

Treballs beneficiaris dels ajuts per al suport a la recerca en canvi climàtic a l'AMB

Coberta experimental

Berta Sarroca Agustí i Anabel Garcia Martínez

Tutora del projecte: Montserrat Bosch, Dra. UPC

INFORME FINAL

Coberta Experimental

Berta Sarroca Agustí i Anabel Garcia Martínez

Índex

	Pàgina
1. Introducció a la investigació	
1.1. Les cobertes verdes	
1.1.1. Definició de coberta verda	5
1.1.2. Antecedents històrics	5
1.1.3. Estàndards i especificacions	7
1.1.4. Tipologies de cobertes verdes	7
1.1.5. Beneficis	7
1.2. Objectius i motius	9
2. Preparació de la investigació	
2.1. Àrea on es realitza l'estudi	10
2.2. Disseny de la investigació	13
2.3. Les mostres	15
2.4. Instal·lació de les mostres	20
3. Calendari d'incidències i observacions	22
4. Anàlisi de la capa verda	
4.1. Evolució del verd en un any	24
4.2. Males herbes trobades	
4.2.1. Males herbes trobades a les mostres mensualment	34
4.2.2. Tipologies de males herbes	43

5. Anàlisi de les temperatures intersticials i superficials	
5.1. Anàlisi de les sondes en els dies més extrems	44
5.2. Comparativa de temperatura absoluta de les sondes A	58
5.3. Comparativa de temperatura absoluta de les sondes B	60
5.4. Comparativa del gradient de temperatura	62
5.5. Anàlisi en termografies	64
6. Dades ambientals utilitzades	
6.1. Dades extretes del Testo	67
6.2. Dades extretes de l'observatori Fabra	69
7. Conclusions	
7.1. Resum de l'anàlisi	
7.1.1. Anàlisi de la capa verda	70
7.1.2. Anàlisi de temperatura	71
7.2. Conclusions per mostra	72
7.3. Conclusions generals	75
8. Bibliografia	76

1. Introducció a la investigació

1.1. Les cobertes verdes

Previ a l'execució del projecte i durant les primeres setmanes de començar a agafar dades s'ha realitzat una exhaustiva recerca d'informació sobre la situació actual en l'hàbit de la qualitat d'estudi de cobertes verdes, per tal de poder enfortir-nos.

1.1.1. Definició de Coberta Verda

Les cobertes verdes consisteixen en un sistema multicapa acabat amb una capa verda de plantes. Les cobertes verdes es poden realitzar sobre cobertes i terrasses existents o de nova construcció, amb accés o accés limitat. Una coberta verda és un espai verd compost per diverses capes per crear un mitjà de cultiu sobre una coberta tradicional. El sistema complet permet el creixement d'una capa vegetal i que alhora protegeix l'estructura.

Els elements essencials per tenir una coberta verda són: el suport estructural de coberta típica, l'impermeabilitzant per evitar humitats, la capa anti-arrels que protegeix l'estructura de l'edifici, la capa drenant que tractar l'excés d'aigua, un filtre per evitar la saturació del drenatge i la capa de retenció d'aigua que aporta humitat al substrat que és la capa superior i on creixeran les plantes.

1.1.2. Antecedents històrics

L'origen de les cobertes verdes remunta cap al 600 a.C a Babilònia¹. Un altre exemple de l'antiguitat d'aquestes tècniques són els mausoleus dels emperadors Augusto i Adriano (Fig.1), amb plantacions d'arbres a la part superior de l'edifici². Eren tècniques aplicades en llocs on les temperatures eren extremes i el substrat i la vegetació moderaven les variacions de temperatura a l'interior dels espais de manera natural.



¹ MAGILL, J. D.; MIDDEN, K.; GRONINGER, J. & THERRELL, M., "A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research." Research Papers. Paper 91. (2011).

² Álvarez Álvarez, D. (2007). El jardín en la arquitectura del siglo XX: Naturaleza artificial en la cultura moderna. Barcelona. Reverté, Barcelona.

Figura 1. Mausoleu d'August, segle I aC, Roma

L'existència dels materials per a les construccions eren escassos i s'utilitzava tot tipus de materials de l'entorn immediat, per tant segons l'emplaçament es trobaven estructures i aparences diferents. Alhora, aquestes construccions satisfien les necessitats estètiques i la protecció visual i/o física.

Més tard aparegué la idea de cases semi-enterrades que aprofitaven els beneficis que els aportava la capa de substrat i de vegetació. Aquest tipus de construcció "vegetal" s'expandeix a gran mesura per diferents emplaçaments del món on, en cada un d'ells, s'hi observava un tret característic, ja sigui pel tipus de material, per la tècnica constructiva o bé per l'estètica que es podia donar.



Figura 2. Primera coberta verda del centre comercial Rockefeller Center 1939 per Raymond Hood de USA

Es considera que el pare de les cobertes verdes és Reinhard Bornkamm, un botànic que fa estudis en cobertes construïdes per Koch³, resultats que fan que les cobertes verdes es propaguin per Alemanya acompanyada de les grans pressions per grups ecològics. Alemanya es situà al 1996 com a país pioner amb més metres quadrats de cobertes verdes. A partir d'allà altres països de la Unió Europea i Canadà i EEUU (Fig. 2) adoptar també aquestes mesures, fins a arribar a ser motiu de lleis.

Les cobertes verdes arriben fins a nosaltres mitjançant moltes obres i arquitectes que impulsaren el moviment de l'arquitectura moderna defensant el concepte de que la natura havia d'ocupar de nou les construccions. Alhora, això proporcionà una simplificació dels processos constructius millorant la resistència a l'aigua de les construccions i facilitant l'aplicació i elaboració de materials de construcció.

³ KÖHLER, M., POLL, P.H "Long-term performance of selected old Berlin green-roofs in comparison to younger extensive green roofs in Berlin." Ecol. Eng. 36, 722-729.

1.1.3. Estàndards i especificacions

Pocs països disposen de normes de regulació o guies per a cobertes verdes. "Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing" FLL⁴, va publicar els seus estàndards de tipologies de *green roofs* amb les característiques corresponents, procediment d'instal·lació, manteniment i reparacions.

Si bé aquesta guia s'adapta a cobertes per una zona determinada, a Espanya no es disposen de cap tipus de normativa o regulació en específic. A Espanya tan sols hi ha una normativa de jardineria sobre cobertes verdes⁵. Per tants la majoria dels estàndards a seguir són els referents a les normes regulades d'altres països, sempre tenint en compte que la climatologia varia molt d'un emplaçament a un altre.

Cal per tant una recerca exhaustiva de les cobertes i les característiques i components de cadascuna de elles per a una adaptació completa amb el clima mediterrani.

1.1.4. Tipologies de Cobertes Verdes

Actualment, al mercat hi ha diferents propostes que es diferencien entre elles per diferents prestacions: pes, cost/m², motxilla ecològica, energia embeguda en el procés de fabricació dels diferents components, etc.

Les cobertes verdes les podem classificar segons el tipus de vegetació que utilitzen i els seus usos⁶:

- Cobertes extensives: son cobertes no transitables amb un gruix de substrat inferior als 200mm i amb una vegetació tipus gespa, herbàcies o entapissant. No sobrepassen els 150kg/m² de càrrega. Els usos d'aquesta tipologia són ecològics i paisatgístics.
- Cobertes semi-intensives: poden ser transitables o no transitables, amb un gruix de substrat inferior als 250mm i amb una vegetació tipus gespa, herbàcies o petits arbustos. No sobrepassen els 200kg/m² de càrrega. Els usos d'aquesta tipologia són ecològics, zona verda i paisatgístics.
- Cobertes intensives: són cobertes transitables amb un gruix de substrat inferior als 400mm i amb una vegetació tipus gespa, herbàcies o petits arbustos. No sobrepassen els 500kg/m². Els usos d'aquesta tipologia són ecològics, zona verda i paisatgístics.

1.1.5. Beneficis

La implantació de cobertes verdes aporta tant a l'edifici com al medi ambient un gran ventall de beneficis. Aquests apareixen tant si s'executa una coberta verda sobre un sol edifici o sobre una gran quantitat d'edificis, i alhora si es tracta d'edificis industrials o d'habitatges. Els beneficis es classifiquen en quatre grans categories: econòmics, ecològics i socials .

⁴ <http://www.fll.de/>; Jörg Breuning, Andrew C. Yanders, Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. Maryland, 2012.

⁵ NTJ 11C NORMAS TECNOLÓGICAS DE JARDINERÍA Y PAISAJISMO sobre cubiertas verdes, Enero 2012.

⁶ Font: www.livingroofs.org; www.roofcenter.com

Entre aquestes grans categories també es sumarien d'altres beneficis com els relacionats amb l'acústica de l'edifici, la incidència solar, el consum dels edificis, la reducció de l'illa de calor, l'escorrentia de les aigües de pluja, la qualitat de l'aire, i l'increment de la biodiversitat i la millora de l'aparença dels edificis, cap d'ells menys important que qualsevol anterior.

Molts països Alemanya, Suïssa, Regne Unit, els Estats Units i Japó comencen a adoptar estratègies i polítiques per implantar cada cop més aquesta tipologia de cobertes que suposa tants beneficis, i donarà lloc al desenvolupament sostenible de les ciutats. D'altres encara estan en fase de desenvolupament, aprenentatge i/o conscienciació.

→ Beneficis Ecològics

Les cobertes verdes suposen un avantatge pel que fa al drenatge sostenible de les aigües pluvials i l'escorrentia que aquesta suposa. La capa vegetal d'una coberta verda es comporta com a una capa permeable per la qual l'aigua es filtra i queda retinguda al substrat i a la capa de retenció. Això suposa una disminució de la quantitat d'aigua que circula pel clavegueram i alhora millora la qualitat d'aquesta ja que la part vegetal de la coberta reté contaminants.

L'arquitectura dels edificis és un factor a tenir molt en compte alhora de afrontar el canvi climàtic, treballant amb la massa tèrmica, els aïllaments i les temperatures dels edificis. Una coberta verda afavoreix l'eficiència energètica d'un edifici i per tant a la quantitat de temperatura i de gasos que aquests emeten. Cal per tant intervenir en les cobertes verdes i que cada cop siguin un dels factors més significatius alhora de realitzar qualsevol tipus de construccions.

La raó per la qual les cobertes verdes funcionen alhora d'evitar el canvi climàtic és deu a l'elevada massa tèrmica de la que disposen, l'aïllament i el procés d'evapotranspiració que proporciona un efecte refrigerador, per tant una reducció en el consum energètic i en les emissions de CO₂ a l'atmosfera. Aquesta massa tèrmica també suposa un gran aïllant acústic pels edificis. Gràcies a la instal·lació de les cobertes verdes augmenta també la biodiversitat del lloc.

→ Beneficis Econòmics

Degut a que les cobertes verdes protegeixen part de la pell dels edificis dels rajos ultraviolats i dels canvis de temperatures, la vida útil dels edificis augmenta.

Al tenir una millora del confort a l'interior dels edificis degut a aquest tipus de solucions, els costos en calefacció i refrigeració disminueixen, de la mateixa manera que succeeix amb les xarxes de clavegueram degut al comportament hídric de la part vegetal i substrat d'una coberta verda.

Altres aspectes econòmics en el qual aporten beneficis les cobertes verdes són en la millora de l'estètica dels edificis i també en la imatge social que pot donar una empresa de cara als clients.

→ Beneficis Socials

Referint-nos als beneficis socials que suposa la construcció d'una coberta verda sabem que suposen un augment en la superfície útil edificable i un increment de les zones verdes a les ciutats alhora que això aporta millores en la salut i la qualitat de vida de les persones properes al lloc. Com a valor afegit tenim la millora estètica dels edificis.

1.2. Objectius i motius per a realitzar la investigació

Durant aquesta investigació, mitjançant la comparació de les diverses tipologies de cobertes verdes, es pretén arribar a una recomanació de la solució constructiva de coberta verda més adient per un entorn mediterrani com el de Barcelona. Creiem que es necessari promoure aquest tipus de solució constructiva a la nostra ciutat per tal que cada cop sigui més comú instal·lar una coberta verda i no una convencional.



Figura 3. Utopia o possibilitat? (Font: <http://www.designrulz.com/>)

Algunes de les propietats d'aquestes solucions de coberta vegetal estan abastament assajades als laboratoris, però existeixen pocs experiments en els que es pugui observar el comportament de les diverses propostes sotmeses a les reals condicions climatològiques dels llocs.

A laboratori, amb condicions estables i controlades, és relativament fàcil verificar, per exemple, les λ (resistències tèrmiques) dels diferents components d'una solució de coberta, o la seva durabilitat sota diferents cicles gel/desgel, verificar les dilatacions, analitzar les porositats dels materials, la capacitat de retenció d'aigua dels substrats, etc. Però a laboratori no és possible assajar els diferents comportaments climàtics tan variables com poden ser els que es donen a la conca de la Mediterrània, i en concret a Barcelona, amb pluges intenses i puntuals, períodes de sequera esporàdics, canvis de temperatura bruscos en poques hores, etc.

És per aquest motiu que semblava interessant realitzar un seguiment al llarg de tot un any del comportament de diferents solucions de coberta verda "in situ", convertint la coberta d'un edifici existent en un "living-lab" que permetés la verificació i comparació en condicions reals.

Ha estat per tant, un projecte de recerca científica durant el qual, s'han tingut en compte aspectes com l'augment de les temperatures al nucli urbà de Barcelona durant els últims anys, la problemàtica de l'aïllament tèrmic i acústic de la majoria de les cobertes, la mala qualitat de l'aire a causa de la contaminació i la problemàtica de l'escorrentia d'aigües en període de pluges molt intenses.

2. Preparació de la investigació

2.1. Àrea on es realitza l'estudi

L'estudi s'ha realitzat a la coberta de l'edifici Mercè Rodoreda 23, situat al campus Ciutadella de la Universitat Pompeu Fabra, amb adreça a Carrer Ramon Trias Fargas, 25-27, 08002, Barcelona.

Es tracta d'una coberta transitable invertida constituïda per una làmina impermeabilitzant i llosetes de tipus Filtrón, aquestes, incorporen una capa d'aïllant tèrmic i una capa d'acabat final de formigó alleugerat. La pendent és de 2% i la estructura aguanta fins a 300kg/m². A continuació veiem imatges de la coberta en qüestió.

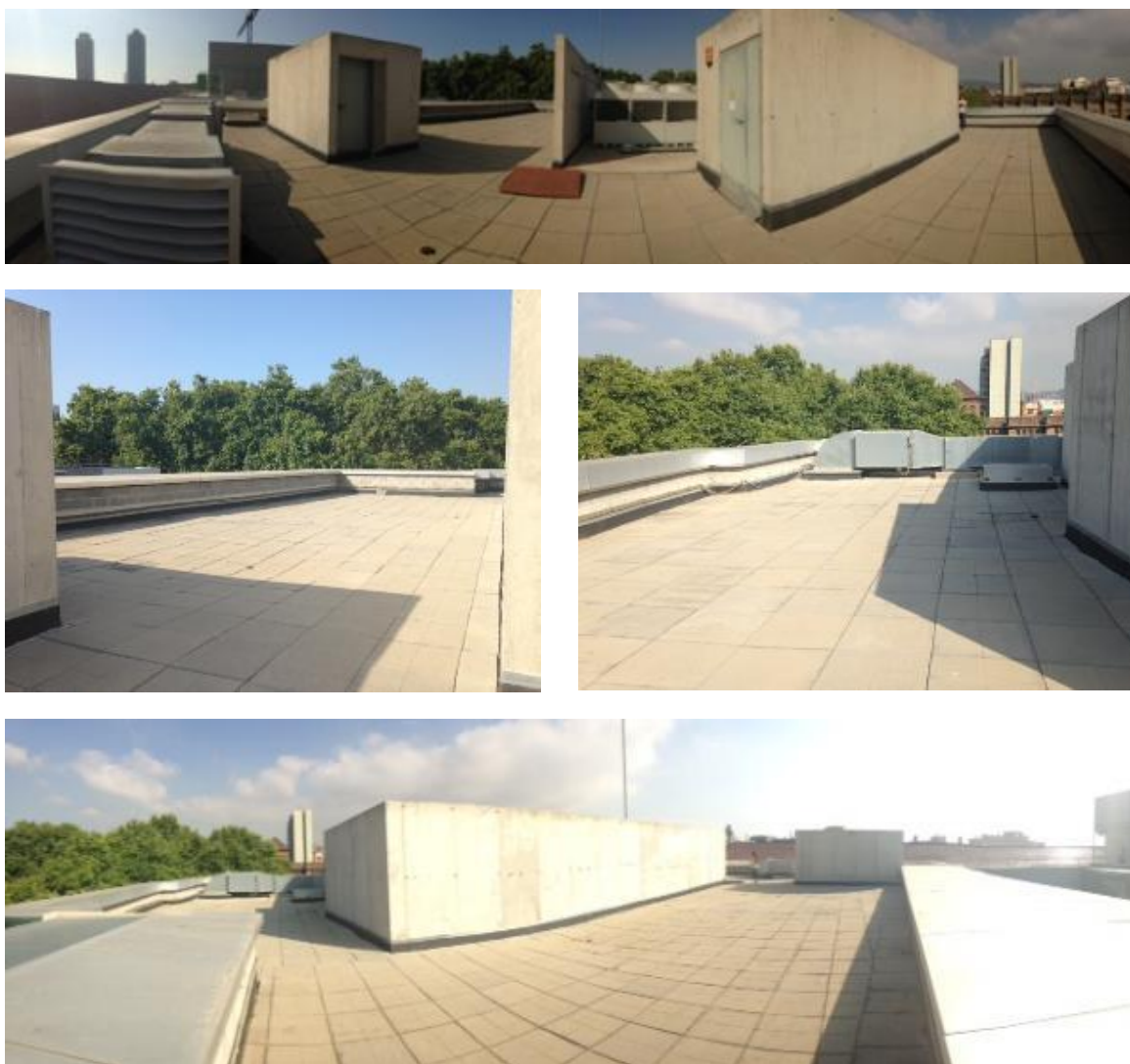


Figura 4. Imatges de la coberta prèvies a la instal·lació

Un cop decidit on es realitzaria la investigació, era necessari escollir entre les dues zones disponibles de la coberta. Per tal de saber quin era l'espai més adient, es va fer un model de l'edifici en 3D amb el programa REVIT, en el que es van col·locar els volums que l'envolten i es va fer un estudi de ombres i radiació solar.

L'estudi d'ombres ens va ajudar a determinar quin del dos espais tenia la ombra més constant i uniforme possible. A continuació veiem dues imatges extretes de l'estudi esmenat amb les ombres representades. Es pot veure com la zona inferior de la coberta rep una ombra més constant respecte l'espai de la dreta.

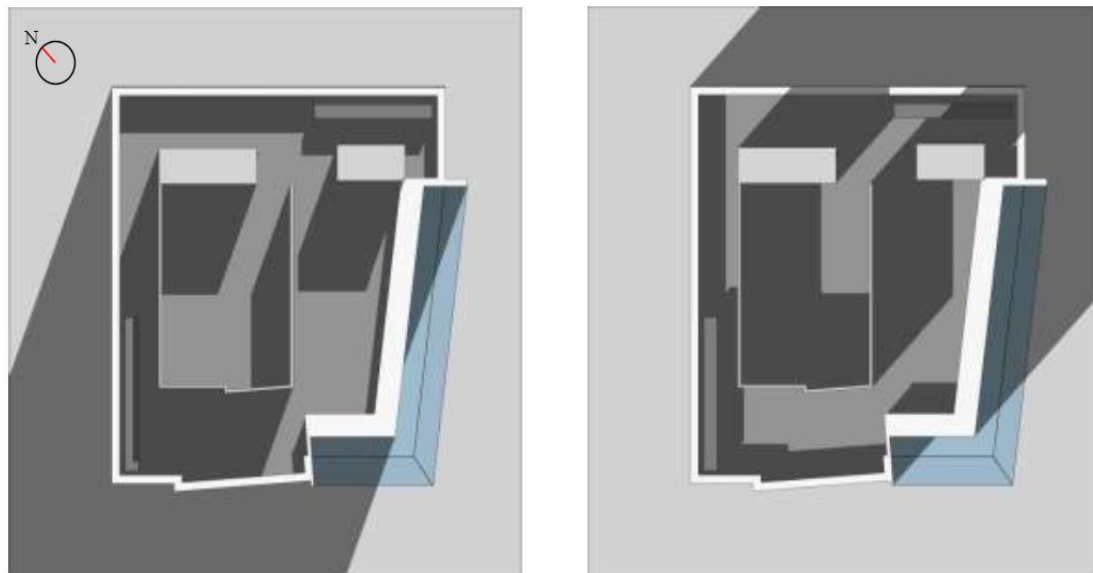


Figura 5. Estudi d'ombres simulat, a les 7:30 h i a les 18:30 hores del mes de juliol

A més, es va fer un estudi sobre la radiació solar que rep la coberta durant els mesos més desfavorables de l'any 2015, extrets del document anomenat 'Altas de Radiación Solar' del ministeri d'agricultura, alimentació i medi ambient. Aquest document té unes taules de cada ciutat on podem veure la radiació directa i la radiació indirecta de cada mes i les seves mitges.

Els mesos a estudiar seran el mes de juliol, ja que és el mes durant el qual la coberta rep la màxima radiació, i el mes de desembre, amb la mínima radiació.

→ Màxima radiació, mes de juliol

L'estudi s'ha fet acumulant tota la radiació durant el dia més desfavorable del mes, el 21 de juliol, des de que surt el sol i comença a radiar la coberta fins que es posa i la coberta queda totalment a l'ombra

Com podem veure la radiació és raonablement alta i uniforme a les dues zones marcades al plànol anterior com espais potencials per a la recerca, per això es pot dir que en quan a la radiació es consideren adients.

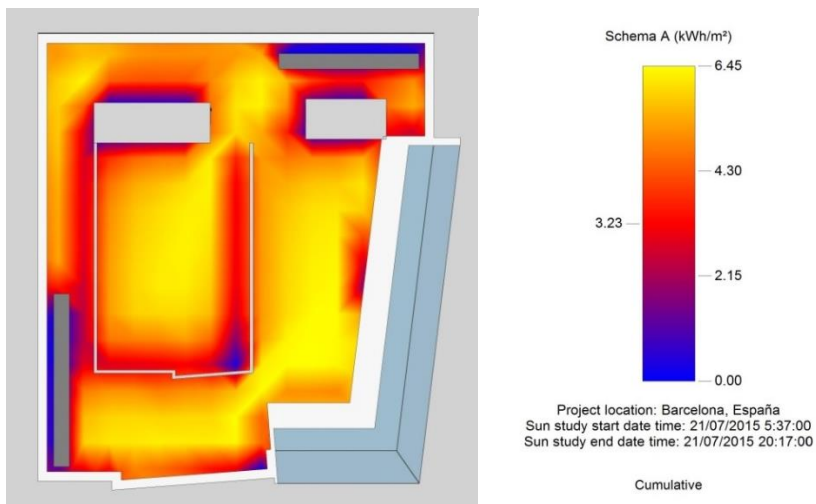


Figura 6. Mapejat de radiació solar en el dia més radiat

→Mínima radiació, mes de desembre

En aquest cas l'estudi es realitza el 21 de desembre el dia amb la mínima radiació de tot l'any.

Tot i ser uns valors considerablement inferiors i menys uniforme en el global de la coberta, a les zones on potencialment podríem trobar la recerca es manté una certa uniformitat que permet que totes les zones obtinguin la mateixa quantitat de radiació solar.

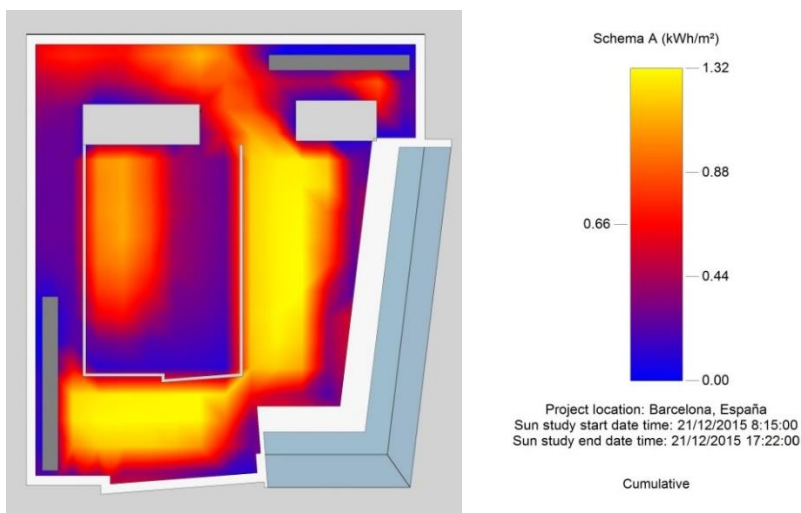


Figura 7. Mapejat de radiació solar en el dia menys radiat

2.2. Disseny de la investigació

Un cop seleccionat l'espai per a la investigació, el següent pas era fer una distribució de les mostres per tal d'ubicar totes les instal·lacions necessàries.

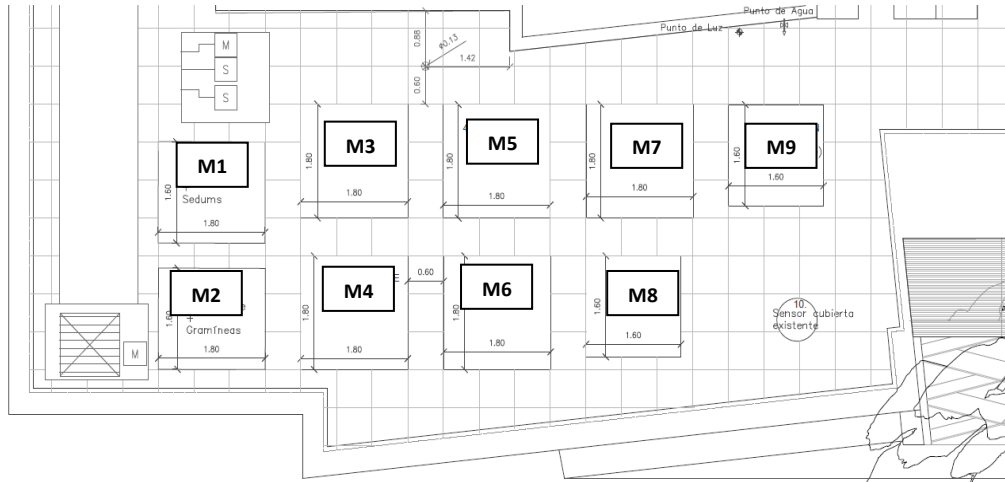


Figura 8. Distribució dels parterres/jardineres amb cadascuna de les solucions de coberta enjardinada instal·lades

Per poder fer una anàlisi del comportament de les solucions d'acabat (capa vegetal i substrats, ja que són les que poden mostrar major variabilitat enfront les condicions climàtiques), es van plantejar tres tipus i procediments de recollida i anàlisi de dades:

A. Verificació del comportament tèrmic

Es farà per les diferents capes vegetals i substrats mitjançant la recollida de dades en els següents punts:

- T1: Temperatura ambient en zona vegetació
- T2: Temperatura sobre la capa de substrat
- T3: Temperatura sota la capa de substrat
- T4: Temperatura sota la solució completa i sobre l'aïllament que independitza la mostra de les condicions tèrmiques de l'espai inferior.

