*	146,00	m ³ /any
Consum zona 2**	24,96	m ³ /any
TOTAL	170,96	€/any

*S'ha calculat sumant les necessitats de reg dels mesos de juny, juliol, agost i setembre.

**S'ha estimat que per jardineria es gasten els 10L anomenats a la primera taula de l'apartat 4.1 per vegada que es rega. Considerant que als mesos de primavera-estiu es regarà 3 cops per setmana i a la tardor-hivern 1, s'obté que cada any es regaran 96 cops, el que correspon als 33,60 m³ anuals.

Total de l'apartat: 184,08 €/any

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

4.2 Canvis de vegetació

Subministrament de <i>Vinca difformis</i> en contenidor d'1,3 l	2,16	€/u
Quantitat de <i>Vinca difformis</i>	104	u/any
TOTAL	224,64	€/any

Subministrament de <i>Calendula officinalis</i> en test 11 cm	0,56	€/u
Quantitat de <i>Calendula officinalis</i>	78	u/any
TOTAL	43,68	€/any

Plantació en massa de planta de petit port en contenidor de volum < 1 l, en terreny prèviament preparat sense pendent ni obstacles, i amb primer reg.	0,64	€/u
Plantes en contenidor	182	u/any
TOTAL	116,48	€/any

Total de l'apartat: 384,80 €/any

4.3 Manteniment de la vegetació

Poda d'arbustos, recollida de la brossa generada, càrrega i transport de la mateixa a planta de compostatge o instal·lació autoritzada de gestió de residus, cànon i manteniment. S'inclou part proporcional de la senyalització de seguretat i tall de carril durant els treballs	0,98	u
Arbustos de la zona 2	26	u
TOTAL	25,44	(€/any)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Retirada de vegetació pertorbadora amb mitjans mecànics i/o manuals, inclosa la neteja prèvia, recollida de la mala herba generada, càrrega i transport de la mateixa a planta de compostatge o instal·lació autoritzada de gestió de residus, cànon i manteniment	0,35	€/m ²
Superfície vores de sense vegetació zona 1	171,00	m ²
TOTAL	60,52	€/any

Recollida de mala herba amb mitjans manuals i càrrega sobre camió	0,16	€/m ²
Superfície amb vegetació de la zona 1	1253,16	m ²
Superfície amb vegetació de la zona 2	26	m ²
Periodicitat de la feina	12	cops/any
TOTAL	2455,99	€/any

Acondicionament del sòl amb adob mineral granular per a cobertes verdes de alliberació lenta, formulació i dossis segons indicacions de la DF, escampat amb mitjans manuals	0,41	€/m ²
Superfície zona 1	1253,2	m ²
Periodicitat de la feina	1	cop/any
TOTAL	513,81	€/any

Annex 11. Manteniment

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Acondicionament del sòl amb adob mineral sòlid de fons i d'alliberació lenta, formulació i dossis segons indicacions de la DF, aplicat amb mitjans manuals	0,41	€/u
Nombre de jardineres	26	u
Periodicitat de la feina	2	cops/any
TOTAL	21,32	€/any

Total de l'apartat: 3.077,08 €/any

El pressupost total del manteniment de la zona 1 i 2 del present projecte ascendeix a TRES MIL SIS-CENTS QUARANTA-CINC EUROS AMB NORANTA-SIS CÈNTIMS (**3.645,96 € anuals**) en els primers 10 anys.

ANNEX 12. VISUALITZACIÓ DEL PROJECTE

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

1. INTRODUCCIÓ

S'han realitzat diverses renderitzacions amb el programa Photoshop per visualitzar la idea del projecte. De la zona 2 s'han creat 2 imatges, una de dia i a l'estiu (Fig.71), i l'altra de nit i a l'hivern (Fig. 72). També s'ha representat la zona 1 a la Fig.73, on es mostra una vista general de la coberta.