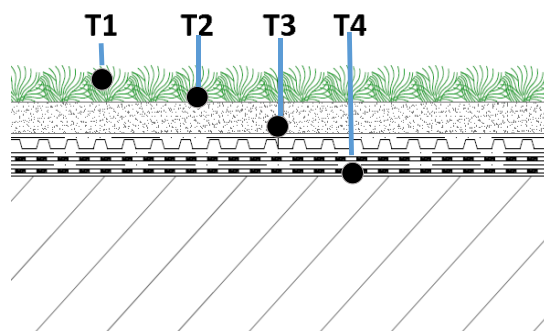


Figura 9. Distribució de les sondes de recollida de dades higròtermiques en una solució típica de coberta enjardinada

Es va decidir no recollir dades de Temperatura en les capes intermèdies perquè aquestes són de materials estables, poc o gens “influenciables” pels condicionants climàtics, i que han estat o poden ser assajats a laboratori, mentre que les capes de vegetació i substrats poden variar degut a factors com: mortaldat de la vegetació, factors d’ombra segons les diferents espècies vegetals, grau de retenció de la humitat en el substrat, variabilitat de les escorrenties segons precipitacions, etc.

Per a la monitorització durant un any de dades de temperatura i humitat en els diferents punts de les distintes mostres, es va instal·lar, per part d’un tècnic del Laboratori de Materials de la UPC diferents elements de mesura, consistents en termopars de lectura de temperatura, en els 4 punts assenyalats i en cada mostra. Aquestes 36 sondes termopars amb triple sortida **Testo U** (4 termopars x 9 mostres) han estat connectades a un “Dataloguer”, Instrument multifunció **Testo 435-2**, que recull també les condicions de temperatura ambient, i que ha estat ubicat en un punt protegit de la intempèrie. Hores d’ara s’han recollit dades de temperatura i humitat cada 10’ minuts al llarg de les 24 hores del dia, durant 8 mesos (d’abril 2016 a octubre 2016) i està previst mantenir la instal·lació i la recollida de dades fins el mes d’abril 2017 com a mínim. La descàrrega de lectures s’ha fet manual, cada dues setmanes.

B. Verificació del comportament de la coberta en vers l’escorrentia d’aigua.

Aquesta part de l’experiment ha quedat pendent de realitzar per les dificultats d’instal·lar un sistema de comptatge en unes mostres en contacte amb la coberta existent en comptes de sobre taules, el que hagués permès la instal·lació dels sistemes de registre però hagués invalidat l’anàlisi del comportament tèrmic.

C. Temperatura superficial de la solució de coberta

Mitjançant la lectura comparada amb l’ús de càmeres termogràfiques. Aquesta lectura s’ha fet amb càmera termogràfica **InfraCAM SD Flir Systems**.

A mida que avançava l’experiment s’ha comprovat que calia anar enregistrant altres dades interessants com han estat:

- **Pautes de reg** de cada una de les mostres, que s’han programat segons les recomanacions dels propis instal·ladors, per relacionar-les amb el consum d’aigua (en aquest moments potable, el que significa una variable a tenir en compte des del punt de vista de la sostenibilitat ambiental)
- **Aparició de males herbes** (o herbes no desitjades) que competeixen pels recursos amb les plantes de les diferents mostres. Inspecció visual.
- **Incidència de la quantitat de matèria orgànica animal** en cada una de les solucions de coberta i la seva relació amb l’atac i destrosses en les instal·lacions per part d’aus. Inspecció visual.

Val a dir que aquestes tres darreres variables proporcionen una informació molt valuosa a l’hora de verificar les bondats de cadascuna de les solucions de coberta, sobretot pel que fa a les qüestions de manteniment i durabilitat en bones condicions de les cobertes vegetals, i en conseqüència en la seva gestió.

2.3. Les mostres

En un inici es van contactar a varis fabricants i es van acordar instal·lar 8 mostres, el 18 de març però, un fabricant nou va voler incorporar-se a la investigació al visitar les instal·lacions i per tant, la investigació ha estat realitzada sobre 9 mostres..

Per tant, es tracta de 9 mostres situades en un espai de 2x2m² format per una jardinera de fusta, cada una d'elles impermeabilitzada, pel propi fabricant tal i com s'indica a cada secció, i aïllada en tot el seu perímetre amb poliestirè extrudit de 6cm de gruix. A continuació veiem les seccions constructives de cada solució cedida pels corresponents fabricants, indicant cada un dels seus components, d'avall a dalt. Com es pot veure en el plànol anterior, també es deixarà una mostra 9 amb la coberta actual per comprar els beneficis obtinguts.

LEYENDA	
	Soporte
	Impermeabilizante
	Geotèxtil
	Drenante
	Filtrante
	Retención
	Manta protectora
	Antiraiz
	Substrato
	Lana de roca
	Vegetación

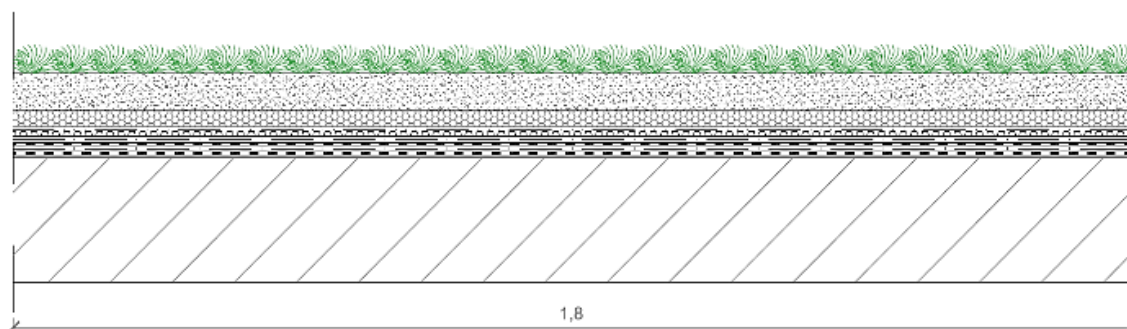
Mostra 1 – Mas Was: Sistema extensiva amb sedums (1,8 x 1,8 m)

Pes mostra: 90 kg/m²

Gruix mostra: 130 mm (180 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Membrana antiarrels (Làmina Asfàltica que funciona com a impermeabilitzant) tipus ESTERDAN PLUS 50/GP verde
3. Capa drenant i de retenció DANODREN R-20
4. Filtre geotèxtil de protecció DANOFELT PY 200
5. Substrat – 50mm



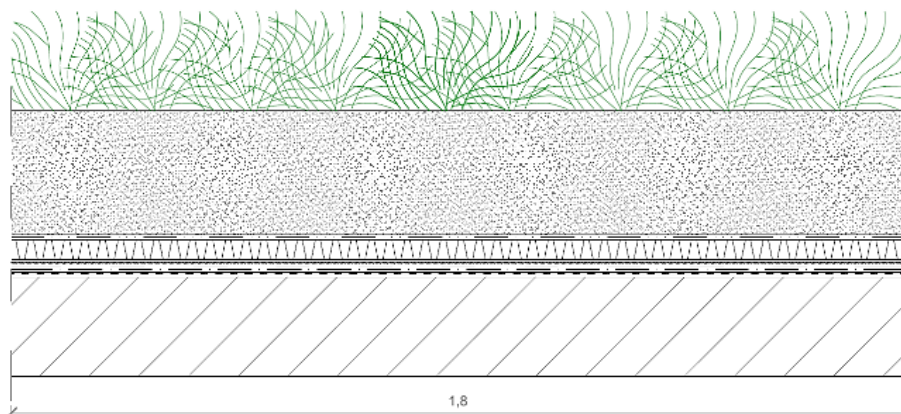
Mostra 2 – Mas Was: Sistema Semi-Intensives amb gespa i gramínies (1,8 x 1,8 m)

Pes mostra: 160 kg/m²

Gruix mostra: 200 mm (300 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Membrana antiarrels (Làmina Asfàltica que funciona com a impermeabilitzant) tipus ESTERDAN PLUS 50/GP verde
3. Capa drenant i de retenció tipus DRANODREN JARDÍN
4. Filtre geotèxtil de protecció DANOFELT PY 200
5. Substrat – 165mm



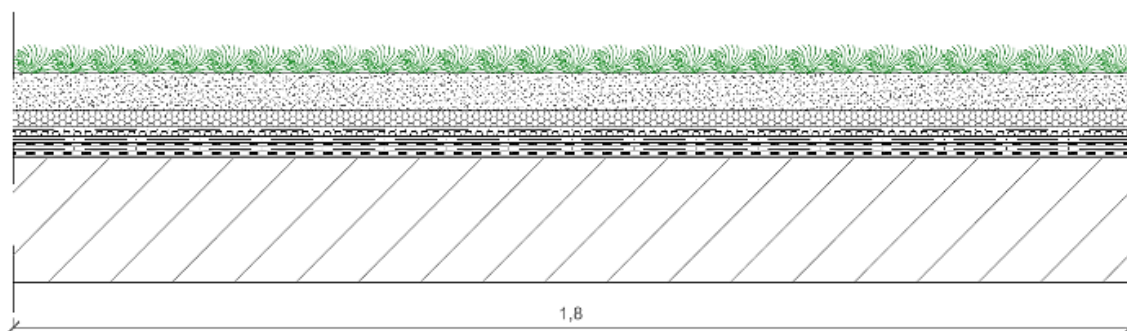
Mostra 3 - Renolit: Sistema ALKORGREEN amb sedums (2 x 2 m)

Pes mostra: 166,28kg/m²

Gruix mostra: 120 mm (170 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
3. Impermeabilització de tipus RENOLIT ALKORPLAN LA 35177 (PVC) - 1.5mm
4. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
5. Capa drenant i filtrant RENOLIT ALKORPLUS 81015 - 8mm
6. Capa de retenció d'aigües RENOLIT ALKORPLUS 81016 - 25mm
7. Substrat - 60mm



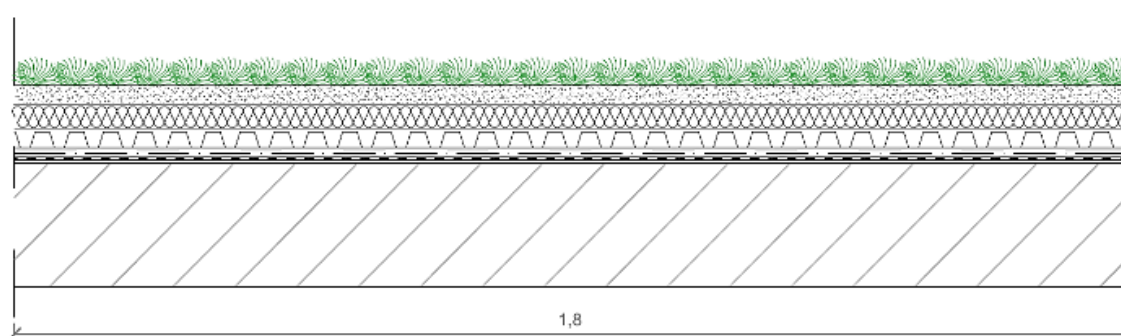
Mostra 4 URBANSCAPE: Sistema URBANSCAPE amb sedums (2 x 2 m)

Pes mostra: 80,11kg/m²

Gruix mostra: 140mm (180 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Membrana antiarrels URBANSCAPE (PVC, que actua com impermeabilitzant) - 5mm
3. Sistema de drenatge URBANSCAPE amb dipòsit d'aigua - 25mm
4. URBANSCAPE Green Roll (Llana mineral) - 40mm
5. Reg entre manta i substrat de tepe - 16mm



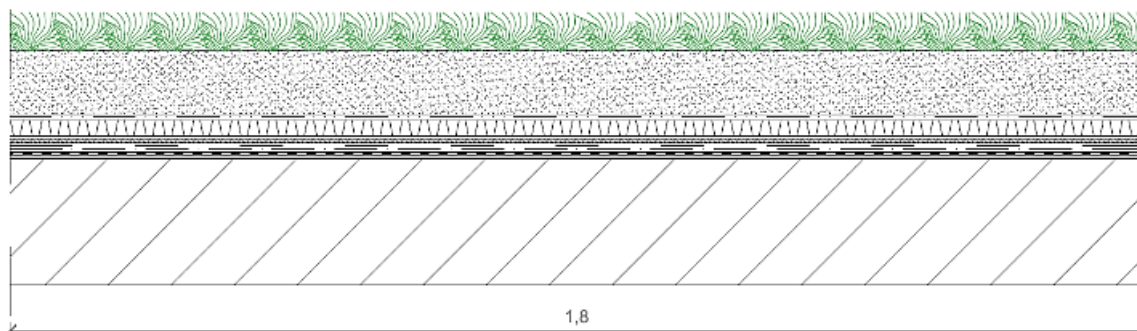
Mostra 5 - ZINCO: Sistema Sedum Tapizante - 2 x 2 m

Pes mostra: 120kg/m²

Gruix mostra: 160 mm (210 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
3. Impermeabilització de tipus RENOLIT ALKORPLAN LA 35177 (PVC) - 1.5mm
4. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
5. Làmina antiarrels WSF 40 - 36µm
6. Manta protectora i retenidora SSM 45 – 5mm
7. Capa drenant Floradrain FD 25-E - 25mm



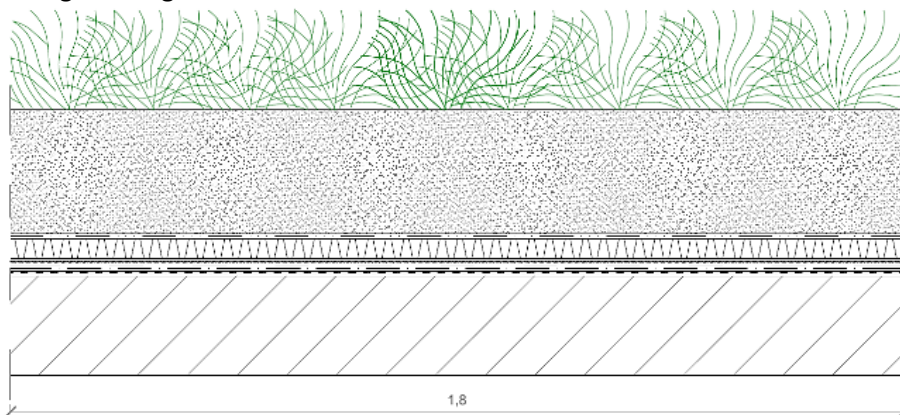
Mostra 6 - ZINCO: Sistema Coberta de Gramínies (2 x 2 m)

Pes mostra: 145kg/m²

Gruix mostra: 270 mm (770 mm amb plantes)

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
3. Impermeabilització de tipus RENOLIT ALKORPLAN LA 35177 (PVC) - 1.5mm
4. Filtre geotèxtil de protecció RENOLIT ALKORPLUS 81014
5. Làmina antiarrels WSF 40 - 36µm
6. Manta protectora i retenidora SSM 45 - 5mm
7. Capa drenant Floradrain FD 40 - 40mm
8. Capa filtrant Sistema SF - 0,6mm
9. Substrat Zincoterra Floral - 220mm
10. Vegetació: gramínies - 200mm



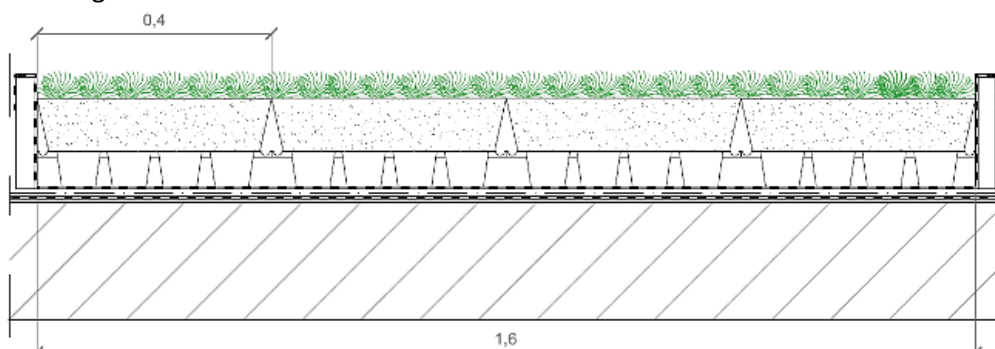
Mostra 7 IGNIAGREEN: Sistema IGNIAGREEN Sedums (1.8 x 1.8 m)

Pes mostra: 140kg/m²

Gruix mostra: 150mm

Capes de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Impermeabilització de tipo PVC - 1,5 mm
3. Conjunt Igniagreen (es solapa i té una altura total de 150mm):
 - Igniaqua amb reg - 60mm
 - Igniaclack15 - 150mm
4. Substrat (tot el igniaclack) - 120mm
5. Vegetació: Sedum - 40-50mm



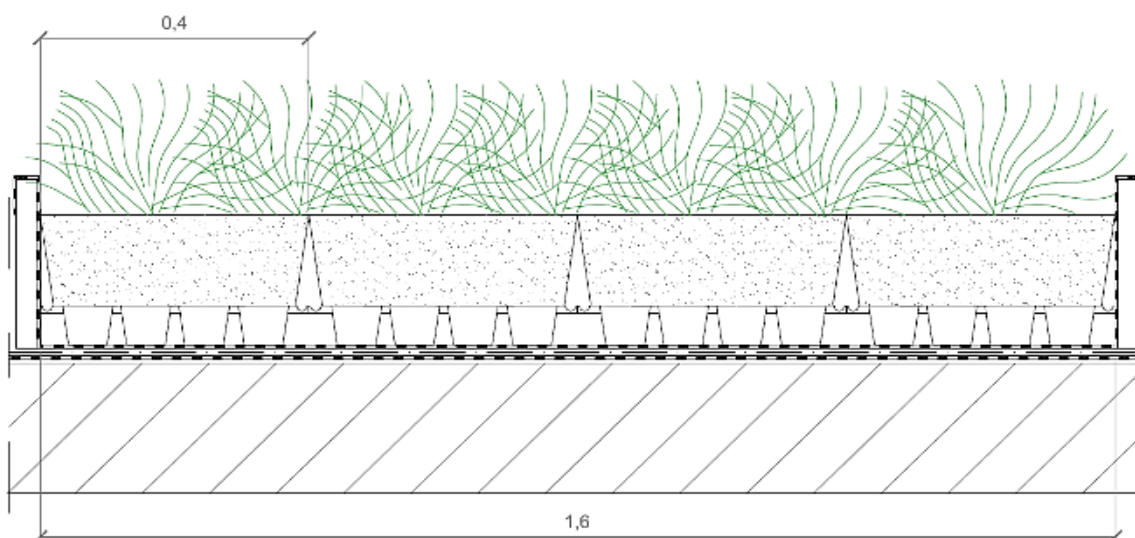
Mostra 8 IGNIAGREEN: Sistema IGNIAGREEN Semi-Intensiva (1.8 x 1.8 m)

Pes mostra: 220kg/m²

Gruix mostra: 200mm

Capas de la mostra:

1. Coberta actual: Texlosa (acabat de formigó) amb impermeabilitzant TEXSA MORTERPLAS SBS i geotèxtil ROOFTEX.
2. Impermeabilització de PVC – 1,5 mm
3. Conjunt Igniagreen (es solapa i té una altura total de 200mm):
 - Igniaqua amb reg 60mm
 - Igniaclack20 - 200mm
4. Substrat (tot el igniaclack) - 180mm
5. Vegetació: Semi-Intensiva - 500 mm



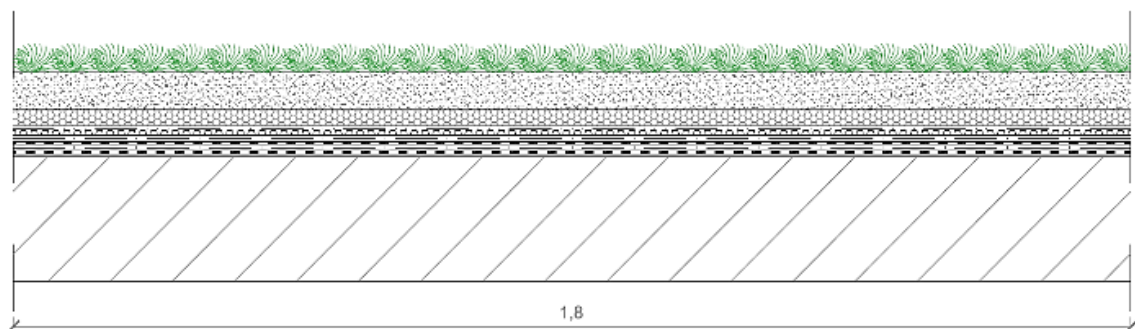
Mostra 9 PROJAR: Sistema extensiva (2 x 2 m)

Pes mostra: 65kg/m²

Gruix mostra: 130 mm (230 mm amb plantes)

Capas de la mostra:

1. Impermeabilitzant actual TEXSA MORTERPLAS SBS
2. Geotèxtil protector ROOFTEX
3. Lloses TEXLOSA de 60x60cm: polietilens extrudits (40mm) + formigó (30mm)



2.4. Instal·lació de les mostres de cobertes verdes

En quan a la instal·lació les mostres, es va començar la primera el dia 14 de desembre i la última es va finalitzar el 22 de gener. Un cop les mostres 1—8 va estar assentades, es va començar a mesurar tots els paràmetres. A més, un cop començada la investigació, el 18 de març, es va incorporar una última mostra, la mostra 9.

Abans de començar es va firmar un conveni amb la UPC dins el qual es van acordar un certs punt a tenir en compte per tal de mantenir la coberta en bon estat. La UPF va instal·lar el punt de llum i d'aigua que havíem demanat i necessaris per a la instal·lació dels aparells i reg respectivament.

Nosaltres vam realitzar personalment les jardineres de fusta i els hi vam posar un aïllant tèrmic, poliestirè expandit, per tal que les temperatures exteriors no interfereixin en les mesures de les sondes. A aquestes jardineres se'ls hi va fer una sortida de desaigua per tal de poder mesurar l'escorrentia d'aigua.



Figura 10. Instal·lació de les jardineres a Mercè Rodoreda 23

Un cop les jardineres realitzades, el següent pas va ser la instal·lació de les mostres per part dels fabricants. Es van anar fent en fases, en alguns casos una mateixa mostra era instal·lada en un sol dia per un sol instal·lador, però algunes mostres van requerir de més temps o més instal·ladors.

A la següent pagina veiem imatges de la instal·lació.



Figura 11. Instal·lació de les mostres a Mercè Rodoreda 23

3. Calendari

Cada setmana s'ha fet una visita a la coberta per tal de detectar qualsevol problema o cosa fora del normal. A continuació veiem un calendari dels diferents esdeveniments importants i/o incidències que s'han detectat durant la investigació i que han estat rellevants per aquesta.

DATA	INCIDÈNCIA/OBSERVACIÓ
14/12/2015	Es comença la instal·lació de les mostres.
22/01/2016	Es finalitza la instal·lació de les mostres.
01/02/2016	Comença el registre de les dades de la investigació un cop totes les 8 mostres han estat instal·lades i assentades.
01/03/2016	El datta logger no ha estat funcionant correctament l'últim mes. El físic realitza una visita i ho soluciona.
02/03/2016	Primeres dades registrades pel datta logger.
18/03/2016	Donat la nova incorporació de la mostra 9, la sonda 5D que correspon a la mostra sobre verd de la mostra 5 (sedum ZinCo) passa a ser la sonda 9B que correspon a la mostres sota substrat de la mostra 9 Projac. Aquesta decisió ha estat presa ja que les sondes 3D i 5D donen les mateixes mesures (les dues són sobre verd en mostres amb el mateix sedum) i per tant no eren les dues necessàries.
20/04/2016	Ens donem compte que la polaritat de les sondes no ha estat ben instal·lada i per tant algunes de les dades recollides fins ara no seran les correctes. El físic ha solucionat el problema durant la visita d'avui.
20/04/2016	La mostra de Urbanscape no ha estat reben aigua donat a una errònia instal·lació del seu programador. No s'havia detectat ja que durant les visites el verd presentava sempre un bon aspecte i al emmagatzemar aigua en el seu substrat es mantenia humida. Això es un punt a favor a tenir en compte.
02/06/2016	Durant la visita es detecta que no s'ha registrat les dades des del dia 28 de maig, el document corresponent al 26 de maig va deixar de funcionar dos dies després de ser obert degut a un tall de la llum.
09/07/2016	Les dues últimes setmanes no s'han registrat les dades de manera correcte, s'han trobat els documents vuits i el datta logger a 0. No tenim dades del 25 de juny al 8 de juliol.

16/08/2016	Es detecta que el reg de la mostra M2 Semi intensiva de Mas Was ha deixat de funcionar degut a la bateria. En pocs dies la gespa s'ha tronat completament marró i les flors s'han assecat, es regarà cada dia manualment de manera extra per recuperar-la.
19/08/2016	Degut a unes obres realitzades a la universitat i els corresponents talls de llum, no es tenen dades del 9 d'agost al 19 d'agost.
24/10/2016	Es detecta que les mostres han estat atacades per ocells. La mostra que s'ha vist més afectada ha estat la número 8
26/10/2016	Urbanscape ve a realitzar un canvi de la capa verda degut a que el seu estat ha empitjorat en els últims mesos.
5/11/2016	Degut a un tall al subministra de la llum momentani a l'edifici, el datta logger s'ha quedat sense corrent uns segons i s'han perdut les dades de la setmana anterior.
30/11/2016	Es finalitza la recollida de dades

4. Anàlisi de la capa verda

4.1. Evolució del verd en un any

A continuació analitzarem l'evolució que ha fet el verd de cada una de les mostres al llarg de la investigació. Podrem veure les diferències d'aquesta capa en cada mostra i veure quines s'han adaptat millor al clima de Barcelona.



Figura 12. Imatges de les cobertes verdes durant la investigació

→ Mostra 1 – Sedum Mas Was

Aquesta mostra té una capa verda amb una barreja d'espècies sédum, és la única mostra del tipus sédum que presenta flor, aspecte estètic a tenir en compte en funció del client.