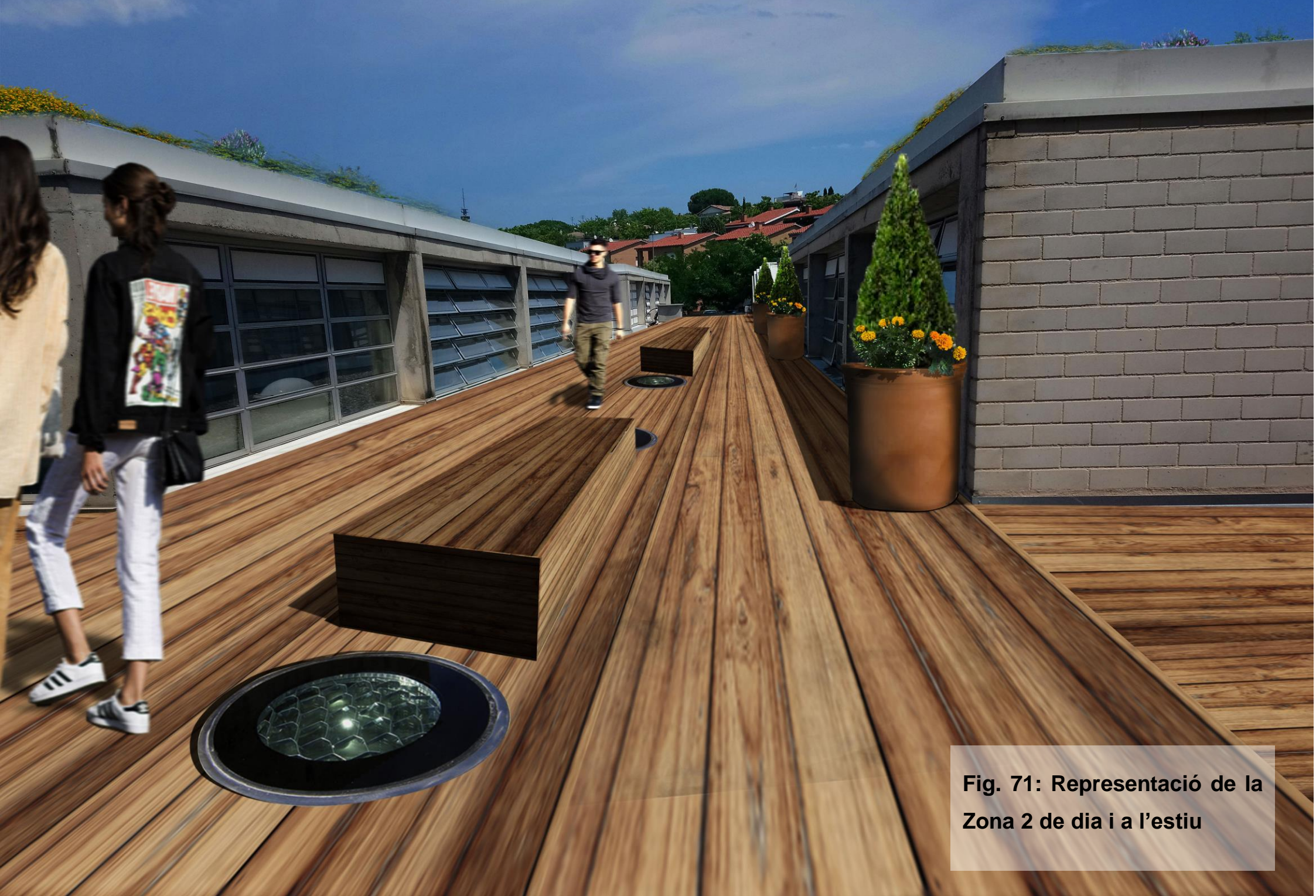


Fig. 71: Representació de la Zona 2 de dia i a l'estiu



Fig. 72: Representació de la Zona 2 de nit i a l'hivern



Fig. 73: Vista general

ANNEX 13. BIBLIOGRAFIA

1. BIBLIOGRAFIA

Ajuntament de Barcelona. (2015). *Guia de terrats vius i cobertes verdes*.

Recuperado el 15 de 07 de 2018, de <http://eldigital.barcelona.cat/wp-content/uploads/2016/02/Guia-terrats-CAT-baixa.pdf>

Alicante Forestal. (5 de 5 de 2015). *Cubierta vegetal Rizoma en Jávea*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de <https://www.alicanteforestal.es/cubierta-vegetal-rizoma-en-javea/>

ATPerfiles. (2017). *Perfiles de contenición de aluminio en L*. Consultat el 11 / 07 / 2018, a <http://www.atperfiles.com/perfiles-de-contencion-aluminio-en-l/>

Brest. (s.d.). *Sedum album*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a <http://www.brest.sk/www-brest-sk/eshop/35-1-Skalnicky/-4-/5/235-Sedum-album-Murale>

Burés professional. (14 de 07 de 2017). *Sustrato para cubiertas ajardinadas: BVM-2*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de <http://www.burespro.com/spa/product/product/file/465/>

CAT-MED. (s.d.). *Zonas verdes y áreas de esparcimiento*. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de <http://www.catmed.eu/dic/es/50/zonas-verdes-y-areas-de-esparcimiento>

Ciller, L. G. (s.d.). *Beneficios de las placas solares en cubiertas vegetales*.

Recuperado el 30 de 06 de 2018, de <https://www.urbanarbolismo.es/blog/beneficios-de-las-placas-solares-en-cubiertas-vegetales/>

Comercial Canarias de Fundicion. (s.d.). Recuperado el 08 de 01 de 2019, de http://cialcanariadefundicion.com/menu.aspx?nombre=mobiliario_urbanojardineras_y_maceteros

Consejería de agricultura i pesca de la Junta de Andalucía. (2003). *Manual de riego de jardines*. Consultat el 20 / 12 / 2018, a

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337165055Manual_de_Riego_de_Jardines__BAJA.pdf

CTE. (2006). *Real Decreto 314/2006*. Consultat el 08 / 01 / 2019, a <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/realDecreto/RD3142006.pdf>

CTE. (2009). *Document Bàsic SE-AE, Taula C.3*. Recollit de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>

Danosa. (s.d.). *Cubierta plana ajardinada extensiva (EXT 1)*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de portal.danosa.com: http://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?node=_CEXT1&Ing=1&site=1

Danosa. (s.d.). *Cubierta plana ajardinada extensiva (EXT 2)*. Recuperado el 24 de Maig de 2018, de portal.danosa.com: http://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?node=_CEXT2&Ing=1&site=1

Diputació de Barcelona. (s.d.). *Guia del verd urbà*. Recuperado el 08 de 01 de 2019, de Cercador de jardineria: <https://verd-urba.diba.cat/cercador-jardineria>

El nou garden. (24 de 03 de 2016). *Calendula officinalis*. Recuperado el 07 de 01 de 2019, de <https://www.elnougarden.com/noticias/calendula-officinalis>

Espacio Solar. (s.d.). *Tragaluces tubulares para la iluminación de interiores*. Consultat el 23 / 10 / 2018, a <https://espaciosolar.com/tubo-de-luz/tragaluz-tubular-lucernario/>

F451 Arquitectura. (s.d.). *Vivienda y estudio Lara Ríos*. Consultat el 30 / 06 / 2018, a <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-234547/vivienda-y-estudio-lara-rios-f451-arquitectura/5113b078b3fc4bfde8000035-lara-rios-house-atelier-f451-arquitectura-image>

Fundació de la jardineria i el paisatge. (juny / 2002). *Especificacions generals de manteniment: NTJ 14A*.

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Fundació de la jardineria i el paisatgisme. (Gener de 2012). *Enjardinaments especials: Cobertes verdes (NTJ 11C)*. Obtenido de Barcelona: NTJ.

Garden Center Ejea. (s.d.). *Jardinera DAN-I big*. Consultat el 08 / 01 / 2019, a <https://gardencenterejea.com/macetas-resina/6401-jardinera-dan-i-big.html>

Gardeners' World. (s.d.). *Plants: Sedum dasyphyllum*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a <https://www.gardenersworld.com/plants/sedum-dasyphyllum/>

Gardenista. (26 / 05 / 2015). Consultat el 09 / 07 / 2018, a <https://www.gardenista.com/posts/hardscaping-101-green-roofs/>

Gardening express. (s.d.). *Helleborus niger*. Consultat el 25 / 11 / 2018, a <https://www.gardeningexpress.co.uk/deal16003-special-deal-helleborus-niger-white-hellebore-in-bud-x6>

Generalitat de Catalunya. (1 de 1 de 2018). *Mapa Urbanístic de Catalunya*. Recuperado el 20 de 06 de 2018, de <http://ptop.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do>

Grup Fàbregas. (s.d.). Consultat el 20 / 04 / 2019, a <https://grupfabregas.com/producto/banco-similar-c-1016/>

Hedges Direct. (s.d.). *Buxus sempervivens*. Consultat el 07 / 01 / 2019, a <https://www.hedgesdirect.co.uk/acatalog/Box-Buxus-sempervirens-60-80cm-10L-pot.html>

Hilbers, D. (s.d.). *Aphyllanthes monspeliensis*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20A-B/Aphyllanthes%20monspeliensis,%20Aphyllanthes/index.html>

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (2008). *Mapa de sòls de Catalunya 1:25.000*. Recuperado el 9 de 12 de 2017, de <http://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Descargas/Cartografia->