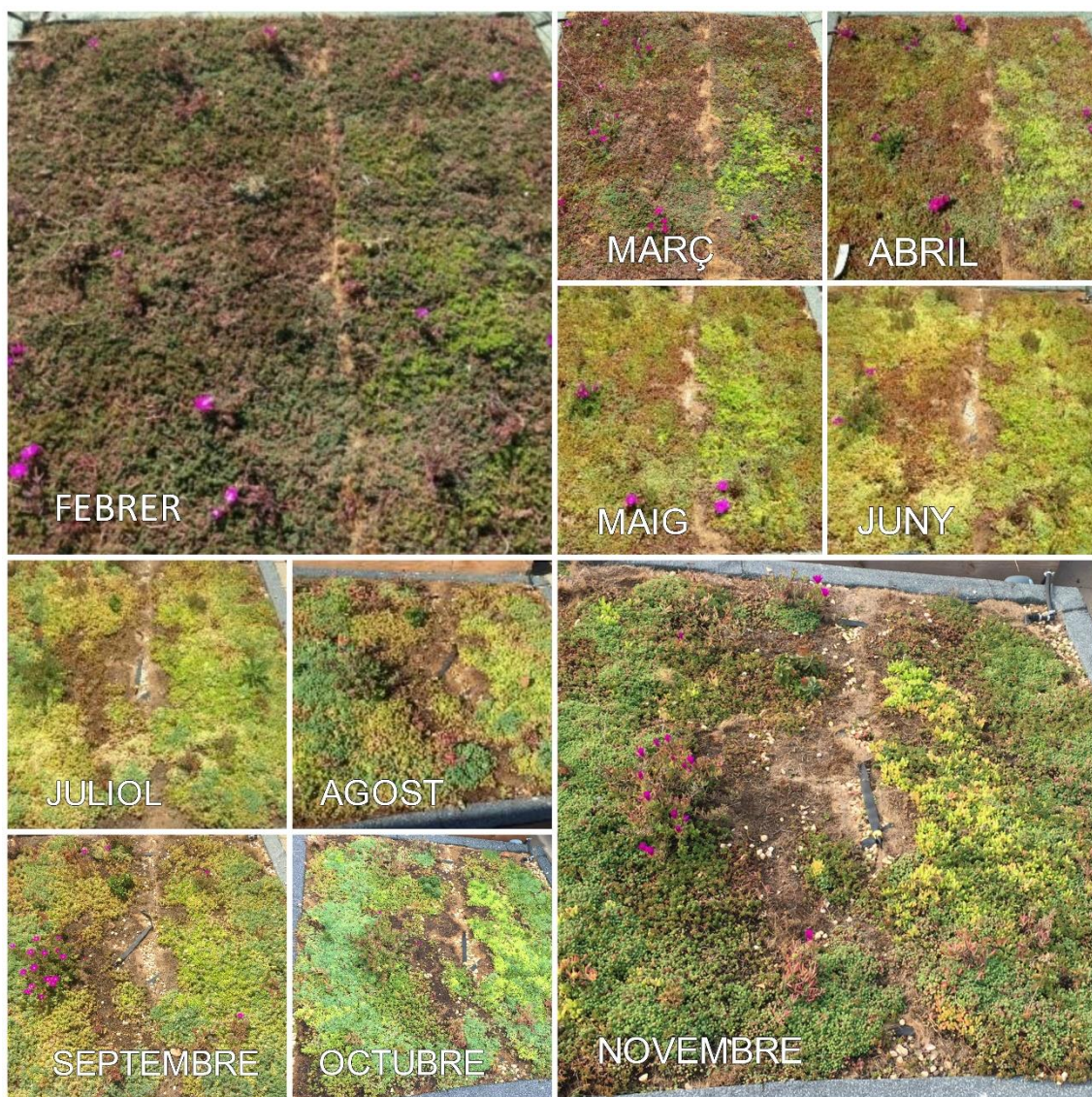


Figura 13. Evolució en imatges de la mostra 1

Va ser instal·lada amb una mica de posterioritat respecte la resta pel que durant les primeres imatges presenta un canvi de color considerable donat que el sédum comença a arrelar. A més, les flors han proliferat y florit. No presenta cap mala herba durant els primers dos mesos analitzats.

Durant el primer trimestre tot i instal·lar la mostra amb una mica de posterioritat semblava que s'havia aclimatat, però durant aquest trimestre s'ha evidenciat que no ha arrelat de manera correcte i es pot veure com hi ha una franja central seca que es va fent gran a mesura que passen les setmanes.

En quan a les males herbes, només n'ha presentat durant el més d'agost, i van ser tres males herbes puntuals que no van proliferar en la mostra.

→Mostra 2 – Semi intensiva Mas Was



Figura 14. Evolució en imatges de la mostra 2

Aquesta mostra de vegetació semi-intensiva, va ser instal·lada amb una mica de posterioritat (com la mostra 1) pel que durant les imatges del primer mes presenta un color més cru, especialment a la zona de gespa. En canvi, a partir de la quarta setmana es veu un gran canvi que significa que ha arrelat, la gespa es torna de color verd intens, desapareixen les marques de la plaques instal·lades i les flors un altre cop proliferen i floreixen.

Durant una setmana, a l'agost, el reg automàtic va fallar i no va regar la mostra, al anar a fer la visita la pròxima setmana, trobem la gespa completament marró i seca. Per tant, aquesta mostra, depèn en una grau elevat de l'aigua constant, ja que la tipologia de verd ho necessita. Poc a poc i amb un reg diari, ha recuperat poc a poc la vegetació.

En quan a les males herbes, en presenta poques durant el primer mes i d'una sola espècie, però a partir del segon més es recullen més males herbes i de diferents espècies. Al patir un assecament, les males herbes van morir, i al recuperar-se ha tornat a presentar-ne bastantes.

→Mostra 3 – Sedum Renolit

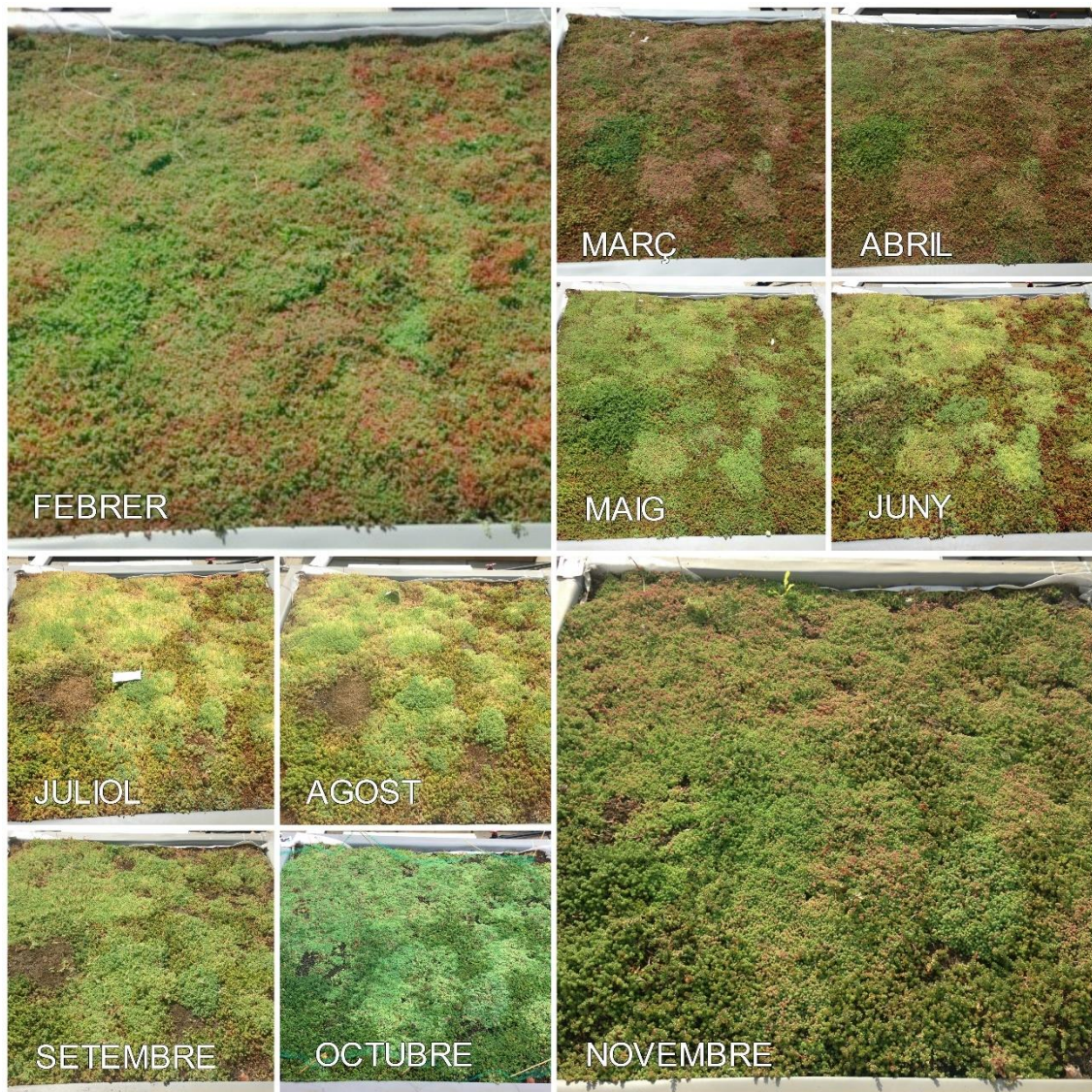


Figura 15. Evolució en imatges de la mostra 3

En aquesta mostra de tipologia sédum, veiem un clar canvi de verd a vermellós durant els primer mesos, fet habitual durant la època d'hivern. La mostra s'ha presentat amb una densitat molt bona al llarg de tot l'any exceptuant la zona afectada per trebol durant un mesos, però que com podem veure al mes d'octubre a estava recuperada i seguia evolucionant molt positivament.

En quan a les males herbes, com dèiem i es veu clarament a les imatges de març i abril, ha patit molt per una placa de trebol que va començar a créixer ràpidament. Aquesta era retirada cada mes però tornava a créixer en un parell de setmanes. Al començar l'estiu, i per tant amb la calor i sequedat, la placa, retirada al final de cada mes, va deixar de proliferar i es va assecar la zona. Poc a poc el sédum a recuperat la zona afectada.

→Mostra 4 – Sedum Urbanscape

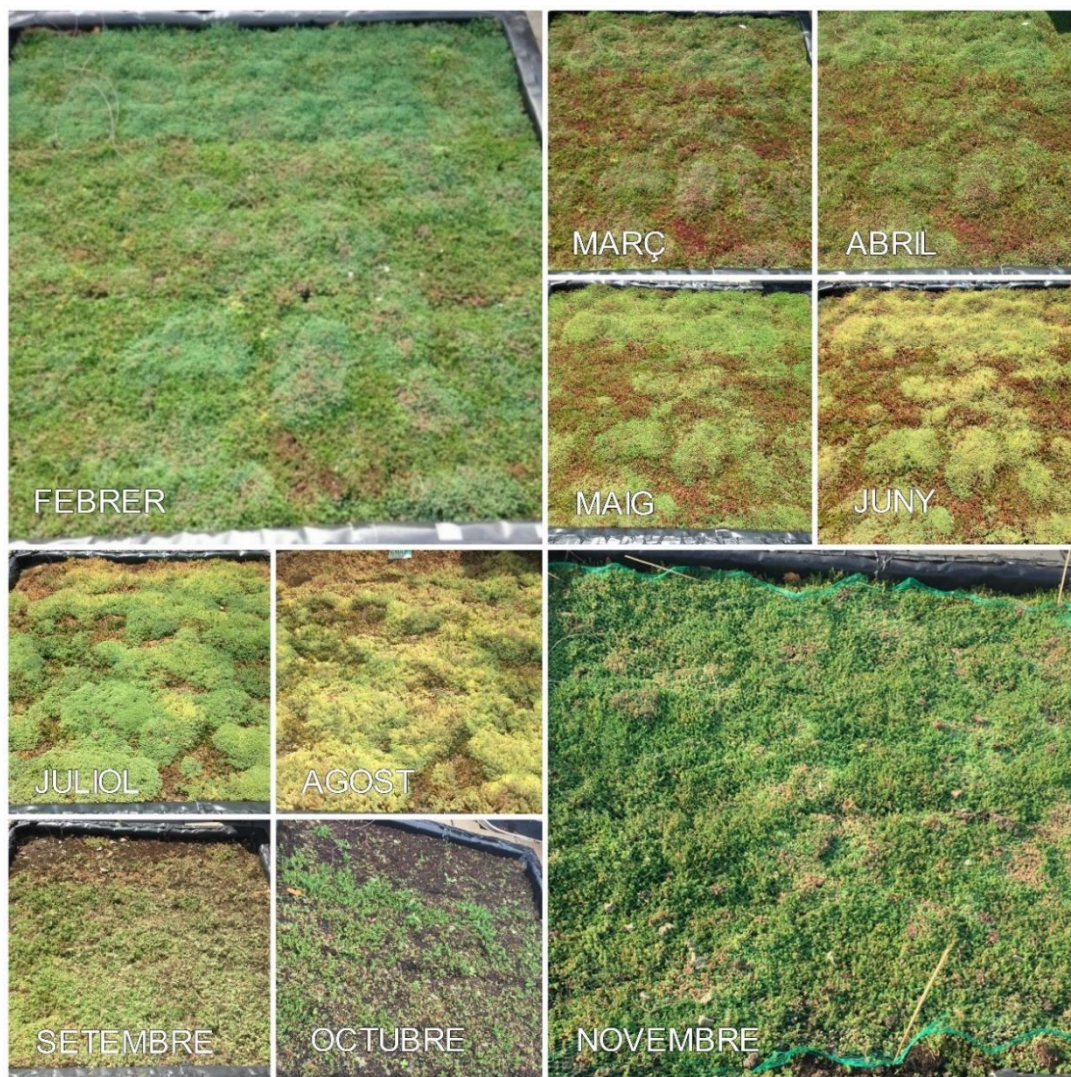


Figura 16. Evolució en imatges de la mostra 4

En aquesta mostra de verd tipus sédum, tornem a veure com la capa verda evoluciona cap a un color vermellós, normal en els primers mesos.

La vegetació té una molt bona evolució tot i que es detecta que durant els primers mesos de la investigació, el reg no estava programat adequadament i no havia estat rebent més aigua que la de la pluja. Aquest fet és un punt a tenir en compte, ja que la vegetació gràcies a poder retenir un gran volum d'aigua a les seves capes inferiors, a viscut de manera adequada sense aigua afegida. Aquest fet va ser arreglat i al començar l'estiu ja va tenir el reg programat pel fabricant.

Durant el mes d'agost es va començar a detectar una baixada en la densitat del verd, i al setembre ja es veia una zona clarament afectada. El fabricant va canviar tota la capa verda el 26 d'octubre ja que aquesta estava morint-se. A aquest fet se li va sumar que a l'octubre aquesta mostra entre d'altres va patir un atac per part d'ocells.

En quan a les males herbes, durant el primer mes va presentar bastanta quantitat i de diverses espècies però aquestes no han tornat a sortir i només s'ha recollit una mala herba petita i puntal durant el següents mesos.

→Mostra 5 – Sedum ZinCo

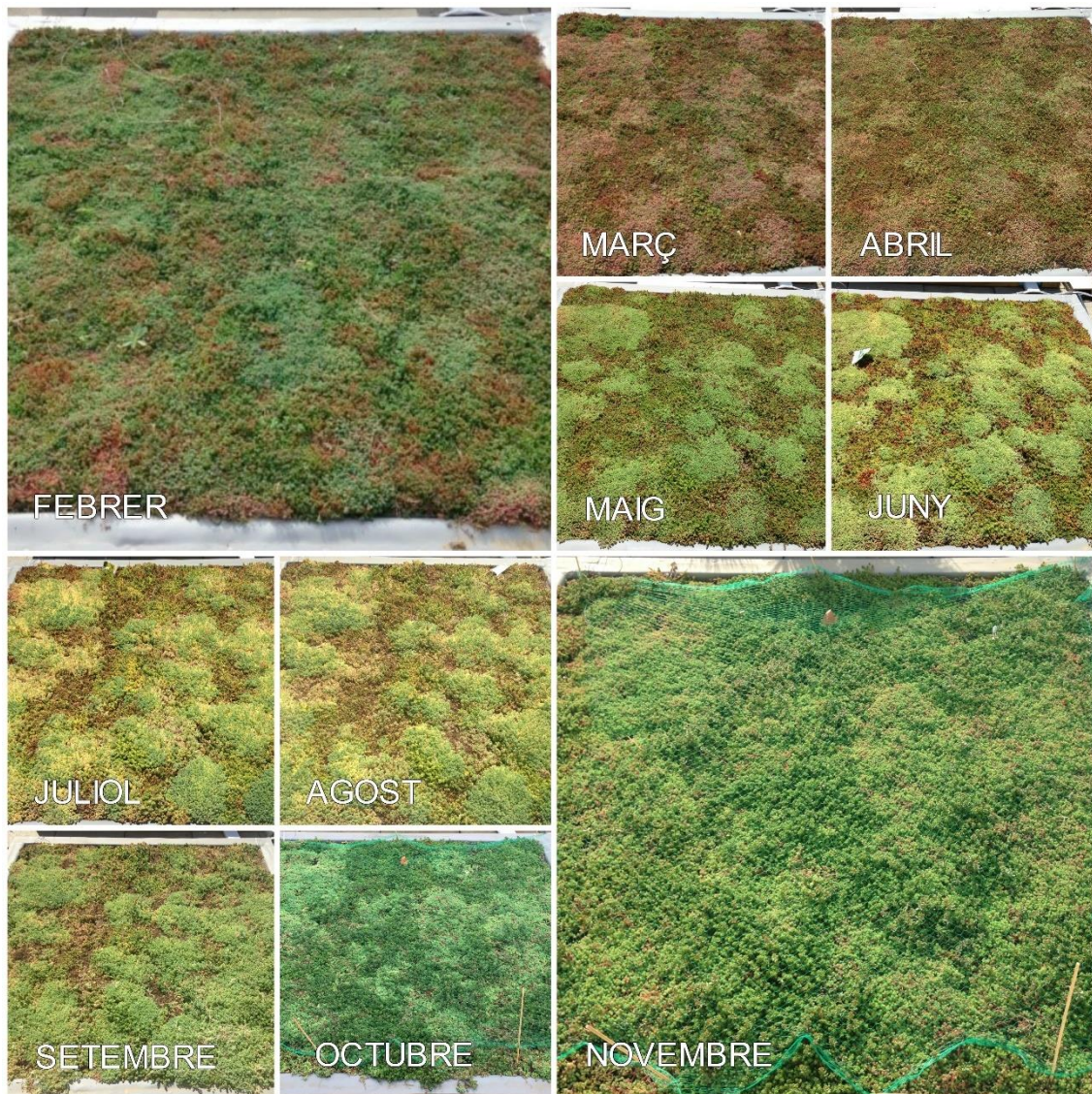


Figura 17. Evolució en imatges de la mostra 5

En aquesta mostra del tipus sédum, tornem a veure, com en les dues mostres anteriors, que el verd evoluciona cap a vermell. El sédum d'aquesta mostra, tot i ser del mateix viver que alguns dels anteriorment comentats, i d'haver estat instal·lat de la mateixa manera, és un dels que millor adaptació i aspecte presenta.

Durant el primer trimestre va arrelar de manera correcte i durant el segon trimestre ha renovat el sédum i ha augmentat en densitat mentre altres de similars característiques patien diverses patologies.

En quan a les males herbes, van ser de diverses espècies i bastant considerables durant el primer mes, però un cop extretes, no en va tornar a presentar fins el mes d'agost i van ser molt reduïdes.

→Mostra 6 – Semi intensiva ZnCo

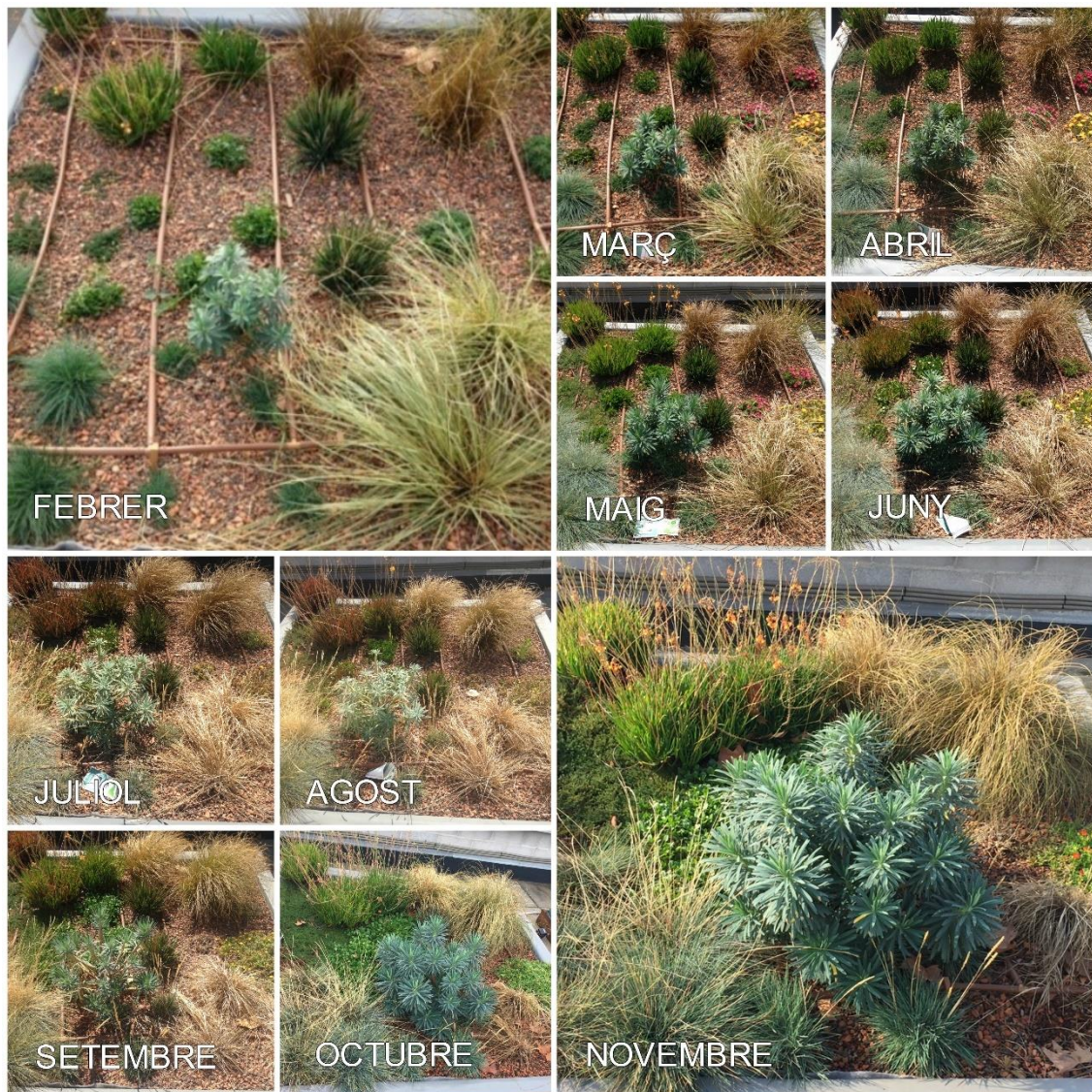


Figura 18. Evolució en imatges de la mostra 6

Aquesta mostra del tipus semi intensiu ha estat plantada amb gran varietat d'espècies, i de mida reduïda, a diferència de les altres mostres d'aquesta tipologia, que ja venien més crescudes i arrelades de viver.

Tal i com podem veure a les imatges, s'ha adaptat molt be al clima de Barcelona, i tot tenir molt buits a l'inici, en menys d'un any, ha omplert tot l'espai disponible. Durant l'època pertinent, a més, a florit i ha presentat un molt bon aspecte estètic, a tenir en compte en segons quina funció se li volgués donar a la coberta.

En quan a les males herbes, se'n va treure poca quantitat i molt localitzada el primer mes, però el següent mes es va tornar a trobar la mateixa de mida considerable. Al llarg de l'any n'ha presentat molt poques i molt localitzades.

→Mostra 7 – Sédum Ignia Green

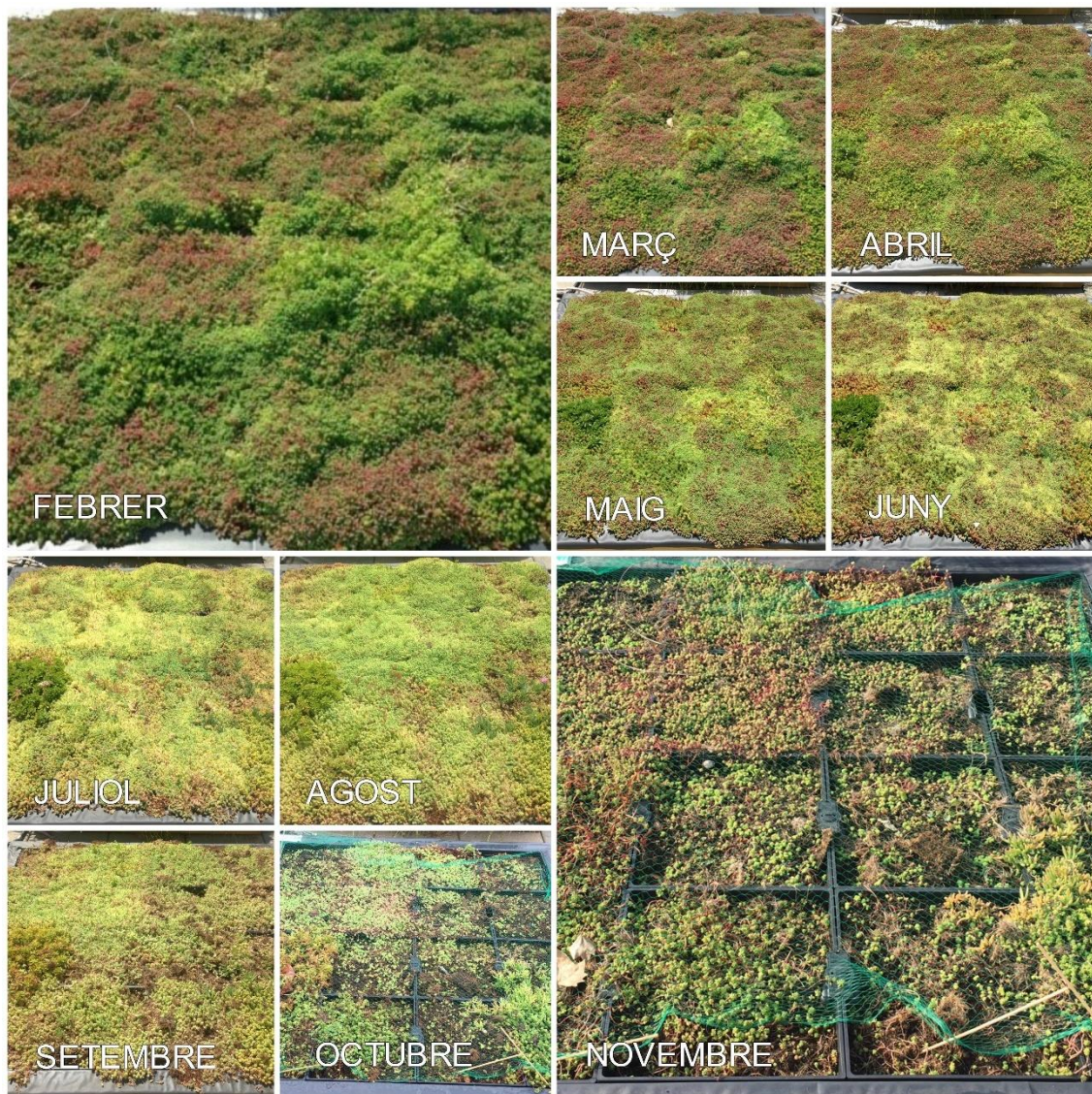


Figura 19. Evolució en imatges de la mostra 7

Tant aquesta mostra com la mostra, han estat les úniques que ja van arribar arrelades de viver i per tant han presentat menys evolució al llarg de l'any.

En aquest cas, el sédum es veu sa i frondós i ha fet el mateix canvi de color cap a vermell que els anteriors.

Malauradament, com hem vist en el calendari, es va patir un atac d'ocells a finals d'octubre i com podem veure en les dues últimes imatges aquesta va ser la mostra que es va veure més afectada ja que la va destrossar completament. Poc a poc ha presentat símptomes de recuperació, però per tal de recuperar-se li faria faltar una replantació.

Ha presentat poca quantitat de males herbes durant el primer mes i un cop extretes no han tornar a créixer.

→Mostra 8 – Semi intensiva Ignia Green

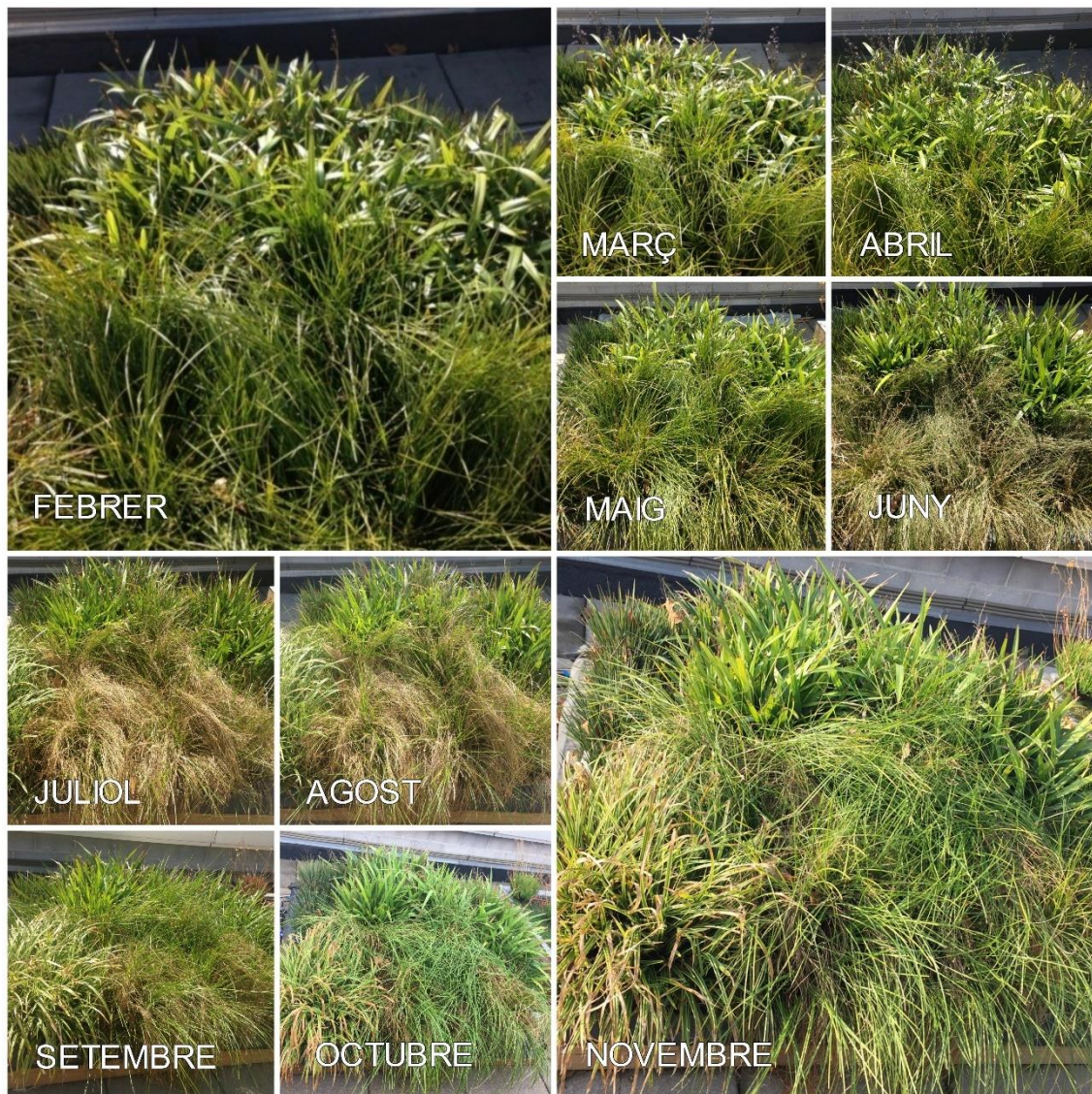


Figura 20. Evolució en imatges de la mostra 8

Aquesta mostra de tipologia semi-intensiva, com hem dit a la mostra anterior, aquesta mostra va arribar arrelada de viver pel que l'evolució no ha estat tant notable.

Una de les plantes que va arribar seca no ha acabat de recuperar-se tal i com s'esperava, la resta de caixes segueixen frondoses i algunes d'elles han florit durant la primavera. De cara a l'estiu les mostres de la línia frontal, com podem veure el mes de juliol i agost va patir un assecament considerable, però poca poc s'han recuperat.

Pel que fa a les males herbes, no n'ha presentat en tota la investigació, un gran punta favor a tenir en compte, ja que redueix el manteniment.

→Mostra 9- Sedum Projar



Figura 21. Evolució en imatges de la mostra 9

Aquesta mostra es va incorporar el 18 de març a la investigació i per tant la seva evolució ha estat diferent a les anteriors de la mateixa tipologia. A més, és l'única mostra de sédum que va començar amb planter.

Durant el primer mes es va veure una bona progressió en quan a mida i adaptació de les plantes, comparat amb la resta de la mateixa tipologia que van estar arrelant en aquest primer període ha estat un bon símptoma.




Al començar juny, però, va començar agafar color marró i va estancar-se en quan a creixement.







Ha presentat un nivell baix de males herbes, i aquestes van començar més tard que en altres mostres.








4.2. Males herbes trobades





4.2.1. Males herbes trobades a les mostres mensualment




Durant la última visita de cada mes, s'ha fet una recollida de males herbes per tal de tenir-les comptabilitzades ja que és un punt a tenir en compte en quan al manteniment de la mostra. A continuació veiem en una taula les males herbes que s'han trobat a cada una de les mostres.






MOSTRA 1 – SÉDUM MAS WAS		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	 <p>Apareixen petits esqueixos, primeres males herbes</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	 <p>Ha presentat una sola mala herba</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
 <p>S'han trobat tres males herbes en poca quantitat.</p>	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.



MOSTRA 2 – SEMI-INTENSIVA MAS WAS		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Tres esqueixos de la mateixa espècie</p>	 <p>Dues espècies noves diferents a les del mes anterior</p>	 <p>Apareixen noves males herbes, aquest mes a tornat a augmentar</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Han aparegut males herbes de nou, però en poca quantitat</p>	 <p>S'ha trobat una sola mala herba, han disminuït</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>S'han trobat males herbes de nou.</p>

MOSTRA 3 – SÉDUM RENOLIT		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Placa de trèvol considerable</p>	  <p>La placa de trèvol torna a aparèixer</p>	  <p>La placa de trèvol havia augmentat i trobem un esqueix d'una nova espècie</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
 <p>S'extreu de nou la placa de trèvol que comença a donar símptomes d'estar-se reduint.</p>	 <p>La placa de trèvol ha disminuït clarament però encara n'hi ha una mica</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Ha tornat a apareixer una petita zona amb trèvol</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>

MOSTRA 4 – SÉDUM URBANSCAPE		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Tres espècies diferents en abundància</p>	 <p>Les espècies del mes anterior no han tornat. Aquest mes s'ha trobat una espècie nova</p>	 <p>Les males herbes no es repeteixen, es troben dues noves espècies localitzades</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Ha tornat a aparèixer en poca quantitat</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>

MOSTRA 5 – SÉDUM ZINCO		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Tres espècies en abundància</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Es troben males herbes de nou, noves espècies.</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Dues petites males herbes</p>

MOSTRA 6 – SEMI-INTENSIVA ZINCO		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Dues espècies de gran mida</p>	 <p>Tornen a aparèixer les dues espècies retirades al febrer.</p>	 <p>Es repeteix una espècie trobada el mes anterior</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
 <p>Tres esqueixos de diferents espècies, poca quantitat.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>S'ha trobat una petita quantitat de trèvol</p>

MOSTRA 7 – SÉDUM IGNIAGREEN		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
 <p>Bastant quantitat de dues espècies diferenciades.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	 <p>Torna a presentar males herbes, en poca quantitat.</p>
MAIG	JUNY	JULIOL
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>	<p>No ha presentat males herbes durant aquest mes.</p>

MOSTRA 8 – SEMI-INTENSIVA IGNIAGREEN		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.
MAIG	JUNY	JULIOL
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.

MOSTRA 9 – SÉDUM PROJAR		
FEBRER	MARÇ	ABRIL
Encara no havia estat instal·lada	Feia una setmana que havia estat instal·lada, no es van recollir males herbes	No ha presentat males herbes durant aquest mes.
MAIG	JUNY	JULIOL
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.
AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE
No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.	No ha presentat males herbes durant aquest mes.

4.2.2. Tipologies de males herbes

A continuació, fem un anàlisi d'algunes de les males herbes més trobades a les mostres per així fer un recull de les que han estat més comuns durant aquesta investigació i per tant en el clima que ens trobem.

→ Lletsó d'hort (*Sonchus oleraceus*)

És una planta de fulla comestible. Es cultivava a la Grècia antiga, a l'antiga Roma i a tota Europa a l'edat mitjana, però amb el pas dels segles va ser substituïda per altres hortalisses considerades més refinades. Era un dels ingredients de la cuina mediterrània tradicional, tot i que actualment el seu consum es troba limitat a unes poques zones.

Tot i ser una planta comestible en alguns llocs del món es considera una planta invasora, creix sovint en camps humits, camps de conreu, camins i horts. Floreix especialment a la primavera, encara que es pot trobar florit gairebé tot l'any a cultius de regadiu com blat, fruites, etc. o bé a cultius de secà com vinyes. Les fulles d'aquesta planta agraden molt als conills.

Ha estat una mala herba que ha aparegut a varies mostres però sempre localitzada i ha estat molt fàcil de retirar.



→ Trèvol (*Trifolium pratense*)

El trèvol comú o trèvol dels prats, també anomenat herba de la desfeta, és una planta herbàcia de la família de les fabàcies, del gènere *Trifolium*. Es troba tant en zones de clima temperat com en zones d'altres muntanyes.

Dintre de Catalunya, es troba distribuïda per totes les regions, però predomina als Pirineus, ja que el clima els hi és més favorable. El seu hàbitat natural són terrenys molt calcaris i argilosos; necessita un clima temperat però és capaç de sobreviure a baixes temperatures, per contra no és resistent a temperatures molt altes. El trobem en prats humits o al voltant de fonts, als marges dels rius i barrancs, o a la vora d'horts.

Aquesta mala herba només ha aparegut a la mostra 3 però ha estat persistent durant uns mesos i molt difícil de retirar.



5. Anàlisi de les temperatures intersticials

En aquest apartat s'analitzaran les mostres en els dos dies més extrems de l'any analitzat. El dia més fred ha estat el 8 de novembre, i el més càlid el 4 d'agost. Per tal d'assegurar-nos que aquest dia no ha estat desfavorable per cap de les mostres, s'han utilitzat tres dies a les gràfiques, el dia més extrem, el previ i el posterior.

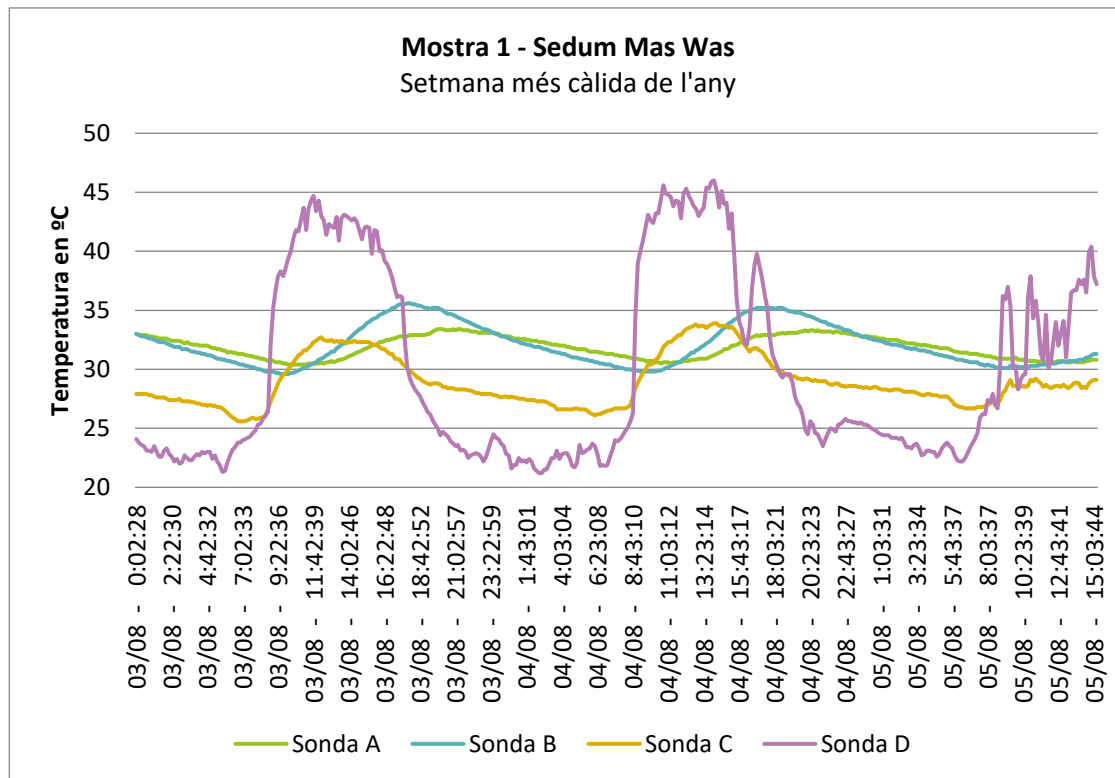
5.1. Anàlisi de les mostres en els dies més extrems

A continuació es mostren diverses gràfiques resultat d'un any sencer d'estudi i recollida de dades. Les taules que observarem fan referència al dia més càlid i més fred de tot l'any. Durant l'anàlisi s'ha decidit escollir el dia anterior i posterior al dia més extrem per descartar possibles afectacions a les temperatures degut al reg de les mostres.

Per comprovar que els dies estudiats no eren anòmals respecte la resta, s'han realitzat gràfiques de tot el període al llarg de l'any d'estudi i s'ha contrastat informació amb aquests. A més a més dels gràfics que s'han anat realitzant i estudiant per trimestres al llarg d'aquest any. (veure annex)

En aquest apartat es mostren les gràfiques corresponents a les sondes ABCD de les diferents mostres durant el dia més extrem de l'any i el dia anterior i posterior a aquest. Aquests dos dies han estat seleccionats un cop fet l'anàlisi de les dades publicades per l'Observatori Fabra durant el trimestre estudiat.

→ Mostra 1 – Sedum Mas Was



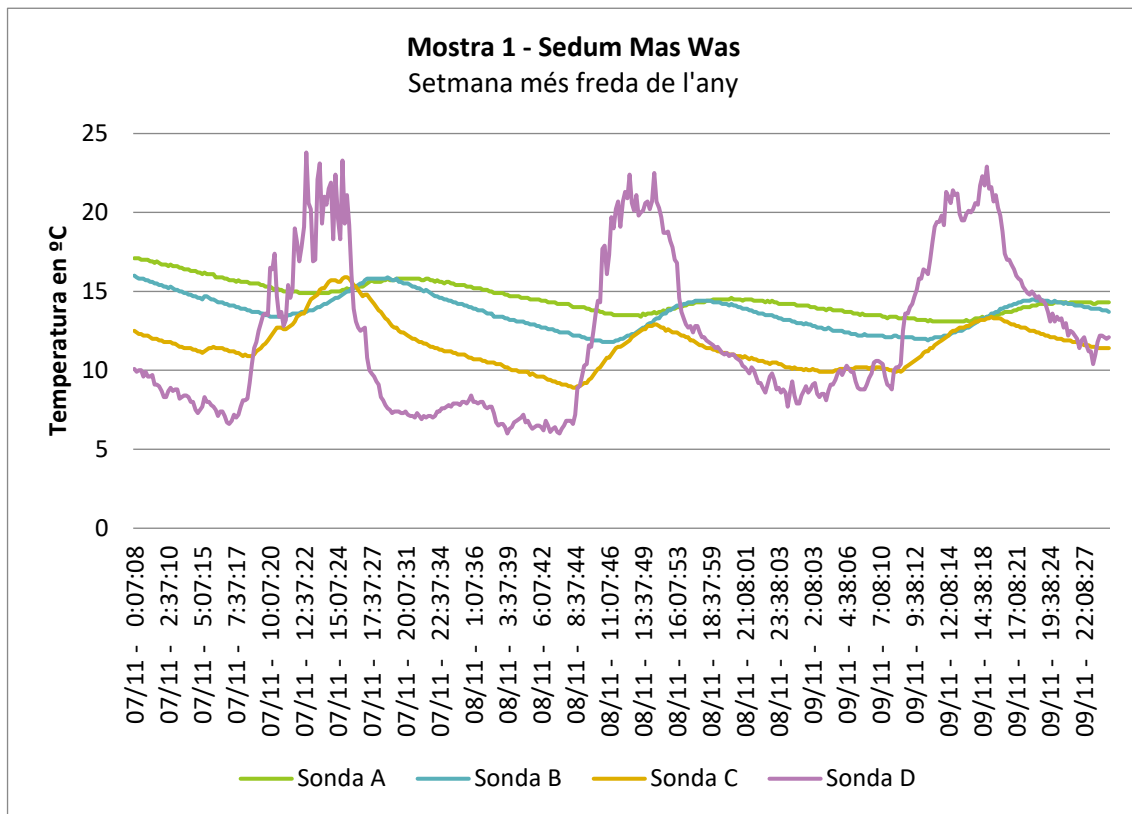
Pel que fa al dia més càlid de l'any, la sonda A té una fluctuació menor, amb respecte a les sondes C i D, per tant el substrat realitza el major gruix d'aïllament, fins a 6°C.

Els punts més extrems pertanyen a la franja horària de entre les 11 i les 16h i es pot observar com la sonda que està sobre el verd és la que més temperatura assoleix, en canvi ja es pot observar una gran diferència respecte la C que es troba immediatament per sota del verd i es veu afavorida per la ombra i densitat que aquest li proporciona. El diferencial de temperatura més extrem entre les sondes C i D ronda els 11°C a l'hora més càlida del dia més càlid de l'any, i 2-3°C per les nits.

Cal notar, que la sonda D es troba a temperatures molt extremes en comparació a la C i això podria ser en part causat per l'exposició al sol. Sempre s'ha intentat que les sondes exteriors no tinguessin exposició al sol però donat que el verd va evolucionant, inevitablement, durant alguns dies en certes mostres s'han vist exposades.

Si ens fixem en les sondes més properes a l'edifici, A i B observem com les fluctuacions són molt favorables, ja que durant les hores de sol aquestes sondes detecten temperatures fins a 17°C inferiors a les ambientals, i en canvi durant la nit s'observa com augmenten una mica però es mantenen bastant constants per l'acumulació de temperatura durant el dia. En el cas de les temperatures nocturnes veurem que és més interessant pels dies freds.

En aquest cas la coberta està proporcionant un diferencial de temperatura entre l'exterior i la pell de l'edifici de fins a 17°C.



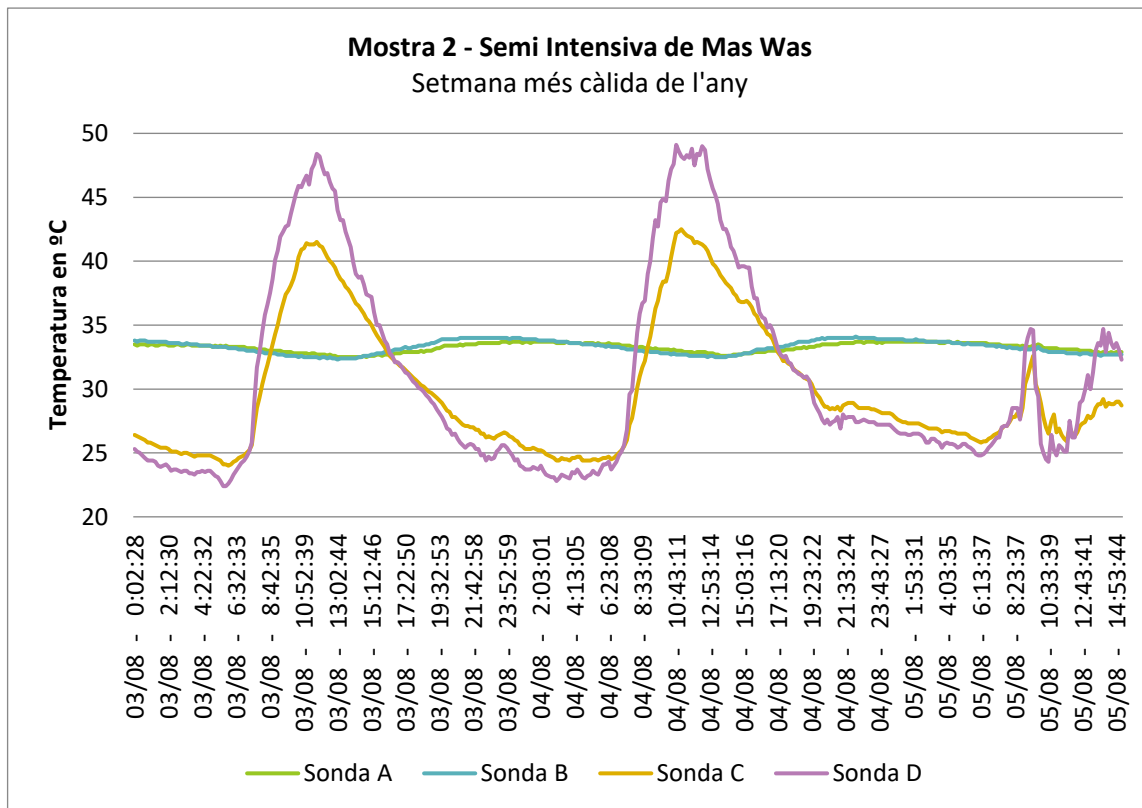
Durant els dies més freds de l'any podem observar com la sonda A, en contacte amb l'edifici, es manté constant durant tot el dia independentment de la temperatura exterior. Això ens demostra que les capes sobre aquesta sonda actuen de manera aïllant i milloren l'eficiència energètica de l'edifici.

La sonda C (sobre substrat i sota verd) ofereix diferencial amb la B, per tant el gruix entre aquestes, el substrat, està actuant com a molt bon aïllant i impedeix que influeixi la variació de temperatura. Són entre 5,3°C els que diferencien la temperatura de la sonda B amb la C al llarg del dia, exceptuant les hores del migdia on les temperatures són més similars ja que la sonda C augmenta per la temperatura exterior i la B es manté amb l'acumulació de temperatura que assoleix.

La C i la D (sobre verd) es veu com fluctuen molt més que les altres dues sondes de manera conjunta pel que fa a la franja horària. El sédum proporciona un aïllament de fins a 9,9°C durant el dia i 6°C per les nits, un diferencial major que el que s'observa entre les sondes B i C.

Per tant el gruix d'aïllament de la mostra 1 el dia més fred del trimestre, tant quan la temperatura augmenta com quan descendeix, està en el substrat. En el moment de màxima diferencia de temperatures, la coberta verda està produint un diferencial entre l'exterior i l'edifici de 15°C.

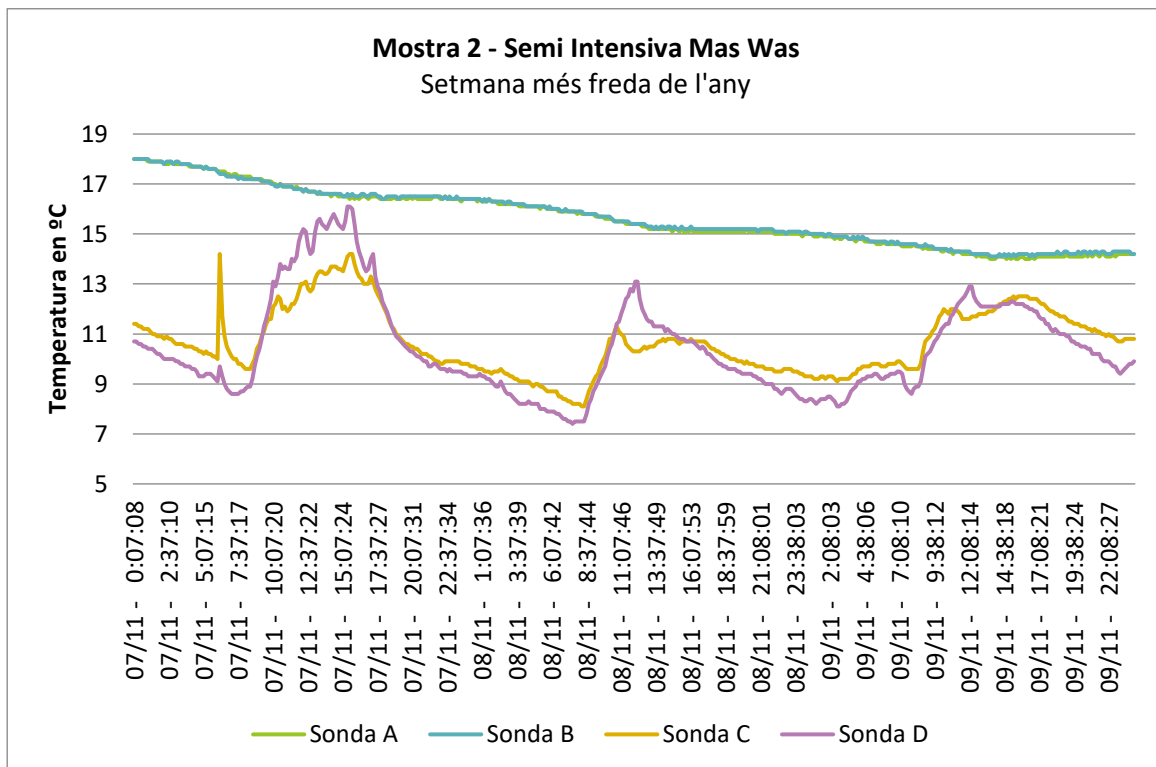
→ Mostra 2 – Semi-intensiva Mas Was



Aquesta gràfica pertany a la mostra 2 el dia més càlid de l'any. La sonda D de la mostra presenta una temperatura 6,9°C per sobre de la sonda C en la mateixa situació. Això es degut a la tipologia de verd de la mostra, ja que ara parlem de semi per tant la densitat de verd, tot i que la sonda es situï sobre el verd, varia. Aquesta dada ens confirma que el verd del tipus arbustiu té un millor rendiment pel que fa a l'aïllament en el moment de temperatures més altes del dia.