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

geologica-y-geotematica/Cartografia-de-suelos/GT-IV.-Mapa-de-suelos-1-25.000

Integral Garden. (s.d.). *Cubiertas vegetales*. Recuperado el 09 de 07 de 2018, de <http://www.integralgarden.com/index.php/cubiertas-vegetales>

International Crassulaceae Network. (2010). *Sedum acre*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a <http://www.crassulaceae.ch/de/artikel?akID=182&aalD=2&aiID=A&aID=2025>

Jiménez Herrero et al. (s.d.). *Sostenibilidad local: Una aproximación urbana y rural. Cap. 1.1.4. Superficie de zonas verdes urbanas por habitante*. Obtenido de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0536537.pdf>

Kiwi playgrounds and wood. (2015). *Tarima de pino cuperizado*. Recuperado el 20 de 7 de 2018, de <http://kiwipw.com/productos/madera/madera-contract/tarima-de-pino-cuperizado/>

Kress, H. (2005). *Henriette's Herbal Homepage*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a <https://www.henriettes-herb.com/galleries/photos/t/th/thymus-vulgaris-12.html>

Limonero.me. (06 / 09 / 2018). *Cómo plantar un limonero*. Consultat el 05 / 12 / 2018, a <https://limonero.me/como-plantar/>

Michigan State University. (s.d.). *Green Roof Research*. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de <http://www.greenroof.hrt.msu.edu/>

Minke, G. (2004). *Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos*. Recuperado el 8 de 6 de 2018, de www.fundacionrural.org.ar/filefield-private/files/215/field_material_privado/633

MultiSac. (2018). *Modelos de Big Bags*. Recuperado el 22 de 07 de 2018, de https://www.multisac.es/productos/modelos-de-big-bags/?gclid=EAIaIQobChMI2rKUs7Kx3AIVyrHtCh3uDwFdEAAYASAAEgKy0PD_BwE

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

myc-5. (2017). *Catálogo de tejidos y mallas 2017-2018*. Recuperado el 10 de 06 de 2018, de http://myc-5.com/pdf/catalogo/25_09Tejidos_Mallas_myc_5.pdf

NASA. (27 de 11 de 2012). *NASA and green roof research*. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de <https://www.nasa.gov/agency/sustainability/greenroofs.html>

Pellicer, J. (2002). *El vigor suave y fresco de la uña de gato*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a Mètode: <https://metode.es/revistas-metode/secciones/es-botanica-estimada/una-de-gato.html>

Piscinasbcn. (s.d). *Jardinera rectangular de madera*. Consultat el 08 / 01 / 2018, a <https://piscinasbcn.com/es/macetas-y-jardineras/3051-jardinera-rectangular-de-madera-100x50x40-cm-8422502830237.html>

Programa de les Nacions Unides pel desenvolupament. (2018). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Consultat el 26 / 06 / 2018, a <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Projar. (s.d). Recuperado el 06 de 02 de 2018, de <https://www.projar.es/productos/productos-jardinaria-urbanismo/cubiertas-ajardinadas/componentes-de-cubiertas-ajardinadas/laminas-drenantes/lamina-drenante-cubierta-ajardinada-extensiva-25h/>

Projar. (s.d.). *Capa de drenaje y retenedora de agua Diadrain 60 para cubierta verde intensiva*. Recuperado el 11 de 06 de 2018, de <https://www.projar.es/productos/productos-jardinaria-urbanismo/cubiertas-ajardinadas/componentes-de-cubiertas-ajardinadas/capa-de-drenaje-y-retenedora-de-agua-diadrain-60-para-cubierta-verde-intensiva/>

Projar. (s.d.). *Ficha técnica: Filtro de Protección VLU-300*. Consultat el 22 / 06 / 2017