D'altra banda es pot observar com el substrat proporciona un aïllament de temperatura de fins a 8,6°C.

En els punts més extrems del dia per tant, el diferencial de temperatura entre la sonda situada més exterior i la més interna arriba fins als 16°C.



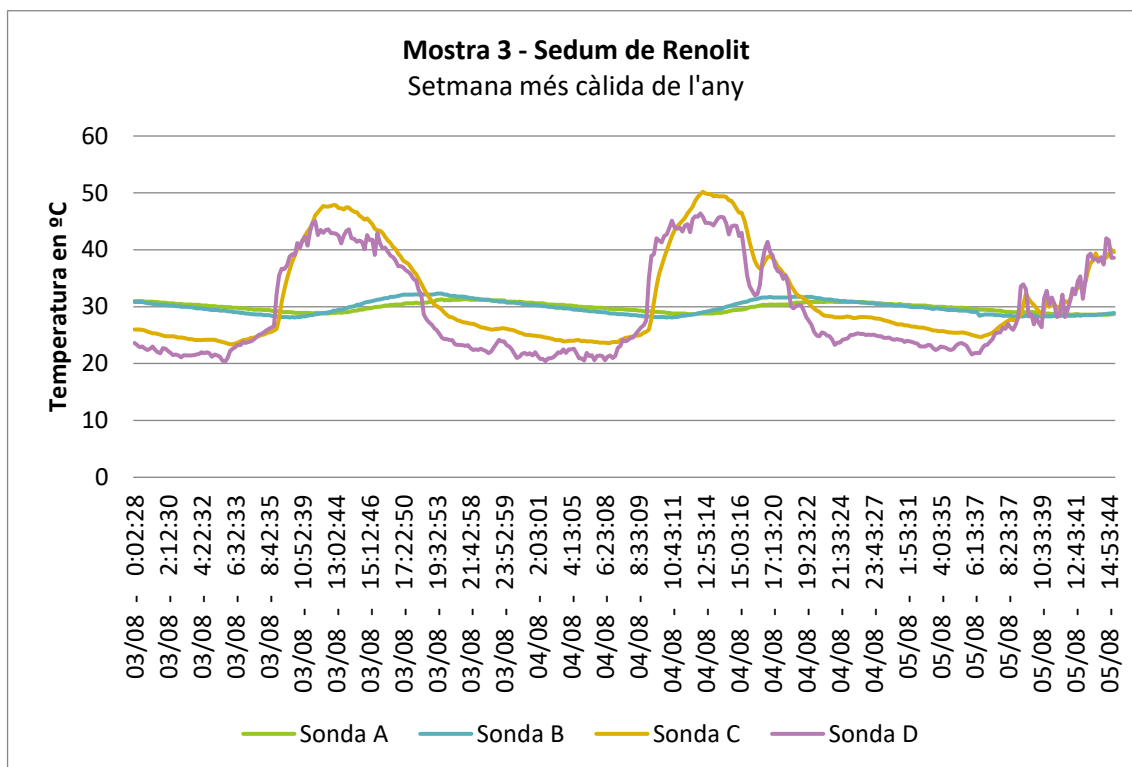
Si observem la mateixa mostra però en el dia més fred de l'any, podem veure una temperatura en les sondes C i D es bastant inferior a la estudiada anteriorment, fet positiu perquè es troben a temperatures inferiors que les sondes A i B i estem en una situació de temperatures baixes a l'exterior.

Les sondes A i B es mantenen bastant constants bora els 16°C i això és una dada molt positiva en quan a eficiència energètica. El fet més important és la gran diferència de temperatura entre la sonda D més exterior i la A més profunda. Es pot observar que tot i sent la temperatura exterior baixa, en les hores de més temperatura d'un dia fred, la sonda més propera a la pell de l'edifici té una temperatura superior i a demés guarda una constància.

En aquest cas la densitat del verd, sonda C respecte B, aporta un aïllament de 2°C.

En el punt més fred del dia, aquesta mostra té un diferencial màxim de 8,3 °C.

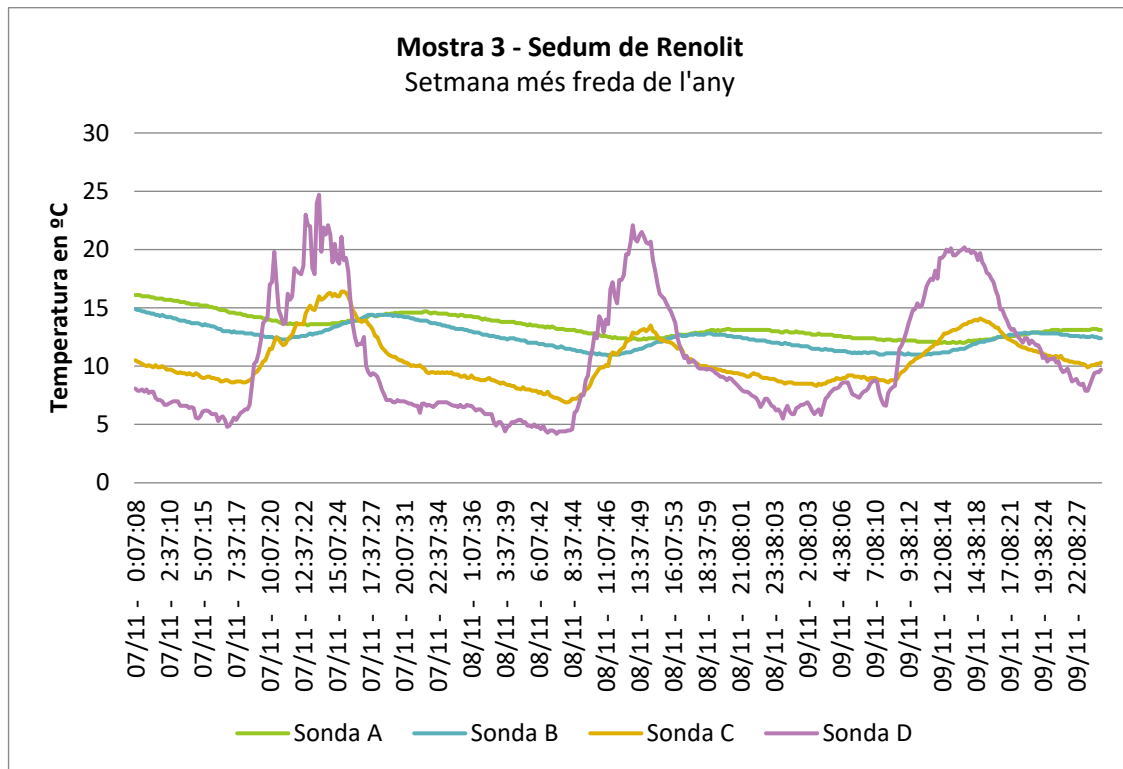
→ Mostra 3 – Sedum Renolit



Observant el dia més càlid de la mostra 3 es pot veure com el rendiment de la mostra és elevat. És similar al que s'observen als dies càlids de les mostres 1 i 2.

Les sondes C i D despunten en les hores de més temperatura i suposen un diferencial de temperatura de fins a 20°C respecte a la sonda A i B, les quals mantenen una temperatura molt constant durant totes les hores del dia. Això es degut al gruix del substrat de la mostra, que aporta un aïllament de 18,7°C i a l'ombra i densitat del verd durant les hores de sol 4,8°C.

En canvi per la nit, degut a la disminució natural de la temperatura i que no hi ha el factor ombra, la diferència de temperatura és de 8°C, però segueixen sent bons resultats ja que les sondes A i B es mantenen constants al llarg de les hores amb una fluctuació mínima observada de 1°C.



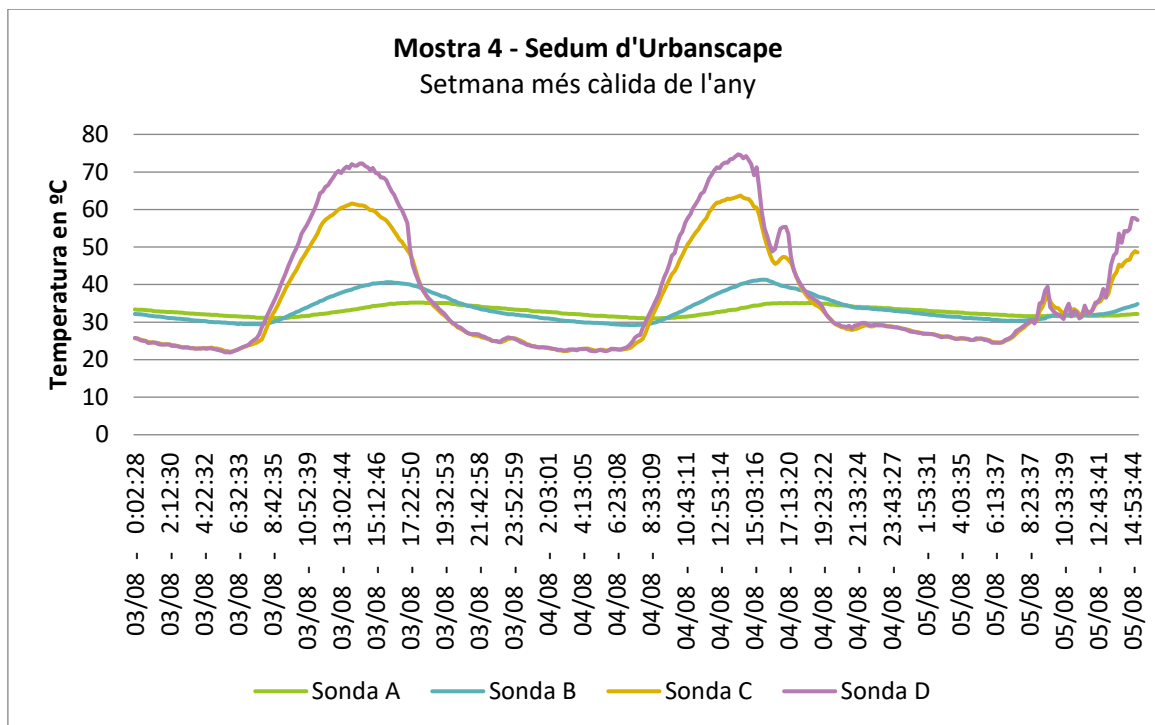
En el cas del dia més fred si que observem que hi ha una diferencia de fins 2°C entre les sondes A i B, per tant la capa aïllant fa una aportació en el control de la temperatura de l'edifici, fet que s'observa en poques mostres.

Es pot observar com el rendiment és bastant similar al de la mostra 1 en el dia més fred. Té un molt bon rendiment en quan a eficiència energètica i en el punt màxim obté un diferencial de 18º la sonda A respecte la D.

La diferencia de temperatura recollida entre la sonda C i D ens demostra que en aquest cas la capa vegetal suposa una disminució de fins a 10°C, per tant la densitat del sédum està afavorint la regulació de la temperatura pel que fa a l'eficiència energètica.

El gruix del substrat suposa un diferencial (D-A)de fins a 6°C.

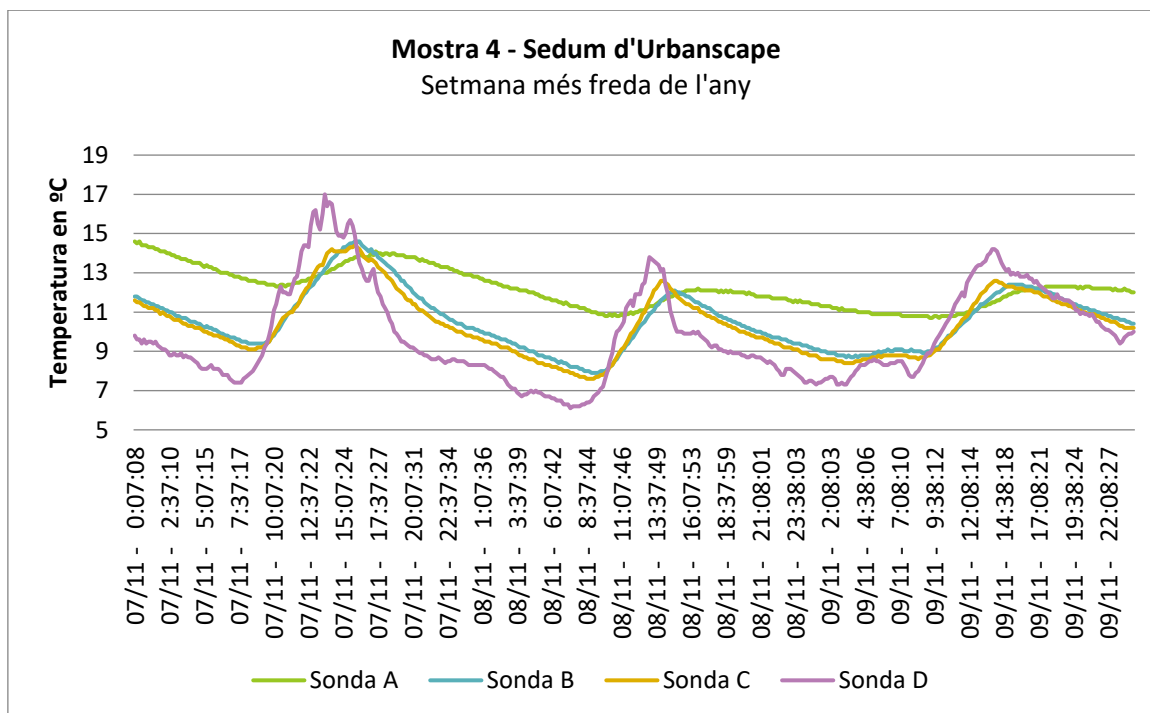
→ Mostra 4 – Sédum Urbanscape



En aquest gràfic veiem el comportament de la quarta mostra (sédum) en el dia més càlid.

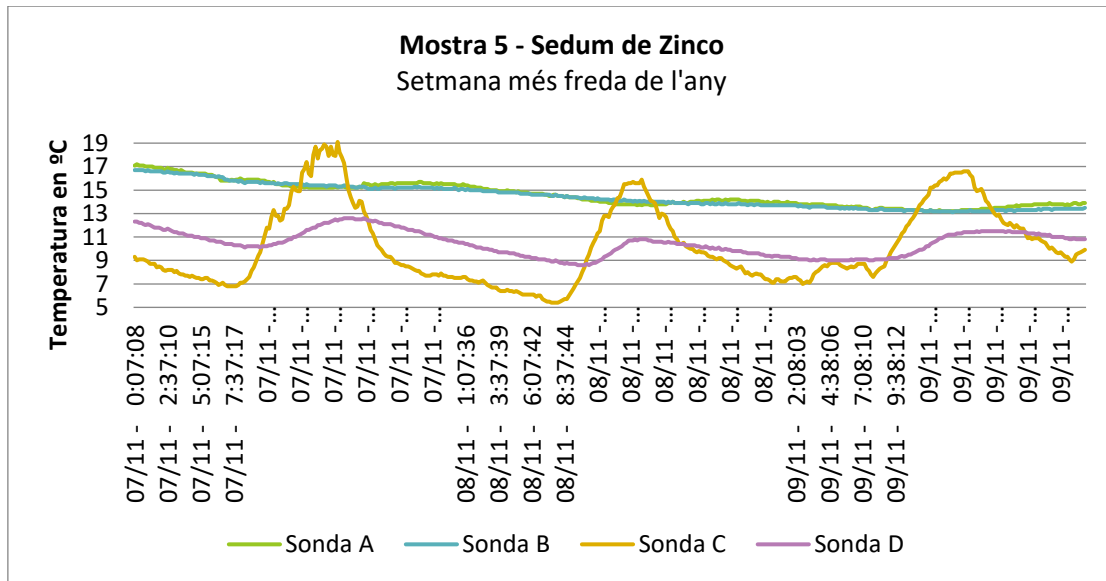
S'observa com les sondes A i B amb fluctuacions de 7-8°C entre les hores més extremes de radiació i les que menys ho son. La sonda A es troba a una temperatura inferior que la B per tant la capa d'aïllant està aportant eficiència energètica a l'edifici, absorbint fins a 7°C.

El gruix vegetal aporta una disminució de 10°C a la mostra, i alhora el substrat fa disminuir fins a 28,5°C la temperatura del sistema.



En el dia mes fred de la mostra 4 veiem que la capa de substrat no proporciona un gran diferencial de temperatura amb l'exterior major de 3,5°C, fet poc favorable quant a eficiència energètica. Per altre banda, la capa de sédum absorbeix fins a 3,3°C a l'hivern.

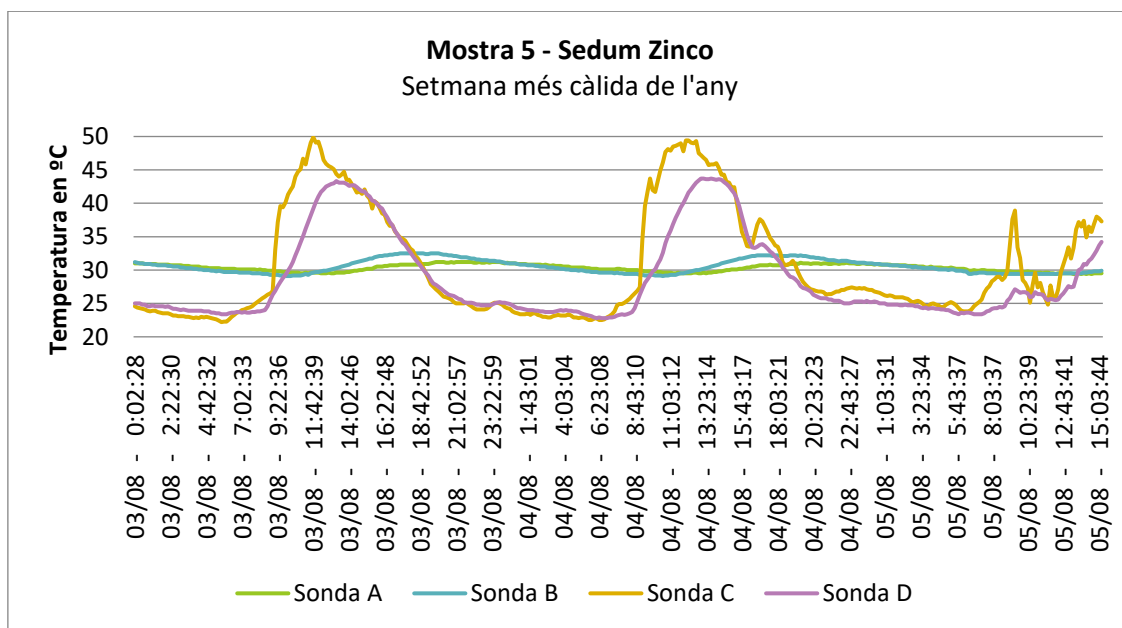
→ Mostra 5 – Sédum ZinCo



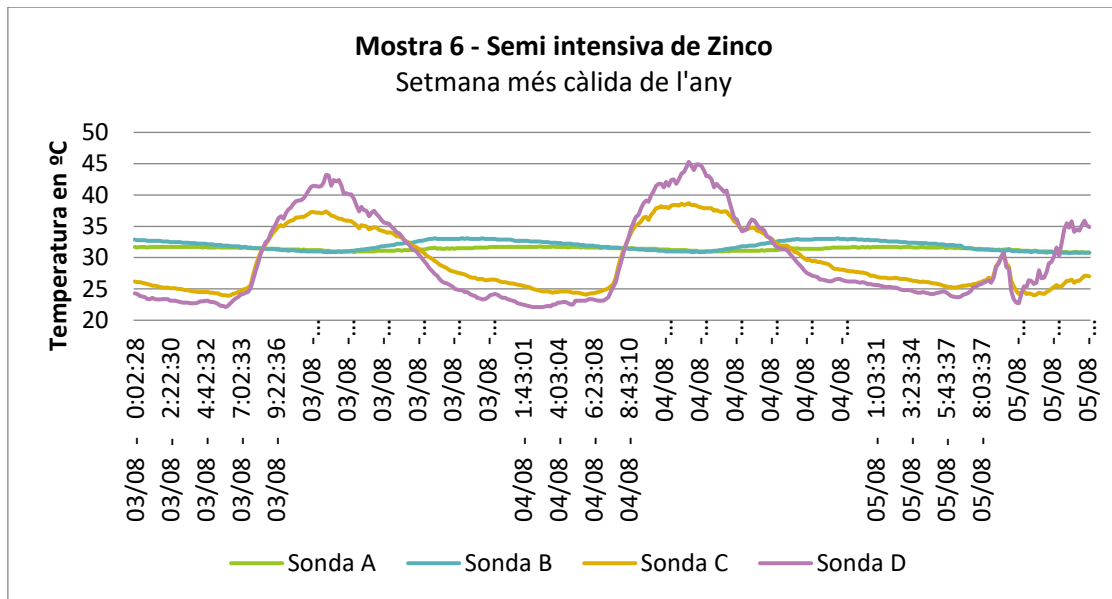
Ens trobem amb els resultats d'un altre mostra de sédum. Aquesta presenta un molt bon rendiment tant en el dia fred com en el càlid, les sonda A es manté constants i amb una temperatura més favorable que la exterior, metres que les sondes C i D oscil·len segons la temperatura ambient.

A les hores de més radiació les sondes C i D augmenten de temperatura, però la sonda C presenta millors prestacions en el dia fred, ja que té durant el dia una temperatura superior a la de la capa exterior, per tant la densitat del verd aporta fins 6°C de diferencia de temperatura, mentre que per la nit, la capa vegetal no millora el rendiment de la mostra.

El substrat en aquest cas aporta un diferencial de fins a 10°C respecte l'exterior en els dies més freds. En el cas dels dies càlids observem com el substrat aporta un diferencial de 18,4°C i la capa vegetal absorbeix fins a 7°C de temperatura.



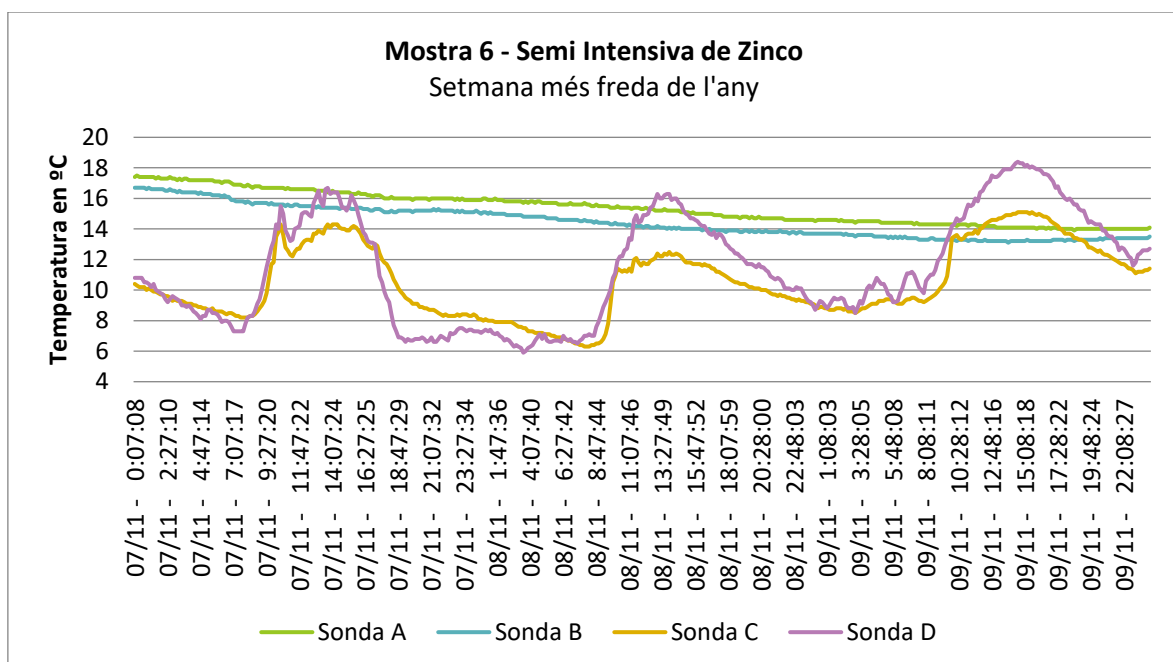
→ Mostra 6 – Semi-intensiva ZinCo



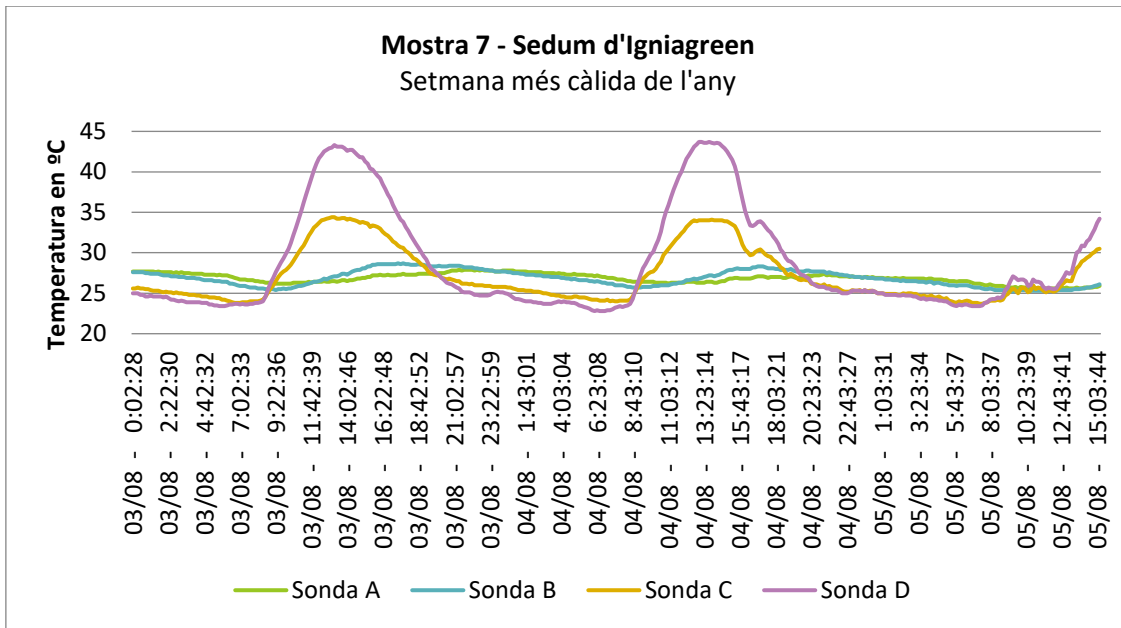
Les sonda A està estable durant tot el dia independentment de la variació exterior, fet positiu ja que demostra la seva eficiència energètica.

D’altre banda, aquesta mostra té un major gruix del mateix substrat, però, un cop estudiades les mostres 5 i 6, podem dir que en el clima mediterrani, no cal més gruix que el de la mostra 5 per ser eficient energèticament. En aquest cas, el gruix és aquest per la tipologia de les plantes, ja que es una mostra semi intensiva. Durant els dies de més calor, aquesta tipologia de plantes absorbeix 5,1°C gràcies a la ombra que produeixen, mentre que als dies freds tan sols absorbeix 1°C de temperatura.

El substrat aporta fins a 7,4°C de diferencial en els dies més càlids, mentre que en els dies freds arriba a ser de 7,9°C.

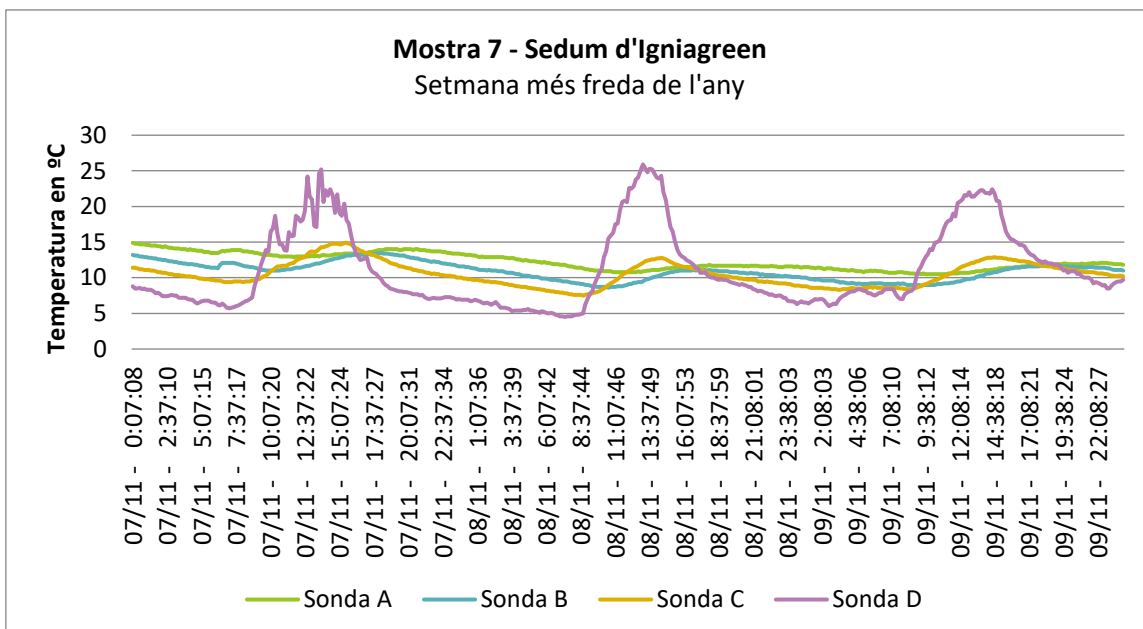


→ Mostra 7 – Sedum IgnaGreen

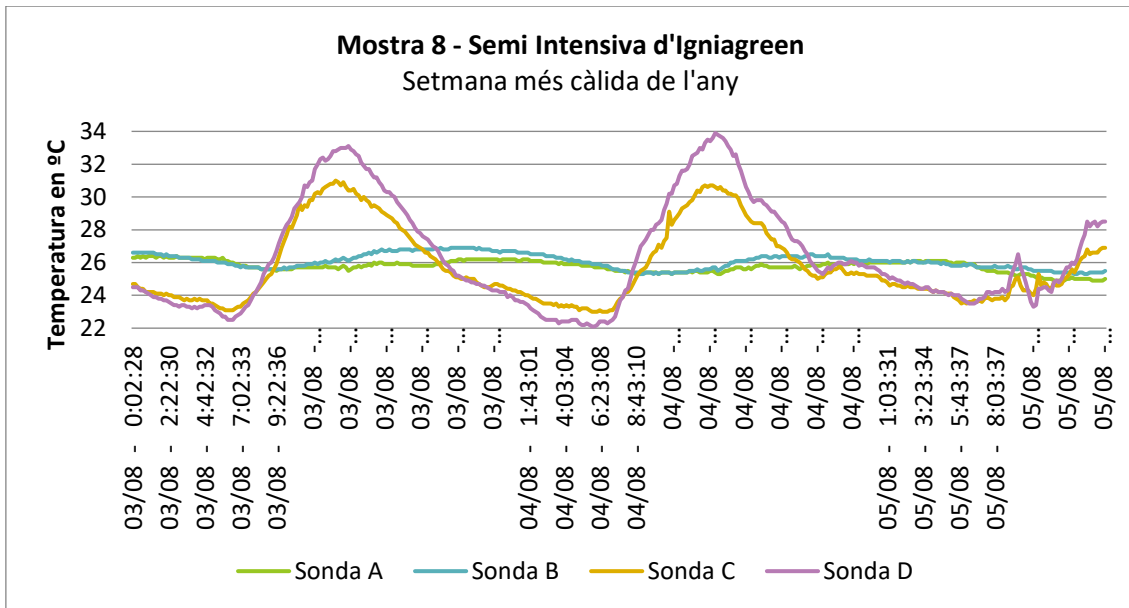


En aquesta mostra 7, veiem de nou com les sondes A i B es mantenen molt similars i constants al llarg del dia. El que s'observa molt clarament en aquesta mostra tant a l'estiu com a l'hivern és que, el substrat absorbeix 2,7°C els dies freds i 7,3°C els més càlids.

En general aquestes mostres no presenten gran diferencial de temperatura entre les capes que les componen. En el cas més càlid veiem com la densitat de la capa vegetal afavoreix en la disminució de fins a 9,8°C la temperatura i a l'hivern 7,9C.



→ Mostra 8 – Semi-intensiva IgneaGreen

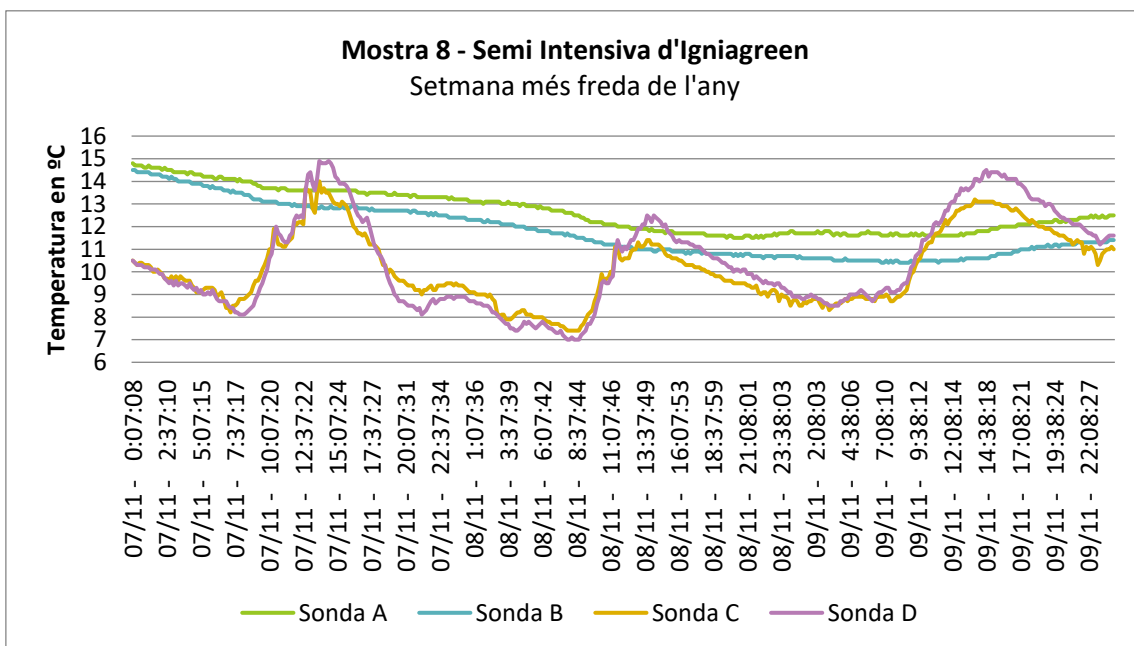


Per últim, la mostra 8, amb el mateix sistema que la mostra 7 però amb major gruix de substrat i verd, té un comportament molt similar al de la mostra anterior.

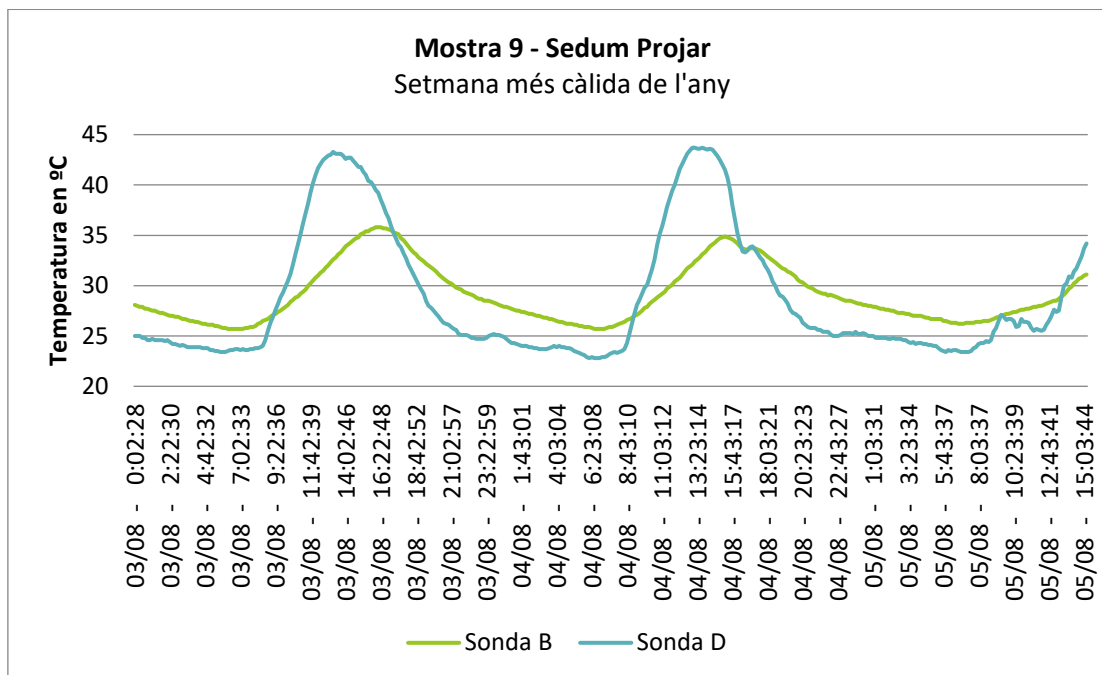
Té un bon rendiment en quan a eficiència energètica. Observem com tant a l'estiu com a l'hivern, la sonda A es manté estable al llarg de les hores demostrant una bona eficiència energètica.

El substrat tornem a veure com no aporta gran diferencial de temperatura, 8,2°C a l'estiu i 5,3°C a l'hivern.

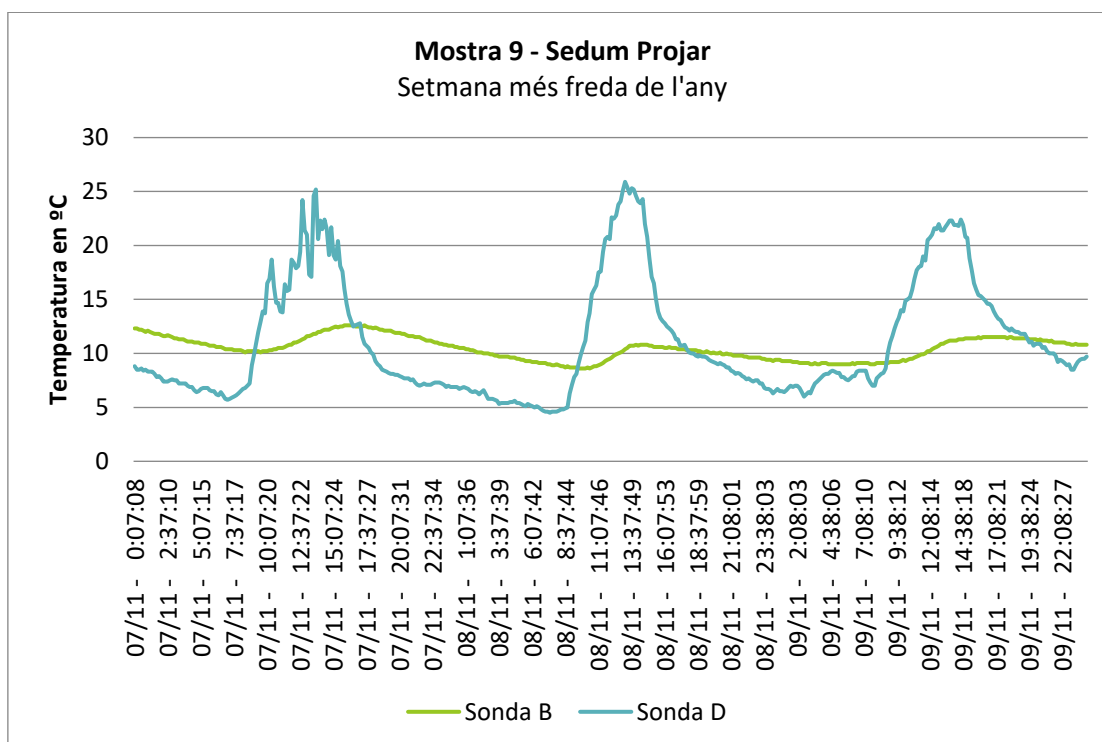
El verd absorbeix 2,8°C els dies més calorosos i 2,1°C els més freds.



→Mostra 9- Sedum Projar



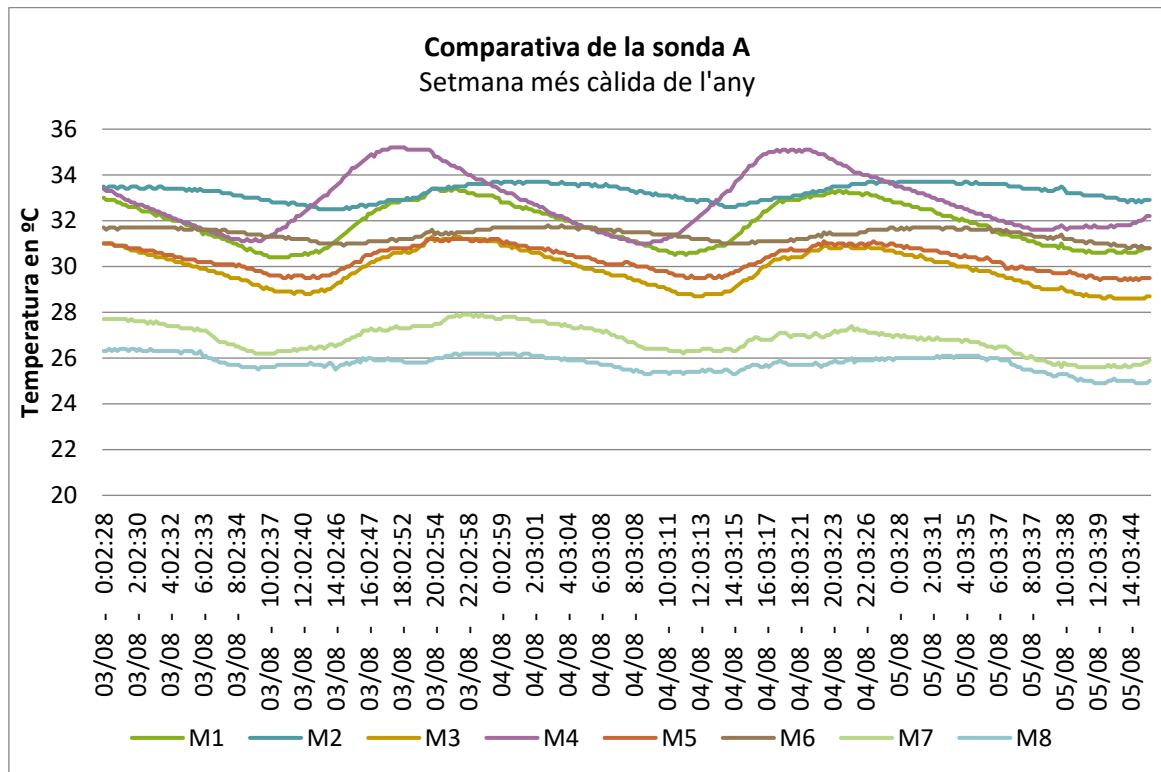
De la mostra 9 com s'ha comentat anteriorment sols hi ha dos sondes degut a que aquesta mostra va ser instal·lada amb posterioritat a l'inici de la recollida de dades. Les sondes C i B són les que hem estudiat. La sonda B respecte la D ens dona informació sobre l'aïllament que proporcionen el substrat i les capes interiors de la mostra. En el cas de l'estiu aquest es situa als 11,3°C en els punts més extrems, i fins a 15,1°C en el cas dels dies freds. Tots dos resultats demostren que la mostra funciona bé i aporta eficiència energètica al sistema.



5.2. Comparativa de temperatura absoluta de les sondes A de les mostres

A continuació analitzem totes les sondes A de les mostres 1- 8, durant el dia més fred i el dia més càlid comparades entre elles.

Aquesta sonda és la situada sota la mostra i per tant haurà de presentar-se el més constant possible mentre la temperatura exterior fluctua, aquets fet demostraria l'eficiència energètica que l'edifici esta assolint gràcies a les cobertes verdes.

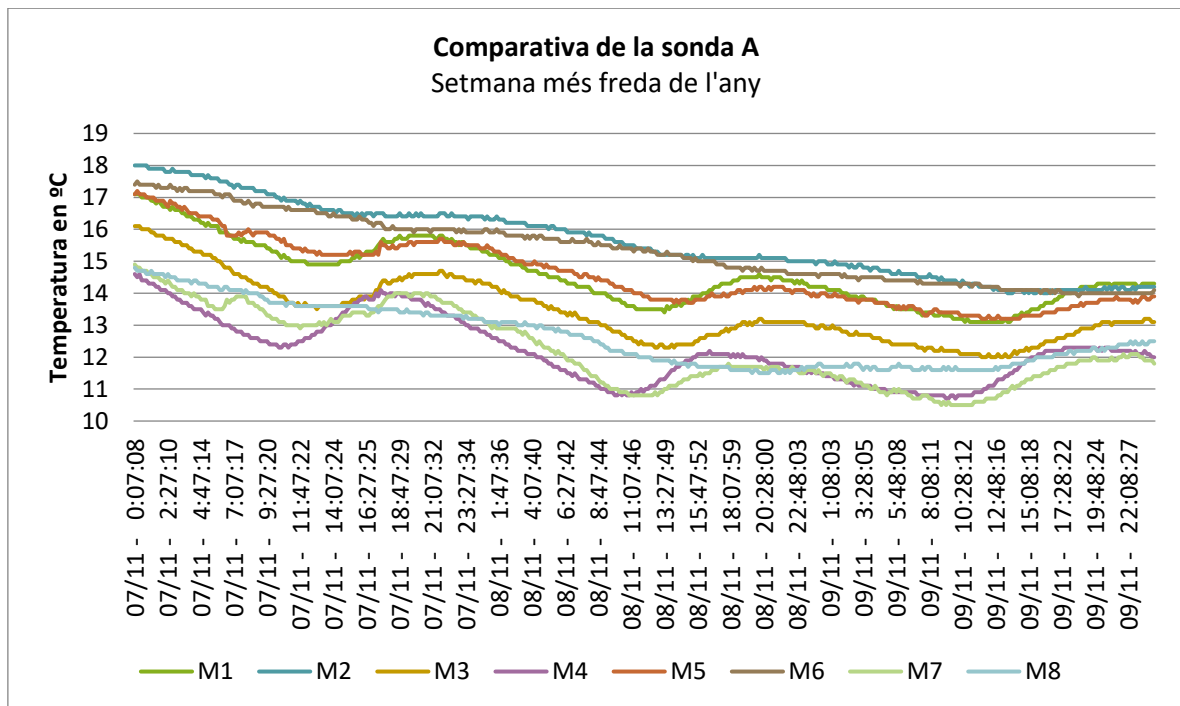


En el dia més càlid del trimestre veiem com les temperatures de les sondes segueixen una línia bastant similar. De matinada totes disminueixen uns graus fins aproximadament les 14 de la tarda quan tornen a pujar a la temperatura anterior. Fluctuen al llarg del dia entre 2 i 5°C depenent de la mostra com es pot observar.

La mostra 4 presenta una major fluctuació de temperatura respecte les altres mostres.

Les mostres 1 i 2 són les que tenen una temperatura més alta i per tant en les que, tenint en compte que ens trobem en el dia més càlid, el sistema està absorbint menys temperatura i ofereixen una menor eficiència energètica.

La mostra 8 és la que aconsegueix un major aïllament i la menor temperatura i, per tant, en el dia més càlid, té el millor rendiment (amb poca diferència respecte la mostra 7, la seva homòloga però amb menor gruix).



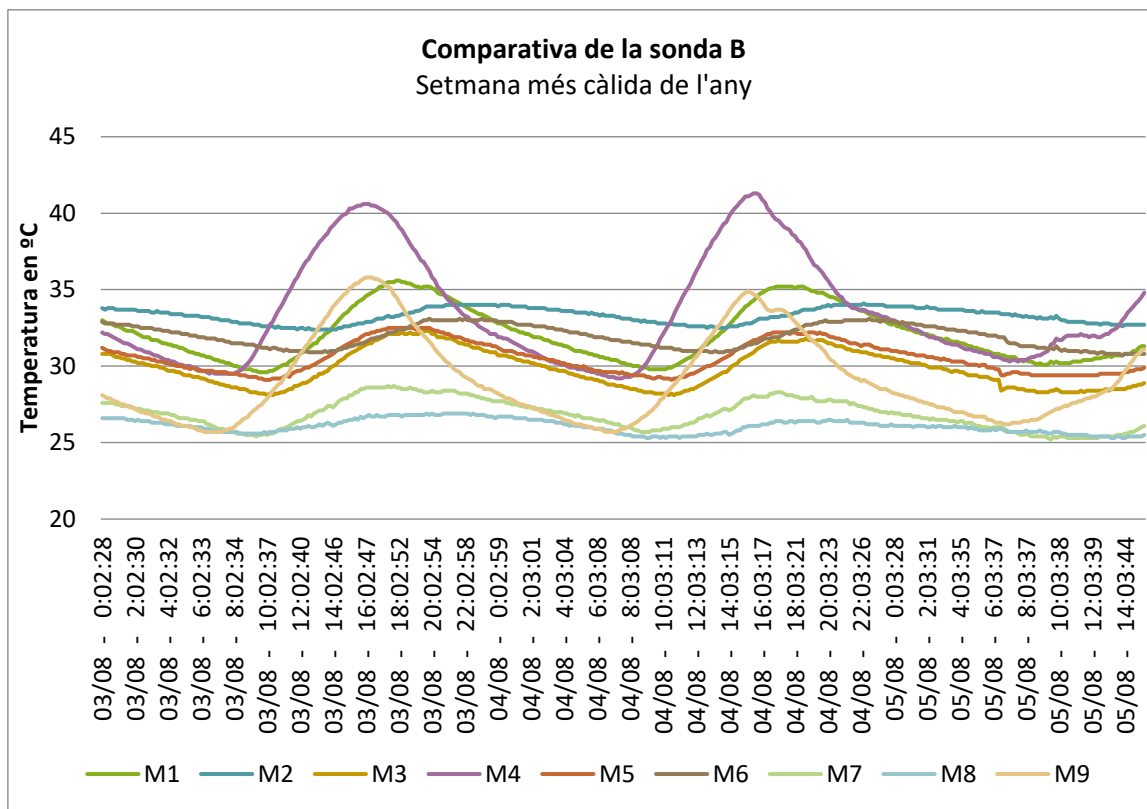
En aquesta gràfica podem veure com totes les sondes A es mantenen molt constants, el millor resultat que es pot esperar en quan a eficiència energètica.

Tornem a veure com la mostra 4 té una amplitud d'onda major, varia fins a uns 5 graus al llarg del dia, comportament que la resta no presenta. Ja que és la que es troba a una temperatura inferior durant el moment més fred del dia, es podria considerar la de pitjor rendiment en aquest cas.

Les mostres que presenten temperatures més elevades i per tant són més eficients energèticament a l'hivern perquè mantenen la temperatura interior són, la 2 i la 6 seguides de la 5.

5.3. Comparativa de temperatura absoluta de totes les sondes B

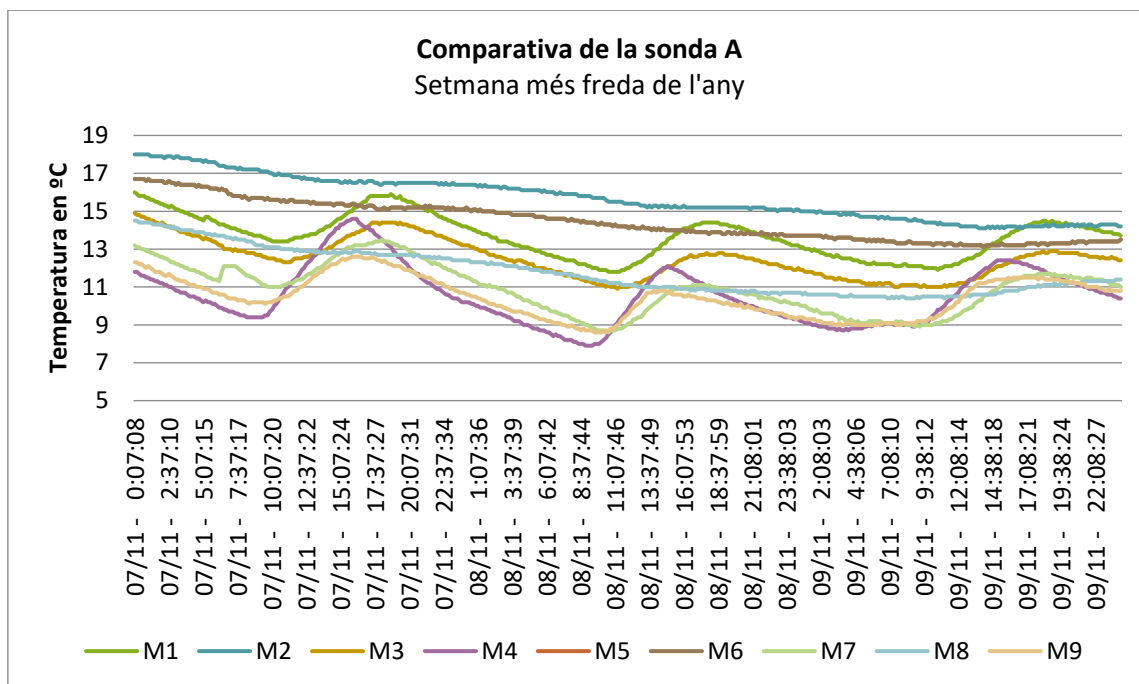
A continuació veiem la comparació de totes les sondes B per tal de poder comparar la mostra 9 amb la resta.