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

- Projar. (s.d.). *Manta de riego*. Consultat el 26 / 06 / 2018, a <https://www.projar.es/productos/productos-hortofruticultura-jardineria/agrotextiles/manta-de-riego/manta-de-riego/>
- PVT. (s.d.). *Obras*. Consultat el 10 / 05 / 2018, a <https://pvt.es/obras/>
- Red Naturaleza. (s.d.). *Eléboro negro (Helleborus niger)*. Consultat el 04 / 12 / 2018, a <https://rednaturaleza.com/plantas-medicinales/eleboro-negro-helleborus-niger>
- Ruralcat. (sense data). *Dades agrometeorològiques*. Consultat el 10 / 12 / 2017, a http://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agrometeo.estacions?p_auth=qqe0gaia&p_p_id=AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_AgrometeoEstacions_WAR_A
- Servei meteorològic de Catalunya (Meteocat). (2018). *Llistat d'estacions automàtiques*. Recuperado el 10 de 07 de 2018, de <http://www.meteo.cat/observacions/llicitat-xema>
- Servei meteorològic de Catalunya. (2015). *El clima de Catalunya*. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de <http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/el-clima-de-catalunya/>
- SuD Sostenible. (17 / 01 / 2014). *¿Cuáles son los requisitos técnicos clave del diseño de una cubierta verde?* Consultat el 10 / 07 / 2018, a <http://sudsostenible.com/cuales-son-los-requisitos-tecnicos-clave-del-diseno-de-una-cubierta-verde/>
- Suministros Monte. (s.d.). *Materiales para la construcción: fieltro protegesuelos*. Recuperado el 09 de 06 de 2018, de <https://suministrosmonte.com/enmascaramiento/450-manta-fieltro-protegesuelos-.html>

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Techos jardín. (s.d.). *Techos jardín*. Consultat el 09 / 07 / 2018, a <http://www.techosjardin.net/#!techos-jard%C3%ADn>

Tectonica-online. (s.d.). *Panel de sustrato sintético para cubierta vegetal*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de http://www.tectonica-online.com/productos/2283/cubierta_vegetal_sintetico_sustrato_urban_panel_polygrow/

Texdelta. (s.d.). *GEOSINTÉTICO DLT DREN*. Recuperado el 11 de 06 de 2018, de <https://texdelta.com/geosintetico-polietileno-dlt-dren/>

Topic, J. (s.d.). *Globularya alypum*. Consultat el 24 / 11 / 2018, a Free Nature Images: <http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20D-I/Globularia%20alypum/index.html#Globularia%20alypum%202%2C%20Saxifraga-Jasenka%20Topic.jpG>

Urbanarbolismo. (s.d.). *Beneficios de las cubiertas verdes*. Recuperado el 20 de 07 de 2018, de <https://www.urbanarbolismo.es/blog/beneficios-de-las-cubiertas-vegetales/>

Urbanscape. (22 de 11 de 2016). *Wind up-lift and wind resistance of Green Roofs*. Recuperado el 08 de 06 de 2018, de <http://blog.greenurbanscape.com/blog/wind-up-lift-and-wind-resistance-of-green-roofs>

Vilardell, P. (2018). *Tema 2.1 Qualitat de l'aigua per a usos de reg. [Apunts acadèmics de Fitotècnia]*. Obtenido de UdG Moodle

Vivers Carex. (s.d.). *Catàleg de plantes*. Consultat el 10 / 04 / 2018, a <http://www.carex.cat/es/corporate-menu/productes-excel.aspx>

Wikipedia. (04 / 01 / 2017). *Vinca difformis*. Consultat el 08 / 01 / 2019, a https://es.wikipedia.org/wiki/Vinca_difformis

Wu i Gitlin. (1977). *Drip Irrigation System Desing in Metric Units*. (U. o. Hawaii, Ed.)

Projecte per a la construcció d'una coberta vegetal de baix manteniment a l'EPS de la Universitat de Girona.

Zinco. (2018). *Cubiertas semi-extensivas*. Consultat el 09 / 07 / 2018, a https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/sistemas_cubiertas/semi_extensivas/index.php

Zinco. (2018). *La cubirta verde biodiversa*. Consultat el 26 / 06 / 2018, a https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/sistemas_cubiertas/extensivas/biodiversa.php

Zinco. (2018). *Protección anticaídas*. Recuperado el 27 de 07 de 2018, de https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/proteccion_anticaida/fallnet/fallnet_sr_rail.php

Zinco. (s.d.). *Así funcionan los sistemas de cubiertas vegetales*. Obtenido de http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/conceptos_basicos/manera_de_funcionar.php

Zinco. (s.d.). *Fallnet® SR: el punto de amarre "flexible"*. Consultat el 13 / 11 / 2018, a https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/proteccion_anticaida/fallnet/fallnet_sr.php

Zinco. (s.d.). *Ficha técnica Zincoterra "Sedum"*. Recuperado el 07 de 07 de 2018, de https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/downloads/download_files/ZinCo_FT_Zincoterra%20Sedum-es.pdf

Zinco. (s.d.). *Ficha técnica. Filtro sistema FS*. Consultat el 13 / 11 / 2018, a https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/downloads/download_files/ZinCo_FT_Filtro%20sistema%20SF_es.pdf