Tal i com podem observar, la mostra 4, durant el dia més càlid del trimestre, pateix la major oscil·lació. Per tant, respecte la resta de mostres, està oferint un menor aïllament a l'edifici sobretot en les hores de més radiació.

En quan a eficiència energètica, les mostres s'han de mantenir el més estables possible per tal d'aïllar l'edifici dels canvis exteriors i que aquest es mantingui en temperatura de confort.

Per tant les que presenten millors resultats són les mostres 8 i 7 perquè estan a menor temperatura, seguides de la mostra 9 tot i que presenta l'inconvenient de que en les hores de més radiació despunta fins a 10°C.

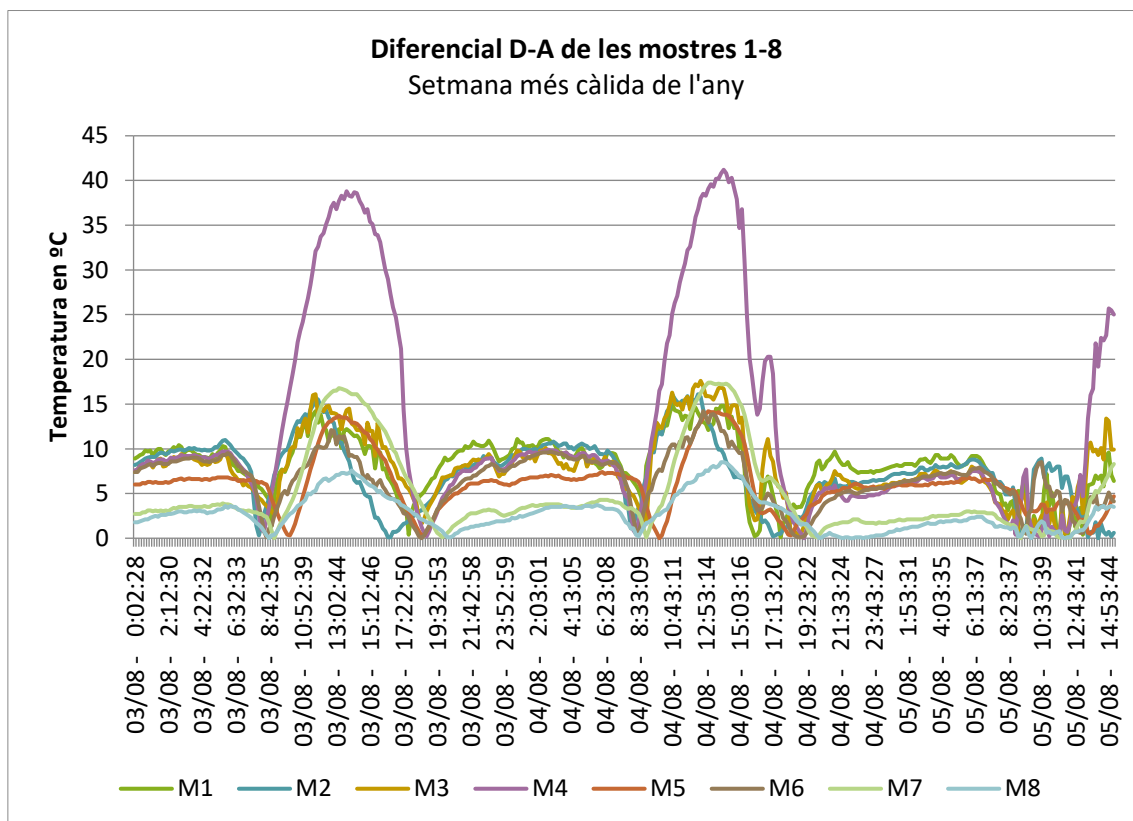


Durant el dia més fred, tornem a veure bastant oscil·lació en la mostra 4 respecte la resta. Però, en aquest cas, també veiem com les altres mostres varien una mica al llarg del dia respecte el dia fred, però que menys que la 4, segueix sent rellevant.

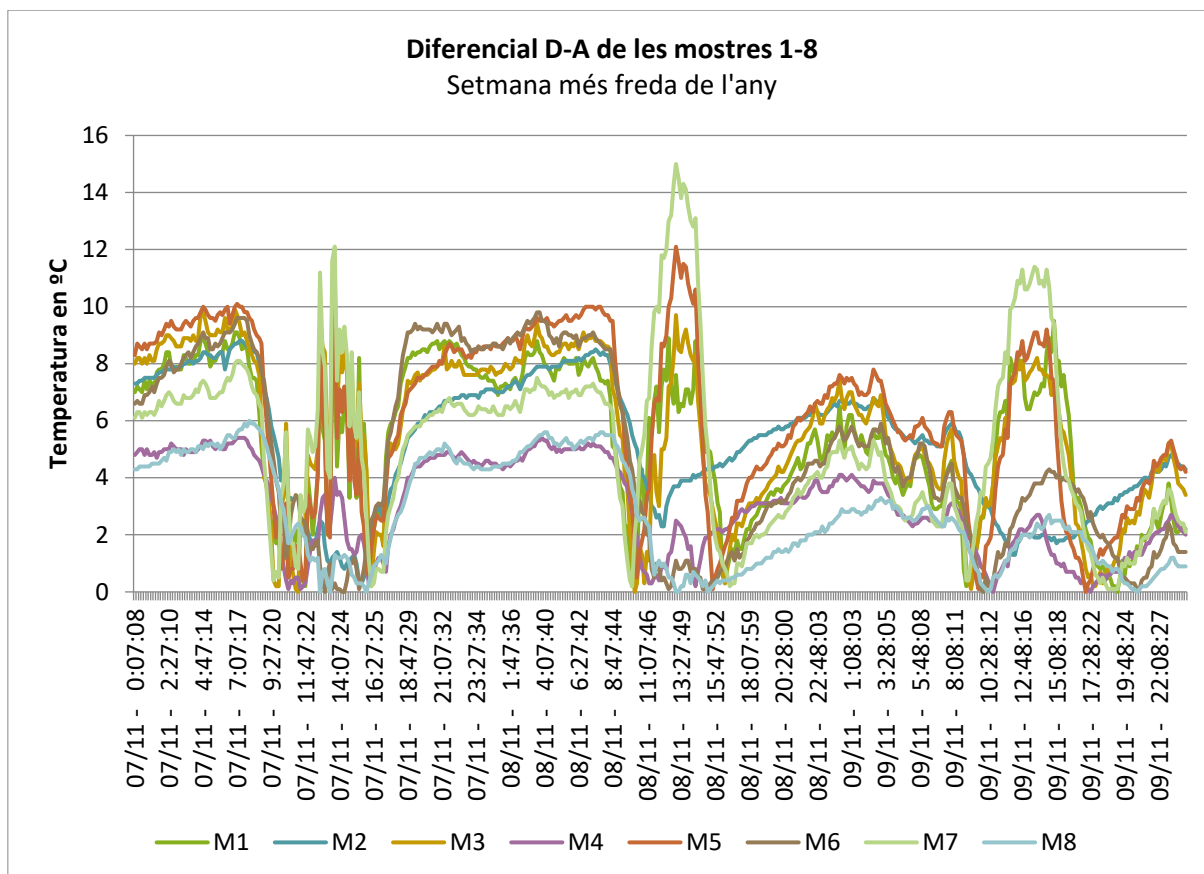
5.4. Comparativa del gradient de temperatura (Δ D-A)

Aquest gradient identifica la diferencia de temperatura que produeix la coberta verda (D) a la coberta de l'edifici (A).

A continuació es pot observar la comparativa realitzada entre les sondes A i D de les mostres en el dia més i el més càlid. Aquesta gràfica ens permet veure quina de les mostres té un diferencial superior respecte la resta i per tant és un millor aïllant.



Pel que fa al dia més càlid, la mostra 4 és la que més diferència de temperatura aporta entre la capa superior i la més inferior, molt per sobre de les altres sobretot en hores de gran radiació solar.



En el dia més fred del trimestre, observem que la mostra amb un major rendiment és la mostra 7 (molt a prop es troben les mostres 5 i 3), ja que té la major variació de temperatura a través de la mostra.

També veiem que hi ha punts del dia en que la variació es 0 en totes les mostres, això passa quan no hi ha diferencia entre la temperatura exterior i interior.

5.5. Anàlisi a través de termografies

En aquest apartat es recull la informació obtinguda per un estudiant de doctorat de la UPC, sota supervisió de l'equip investigador de la UPC, amb la càmera termogràfica **InfraCAM SD Flir Systems**. Les imatges es van prendre el 23 de juny i el 8 de setembre, durant tot el dia, a cada hora, des de les 10:00 fins a les 22:00.

En la figura X, es recullen les fotografies de les 9 mostres a la mateixa hora (12:00) del dia 23 de juny. Si s'observa el termòmetre disposat a la dreta de les imatges, es pot interpretar que els tons blaus signifiquen temperatures superficials en la capa vegetal al voltant dels 30°C, els tons grocs corresponents a una temperatura al voltant dels 45°C, els vermells als volts dels 50°C i el color rosa/blanc que correspon a la temperatura màxima enregistrada de 60°C aproximadament. A simple vista, es pot comprovar com les mostres 2, 6 i 8 proporcionen temperatures diferencialment més fredes (tons blaus) que les mostres 3, 4, 5 7 i 9.

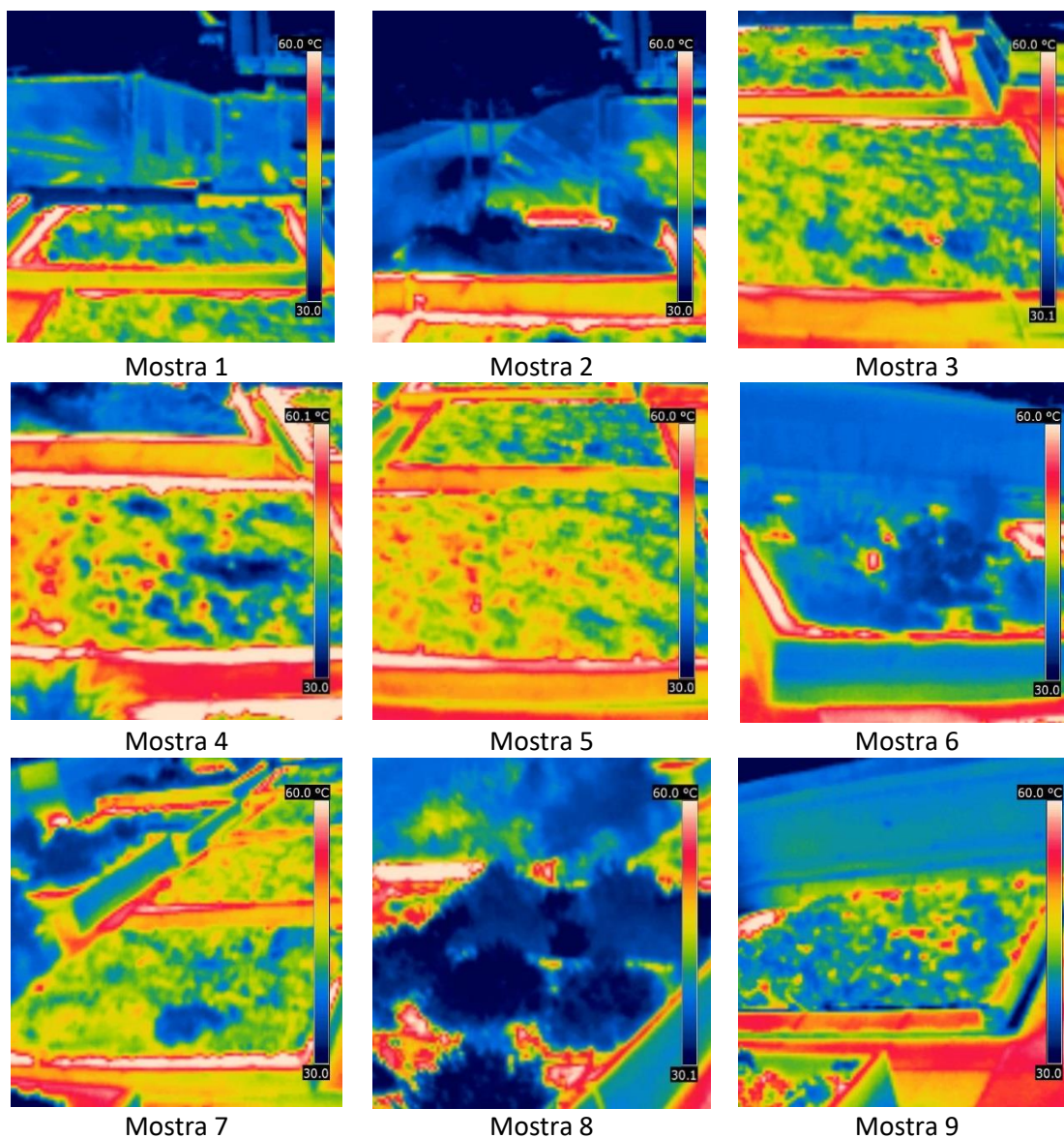


Figura X. Fotografies termogràfiques de les 9 mostres, a les 12:00 hores. 23 de juny 2016

Aquesta circumstància està directament relacionada amb el tipus de vegetació plantada. És lògic que aquella vegetació més frondosa, que anomenem “coberta intensiva” ofereixi temperatures més baixes.

Al marge d’aquesta comparativa, ens semblava que també era interessant veure el comportament de cadascuna de les mostres al llarg de tot el dia, i comparar-la amb la temperatura ambiental. Si ens centrem en la Mostra 5, que proporciona les lectures més càlides podem veure que es mantenen prou constants durant les hores d’insolació i a partir de les 17:00 hores la temperatura superficial baixa ràpidament. Cal parar atenció en que les lectures de les 19:00 i 20:00 hores tenen l’escala de temperatura canviada per a fer més visible el diferencial de temperatures. Aquest és el motiu pel qual a primera vista pot semblar que la temperatura superficial de la vegetació augmenta en comptes de disminuir cap al tard.

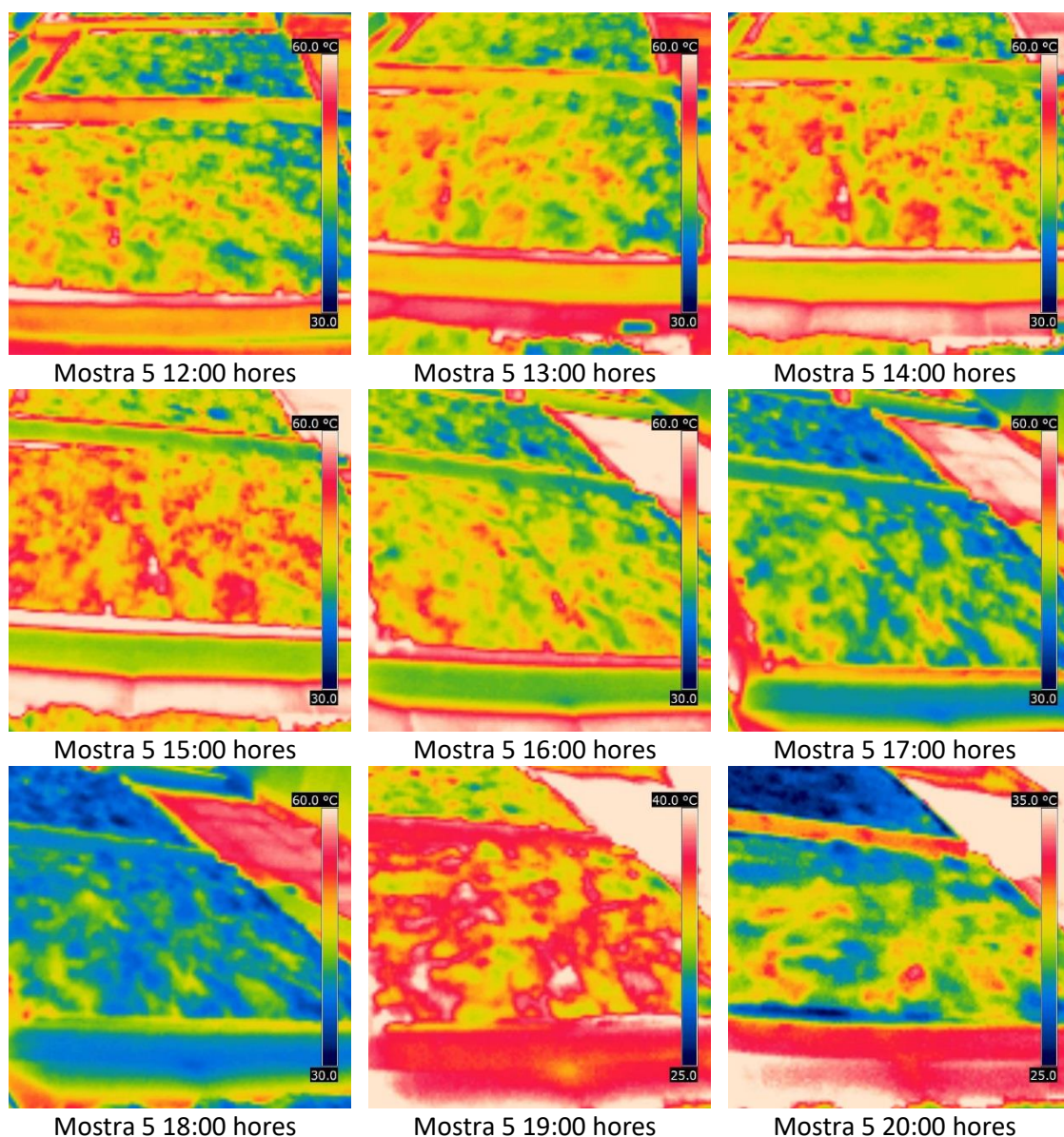


Figura X. Fotografies termogràfiques de la Mostra 5 al llarg del dia 23 de juny 2016

Coberta Experimental

Berta Sarroca Agustí i Anabel Garcia Martínez

La diferència de temperatura superficial en la mateixa mostra varia en alguns moments fins a 20°C, i sembla que hauria d'estar relacionada amb el grau d'humitat que conté la pròpia planta, o amb la tonalitat del sèdum (Fig. X).

A la vista d'aquesta realitat, considerem que caldrà tornar a prendre fotografies amb càmera termogràfica mapejant les temperatures sobre el tapís vegetal, amb una fotografia absolutament ortogonal a la mostra, que permeti diferenciar clarament las taques de cada espècie vegetal i el mantell de substrat.

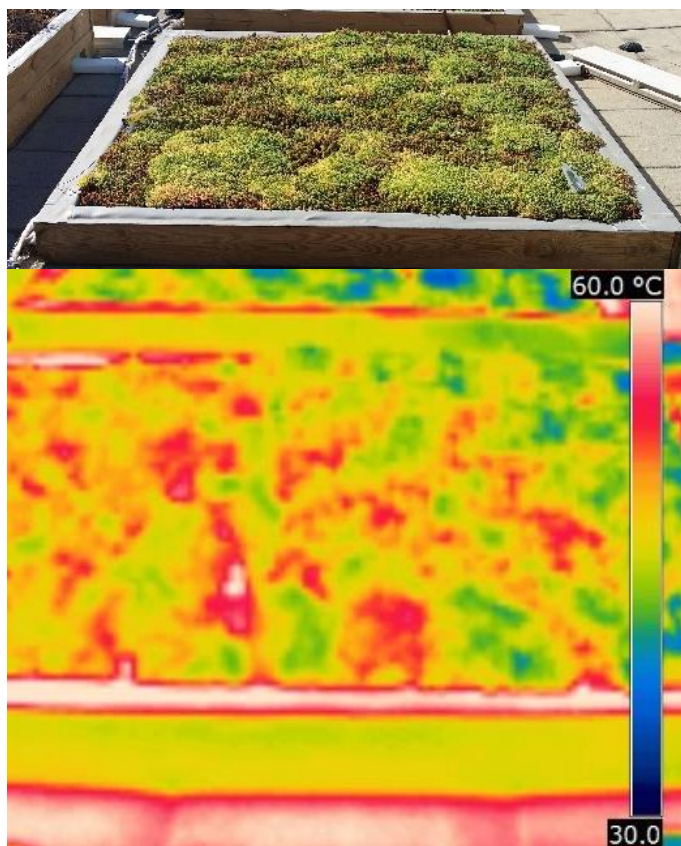
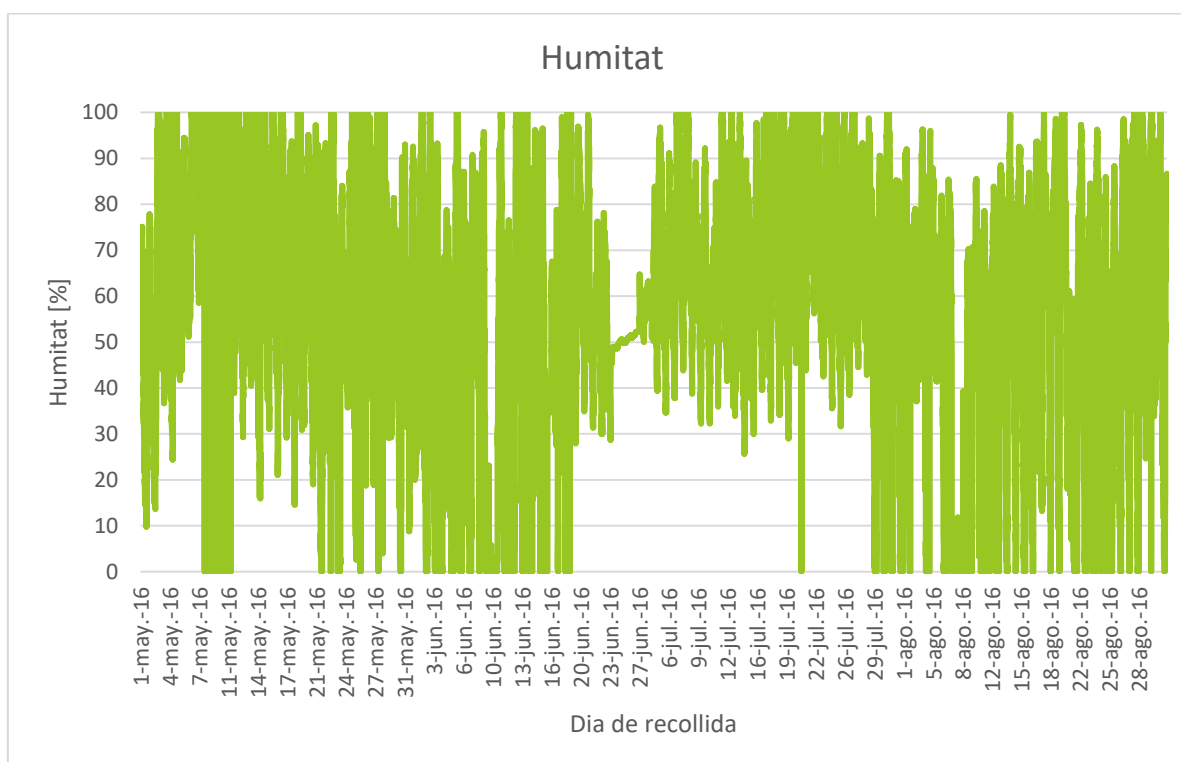
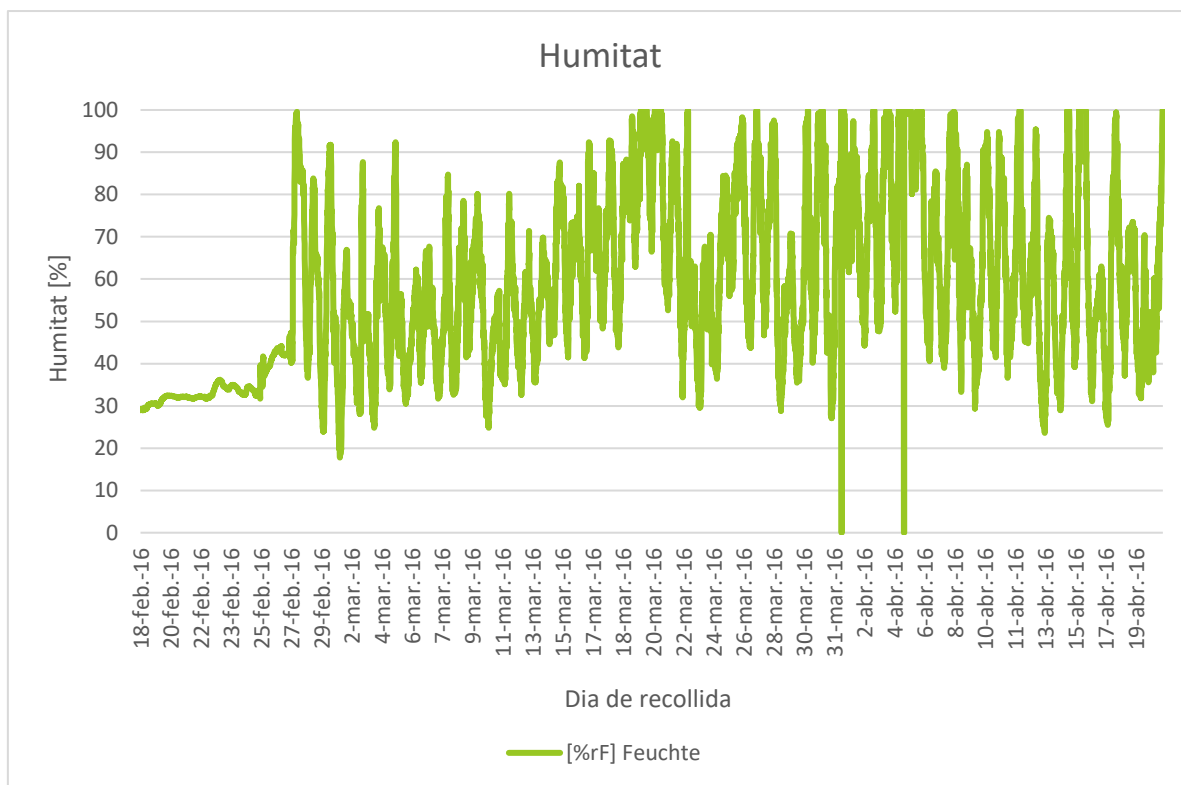


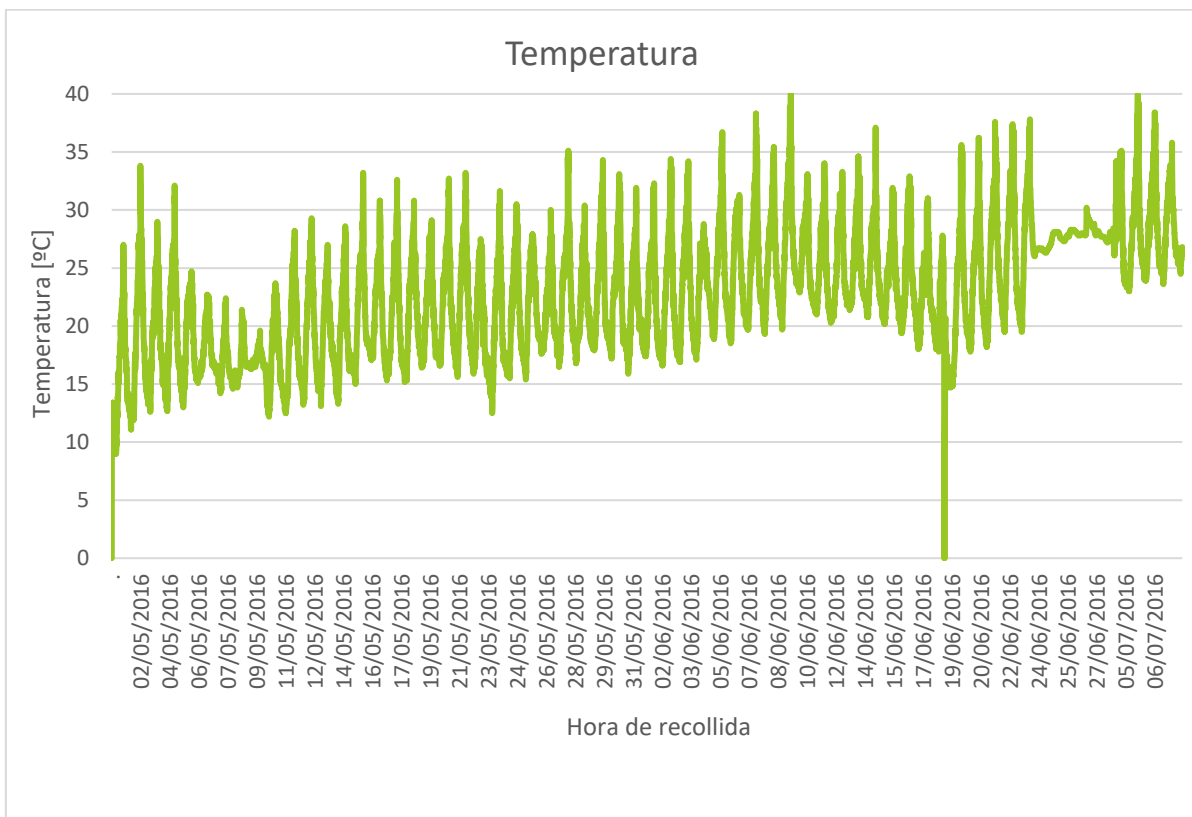
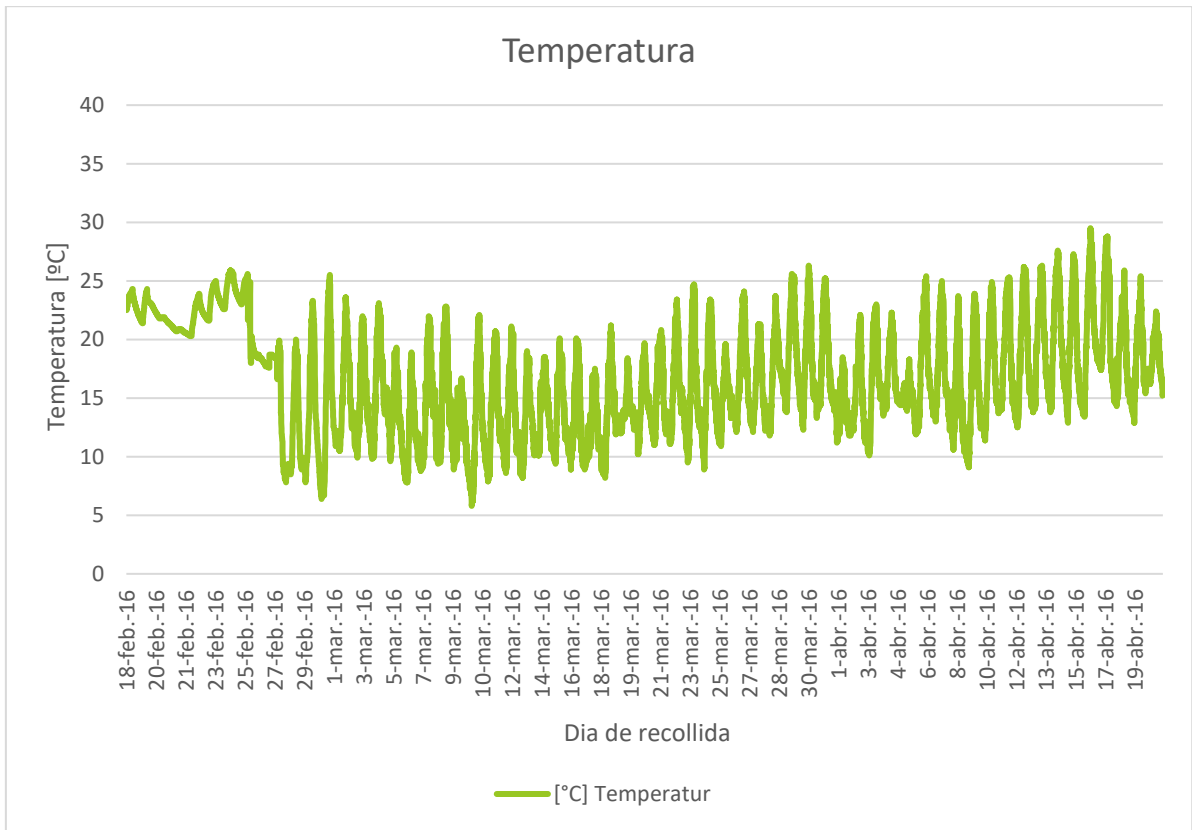
Figura X. Fotografia i imatge termogràfica de la mateixa Mostra 5 en el moment de màxim contrast de temperatures

6. Dades ambientals utilitzades

6.1. Dades extretes del Testo

A continuació veiem les dades recollides pel Testo durant aquest període de temps. Les dades estan representades en dues tipologies de gràfiques, una que correspon a la humitat (en %) i l'altre correspon a la temperatura (en °C)





6.2. Dades extretes de l'observatori Fabra

I per últim, veiem un resum de les dades de l'Observatori Fabra. Aquestes s'han tingut en compte per tal de poder extreure els dies a analitzar contrastant totes les dades recollides amb una altre font. A la taula s'exposa quins han estat els dies més extrems de cada mes i la precipitació mensual.

MES	DIA MÉS FRED	DIA MÉS CÀLID	PRECIPITACIÓ MENSUAL
FEBRER 2016	Dia 17 – 0.6°C	Dia 13 – 21.8°C	39.9 mm
MARÇ 2016	Dia 10 – 2.9°C	Dia 29 – 22.8°C	35.0 mm
ABRIL 2016	Dia 9 – 5.1°C	Dia 17 – 23.4°C	77.3 mm
MAIG 2016	Dia 1 – 6.2 °C	Dia 27 – 26.9°C	28.7 mm
JUNY 2016	Dia 18 – 10.6°C	Dia 25 – 30.2°C	19.4 mm
JULIOL 2016	Dia 14 – 15.6°C	Dia 20 – 32.4°C	16.9 mm
AGOST 2016	Dia 11 – 15.9°C	Dia 4 – 32.4°C	17.6 mm
SETEMBRE 2016	Dia 15 – 13.3°C	Dia 5 – 32.4°C	95.7 mm
OCTUBRE 2016	Dia 21 – 9.4°C	Dia 1 – 25.5°C	75.8 mm
NOVEMBRE 2016	Dia 8 – 3.7°C	Dia 1 – 21.1°C	38.5 mm

Donat que des de febrer fins el mes d'abril les sondes no van estar instal·lades correctament i tenien la majoria la polaritat invertida, s'han descartat els tres mesos de dades. Per tant, tenint en compte la resta de mesos, el dia més fred ha estat el 8 de novembre i el més càlid el 4 d'agost.

7. Conclusions

7.1. Resum de l'anàlisi

7.1.1. Anàlisi de la capa verda

Com hem pogut veure a l'apartat 4, el verd de cada mostra ha tingut un arrelament mes o menys bo, ha augmentat o disminuït en densitat, ha variat en color i ha patit males herbes en més o menys graus. A continuació veiem una taula que vol resumir i parametritzar l'anàlisi de la capa verda realitzat.

A la primera columna valorem d'on prové ja que creiem important tenir en compte en quin format es transporta i instal·la, i en quin estat de creixement arriba.

A la següent, quantifiquem si ha presentat durant les primeres setmanes una bona adaptació al clima o no i si s'han vist símptomes d'un bon o un mal arrelament.

A la tercera columna, la densitat del verd, en quin grau ha evolucionat o si s'ha mantingut.

I per últim a la quarta columna, les males herbes, com hem vist han estat recollides mensualment, en major o menor grau segon la mostra

MOSTRA	ORIGEN	ARRELAT	DENSITAT	MALES HERBES
M1 – Sédum Mas Was	Manta de sédum + espècie de planter	Símptomes de una pobre climatització	A perdut densitat al llarg dels mesos	Poques, puntualment cada 3 mesos
M2 – Semi-int. Mas Was	Plaques gespa + gramínies de planter	Bona climatització inicial	Bona densitat fins falta d'aigua	N'ha presentat forces i diverses
M3 – Sédum Renolit	Manta de sédum a fibra de coco	Bona climatització inicial	Bona densitat exceptuant zona trèvol	Placa de trèvol persistent els primers 6 mesos
M4 – Sédum Urbanscape	Manta de sédum a fibra de coco	Bona climatització inicial	Bona densitat fins finals d'agost	Abundants els 3 primers mesos
M5 – Sédum ZinCo	Manta de sédum a fibra de coco	Bona climatització inicial	Bona densitat al llarg de tot l'any	Poques i puntuals
M6 – Semi-Int. ZinCo	Gramínies variades de planter	Gran climatització	Ha augmentat en gran densitat	Puntuals però constants
M7 - Sédum IgniaGreen	Sédum plantat a la caixa del sistema al viver	Va venir arrelat de viver	Bona densitat sense contar atac ocells	Poques i puntuals
M8 – Semi-int. Ignia Green	Gramínies plantades a la caixa al viver	Va venir arrelat de viver	Bona densitat des de l'inici	No n'ha presentat
M9 – Sédum Projar	Sédum de planter	Bona climatització	Augment de la densitat,	No n'ha presentat

sobretot els
últims mesos

7.1.2. Anàlisi de temperatura

Aquesta taula representa un recull més visual de les dades obtingudes al llarg de l'estudi realitzat en els dies més extrems de tot un any.

Es presenten totes les mostres en franja càlida referent als dies més càlids de l'any i la franja més freda als dies on les temperatures han sigut inferiors respecte tot l'any.

Les quatre columnes representen les dades més significatives per l'estudi de l'eficiència energètica que aporta cada sistema de coberta verda. A la primera columna s'observa el diferencial de temperatura que proporciona la tipologia i el gruix del substrat. A la segona columna trobem l'aïllament que proporciona el tipus de verd al sistema i per últim la fluctuació que pateixen la sonda A (sota el sistema) al llarg de les hores, la qual hauria de ser la menor possible per proporcionar una estabilitat de temperatura a l'interior de l'edifici i una millor eficiència energètica.

	Aïllament Substrat	Aïllament verd	Fluctuació A durant el dia
M1 - Sédum Mas Was	6°C	11 °C	5 °C
	5,3°C	9,9 °C	2.5 °C
M2 – Semi-Int. Mas Was	8,6°C	6,9 °C	-
	8,3°C	2 °C	-
M3 - Sédum Renolit	18,7°C	4,8 °C	1 °C
	6°C	10 °C	2 °C
M4 - Sédum Urbanscape	28,5 °C	10 °C	7 - 8 °C
	3,5 °C	3,3 °C	4 °C
M5 - Sédum ZinCo	18,4 °C	7 °C	2 °C
	10 °C	6 °C	-
M6 – Semi-Int. ZinCo	7,4 °C	5,1 °C	2 °C
	7,9 °C	1 °C	-
M7 - Sédum IgniaGreen	7,3 °C	9,8 °C	2 °C
	2,7 °C	7,2 °C	2 °C
M8 – Semi-Int. IgniaGreen	8,2 °C	2,8 °C	1 °C
	5,3 °C	1 °C	2 °C
M9 - Sédum	11,3 °C		-

Projar	11 °C	-
--------	-------	---

7.2. Conclusions per mostra

Un cop la investigació finalitzada i fets els anàlisis pertinents podem treure de cada mostra per separat les següents conclusions:

La **mostra 1** de sédum de dues tipologies, ha presentat una mala climatització ja que la seva densitat, especialment per la part central de la mostra, ha anat disminuint fins deixar a la vista el substrat i el sistema de reg. En quan a l'estètica, però, dintre de ser una mostra de sédum té l'avantatge que compte amb espècies que floregen.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, ha demostrat crear un cert aïllament tèrmic, tot i que lluny del major rendiment, per part del substrat de fins a 6°C. També s'ha vist un aïllament per part de la capa verd, però que com hem vist, una part podria estar relacionada a l'exposició de la sonda D al sol. La sonda A té una certa fluctuació e que ens indica que no esta realitzant al 100% la funció de mantenir completament aïllat l'edifici.

La **mostra 2** de vegetació semi-intensiva amb gespa i arbustives, va presentar una bona climatització, aviat les plaques de gespa van arrelar i augmentar en densitat formant amb les gramínies un tapís conjunt. La primera setmana d'agost al no rebre aigua, va assecar-se ràpidament, factor a tenir en compte en quan a quantitat d'aigua necessària. Per altre banda, en quan a aspecte estètic, es molt atractiu ja que té una barreja de plantes mides i colors interessants per a fer composicions especials.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, aquesta mostra té més gruix del mateix substrat i això es veu en els 8,6°C que aïlla el substrat, dos graus més que la seva homologa amb menys gruix. En quan al verd, al crear més ombra que altres mostres per la seva característica arbustiva, crea més aïllament que altres, fins a 6,9°C. A més, la sonda A es manté estable al llarg del dia, un molt bon comportament de cara a l'eficiència de l'edifici.

La **mostra 3** de manta de sédum, es va climatitzar ràpidament i va arrelar les primeres setmanes, malauradament va patir l'atac del trèvol, cosa que va requerir un manteniment major que si no hagués estat en aquesta mala herba puntual hagués esta molt inferior. La densitat de la mostra, treien la zona de la placa ha estat bona al llarg de tot l'any igual que el seu aspecte. Per altre banda, en quan a eficiència energètica, té un molt bon rendiment tenint en compte el seus gruixos mínims.

Pel que fa al substrat, amb els pocs mm que tenen i gracies a comptar amb una barreja entre substrat i manta aïllant, aporta fins a 18°C d'aïllament. L'ombra del verd, tot i que menor que en altres mostres, també aporta un cert aïllament. A més, la sonda A es manté pràcticament estable al llarg del dia, un molt bon comportament de cara a l'eficiència de l'edifici.

La **mostra 4** de manta de sédum va mostrar una bona climatització inicial i un bon nivell de densitat fins el mes de setembre, durant el qual va patir una gran pèrdua de densitat que va deixar a la vista parts de l'aïllant/substrat. Un gran punt a favor ha estat que durant els primers 4 mesos la mostra va sobreviure sense cap tipus de reg extern, això és un punt a tenir en compte a la hora de valorar la mostra. Ha presentat poques males herbes, la majoria han estat els primer 3 mesos, després quasi no n'ha tingut.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, durant l'època de temperatures altes, el substrat crea el major aïllament de tots els sistemes estudiats, la seva combinació de substrat i manta aïllant la fa clarament molt eficient sota altes temperatures. Però en canvi, durant l'època de fred, la combinació no sembla ser tant eficient ja que només hi ha un diferencial de 3,9°C. La capa verda també crea un cert aïllament, també major durant l'hivern. Creiem que tot i que demostra que la mostra té un gran aïllament, també pot haver estat exposada al sol donat les altes temperatures marcades. La sonda A, pateix la major fluctuació de totes les mostres, cosa que fa que la temperatura de l'edifici sigui inestable.

La **mostra 5** de manta de sédum, va tenir una molt bona adaptació i climatització. La seva densitat sempre ha estat bona i contínua, ha presentat els canvis de color pertinents segons l'època de l'any i no ha presentat una gran quantitat de males herbes.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, aquesta mostra, com l'anterior, té un molt bon rendiment a l'època de calor, una mica menor que l'anterior però en el seu punt àlgid aïlla fins a 18,4°C. En quan al dia més fred de l'any, el substrat d'aquesta mostra és la que té el millor rendiment, arriba a tenir un diferencial de 10°C. En quan al verd, té un bon rendiment tant a l'estiu com a l'hivern, això pot ser degut a la bona densitat que té el sédum, ja que altres mostres, durant l'hivern pràcticament no aporten aïllament. Tant a l'època càlida com a la època d'hivern, la sonda A es manté constant provocant així la temperatura de confort que es vol aconseguir a l'edifici.

La **mostra 6** de gramínies de planter de diverses espècies a mostrat una gran climatització i millor evolució. Al ser instal·lada, deixava veure molta part de substrat, però poc a poc la seva densitat a anat augmentant i ha cobert pràcticament tota la superfície al llarg de l'any. Ha presentat males herbes constants sobretot al principi i menors posteriorment, sempre han estat localitzades en un punt.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, aquesta mostra té un bon rendiment tot i que inferior a altres, tant a l'hivern com a l'estiu el substrat té un aïllament de 7°C aproximadament i la capa del verd, a l'estiu té un millor rendiment gràcies a l'ombra produïda i arriba fins els 5°C. En aquest cas tornem a veure com la sonda A es manté constant i per tant l'edifici no pateix canvis de temperatura independentment de la temperatura exterior.

La **mostra 7** de sédum cultivat i arrelat a la pròpia caixa del sistema, i per tant nosaltres durant la investigació hem vist una menor evolució, però, des de l'inici ha mostrat un molt bon aspecte i una gran densitat. Aquesta mostra malauradament va patir un atac per part d'ocells que la va deixar molt destrossada, però això, evidentment, no es pot tenir en compte ja que ha estat un factor extern no controlable pel fabricant. Ha presentat males herbes molt puntualment.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, la capa del substrat té un molt bon rendiment durant l'època de calor, arriba fins a 7°C, és un bon rendiment tot i que inferior a les altres mostres. En canvi la capa verda té el mateix rendiment durant tot l'any, d'entre 7-9°C. En aquest cas tornem a veure com la sonda A es manté constant i per tant l'edifici no pateix canvis de temperatura independentment de la temperatura exterior.

La **mostra 8** de gramínies cultivades i arrelades a la pròpia caixa del sistema, com la mostra anterior, des de l'inici es mostrava ja a la major densitat i aspecte. Al ser d'un viver cultivat a Catalunya fa mol fàcil que ambdós mostres tinguin una fàcil climatització i adaptació. En tot el curs de l'estudi, no ha presentat males herbes.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, aquesta mostra presenta un diferencial d'aïllament per part del substrat normal respecte la resta, té un aïllament de fins a 7°C en ambdues èpoques. La capa verda, ja que és d'alta densitat, hauria de crear un gran aïllament, però numèricament no es tant elevat com podríem imaginar, pot ser degut a que la sonda estava dintre de la massa de vegetació i no completament a la zona exterior. En aquest cas tornem a veure com la sonda A es manté constant i per tant l'edifici no pateix canvis de temperatura independentment de la temperatura exterior.

La **mostra 9** de sédum de planter, ha estat l'únic sédum instal·lat completament així. Va mostrar una bona climatització, i la seva densitat poc a poc va anar augmentat, el major canvi s'ha vist ens els últims dos mesos, ja quasi cobreix la superfície. No ha mostrat males herbes durant la investigació.

Per altre banda, en quan a eficiència energètica, aquesta mostra, al instal·lar-se amb posterioritat, només a constata de sonda B, així que tenim menys dades, només podem analitzar el diferencial de temperatura entre l'exterior i la capa de substrat i verd conjuntament. El diferencial global del substrat i el verd es positiu tant a l'època de calor com a la de fred, en ambdós situacions arriba fins els 11°C.

7.3. Conclusions globals

A més, donat que es vol treure quines ha estat les mostres que millor s'han adaptat al clima de Barcelona, les conclusions generals serien les següents:

- Com hem vist, les sondes A i B es mantenen molt més uniformes al llarg del dia i del mes mentre que les sondes C i D son les que fluctuen més amb la diferent temperatura ambiental. Això succeeix en major o menor grau a totes les mostres i, per tant, totes les cobertes verdes actuen com esmorteïdores de la temperatura.
- La mostra 4 es la que mostra més el major aïllament total durant l'època de més calor, té un aïllament molt elevat donant així el confort desitjat a l'edifici. Però, per altre banda, també es la mostra que presenta una petita fluctuació de la sonda A que hauria d'estar el més estable possible.
- En quan a l'època de més fred, es substrat de la mostra que aporta un major aïllament, és la mostra 5, en el cas de l'hivern veiem menor diferencia però aquesta mostra en el moment de màxim diferencia arriba fins als 10°C.

8. Bibliografia

GARRIDO, L. (2011). SUSTAINABLE ARCHITECTURE: GREEN IN GREEN. INSTITUTO MONSA DE EDICIONES S.A. ISBN 9788415223412

SNODGRASS, E. I MCINTYRE, L. (2010). THE GREEN ROOF MANUAL. LONDON: TIMBER PRESS. ISBN 9781604690491

WEILER, S. I SCHOLZ-BARTH, K. (2009). GREEN ROOF SYSTEMS: A GUIDE TO THE PLANNING, DESIGN, AND CONSTRUCTION OF LANDSCAPES OVER STRUCTURE. NEW JERSEY: JOHN WILEY AND SONS. ISBN 9780471674955

DALE, A. (2011). MALMÖ, SWEDEN: INTEGRATING POLICY DEVELOPMENT FOR CLIMATE CHANGE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. DISPONIBLE A: <[HTTP://CRCRESEARCH.ORG/COMMUNITY-RESEARCHCONNECTIONS/CLIMATE-CHANGE-ADAPTATION-AND-MITIGATION/MALM%C3%B6-SWEDEN-INTEGRATINGPO](http://CRCRESEARCH.ORG/COMMUNITY-RESEARCHCONNECTIONS/CLIMATE-CHANGE-ADAPTATION-AND-MITIGATION/MALM%C3%B6-SWEDEN-INTEGRATINGPO)> [CONSULTA: 25 DE SETEMBRE DE 2015]

TARRIDA I LLOPIS, M. (2010). APRENDER SOBRE LAS CUBIERTAS VERDES URBANAS A TRAVÉS DEL CASO AUGUSTENBORG. DISPONIBLE A: <[HTTP://UPCOMMONS.UPC.EDU/BITSTREAM/HANDLE/2099.1/13548/TARRIDA%2C%20MAR%C3%A7AL_TESINA.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](http://UPCOMMONS.UPC.EDU/BITSTREAM/HANDLE/2099.1/13548/TARRIDA%2C%20MAR%C3%A7AL_TESINA.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)> [CONSULTA: 26 SETEMBRE DE 2015]

MULET RIUTORT, M. (2014). TERRATS VERDS COMESTIBLES A PALMA. DISPONIBLE A: <[HTTP://UPCOMMONS.UPC.EDU/HANDLE/2099.1/20773](http://UPCOMMONS.UPC.EDU/HANDLE/2099.1/20773)> [CONSULTA: 12 D'OCTUBRE DE 2015]

SMIRNOVA, A. (2014). METROPOLITAN ARTICULATION VS. LOCAL DISCONNECTION: DUALITY OF GREEN CORRIDORS IN FRAGMENTED URBAN STRUCTURES < [HTTP://UPCOMMONS.UPC.EDU/HANDLE/2099.1/25877](http://UPCOMMONS.UPC.EDU/HANDLE/2099.1/25877)> [CONSULTA: 2 D'OCTUBRE DE 2015]

WEB DEL FABRICANT ZINCO QUE HA CEDIT MATERIAL DE COBERTES VERDES. S'HAN VISITAT VARIS APARTATS. DISPONIBLE A: <[HTTP://WWW.ZINCO-CUBIERTAS-ECOLOGICAS.ES/](http://WWW.ZINCO-CUBIERTAS-ECOLOGICAS.ES/)> [CONSULTA: CONTINUADA DES DEL 1 DE JULIOL DE 2015]

WEB DEL FABRICANT RENOLIT QUE HA CEDIT MATERIAL DE COBERTES VERDES. S'HAN VISITAT VARIS APARTATS. DISPONIBLE A: <[HTTP://WWW.RENOLIT.COM/CORPORATE/EN/](http://WWW.RENOLIT.COM/CORPORATE/EN/)> [CONSULTA: CONTINUADA DES DEL 1 DE JULIOL DE 2015]

WEB DEL FABRICANT URBANSCAPE QUE HA CEDIT MATERIAL DE COBERTES VERDES. S'HAN VISITAT VARIS APARTATS. DISPONIBLE A: <[HTTP://WWW.GREEN-URBANSCAPE.COM/](http://WWW.GREEN-URBANSCAPE.COM/)> [CONSULTA: CONTINUADA DES DEL 1 DE JULIOL DE 2015]

WEB DEL FABRICANT IGNIAGREEN QUE HA CEDIT MATERIAL DE COBERTES VERDES. S'HAN VISITAT VARIS APARTATS. DISPONIBLE A: <[HTTP://WWW.IGNIAGREEN.COM/](http://WWW.IGNIAGREEN.COM/)> [CONSULTA: CONTINUADA DES DEL 1 DE JULIOL DE 2015]

WEB DEL FABRICANT MAS WAS QUE HA CEDIT MATERIAL DE COBERTES VERDES. S'HAN VISITAT VARIS APARTATS.
DISPONIBLE A: <[HTTP://WWW.MAS-WAS.EU/](http://www.mas-was.eu/)> [CONSULTA: CONTINUADA DES DEL 9 D'OCTUBRE DE 2015]

MAGILL, J. D.; MIDDEN, K.; GRONINGER, J. & THERRELL, M., "A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research." Research Papers. Paper 91. (2011).

Álvarez Álvarez, D. (2007). El jardín en la arquitectura del siglo XX: Naturaleza artificial en la cultura moderna. Barcelona. Reverté, Barcelona.

KÖHLER, M., POLL, P.H "Long-term performance of selected old Berlin green-roofs in comparison to younger extensive green roofs in Berlin." Ecol. Eng. 36, 722-729.

<http://www.fl.de/>; Jörg Breuning, Andrew C. Yanders, Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. Maryland, 2012.

NTJ 11C NORMAS TECNOLOGICAS DE JARDINERÍA Y PAISAJÍSMO sobre cubiertas verdes, Enero 2012.