

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Arquitectura Tècnica

**Títol:** Estudi tècnic per la construcció d'un aulari prefabricat per a la Fundació Mona

**Document:** VOLUM I – PART 1

**Alumne:** Adrià Mestre Reus

**Tutor:** Gabriel Barbeta Solà

**Departament:** Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

**Àrea:** Arquitectura i Construcció

**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2016

# VOLUM I



## **ÍNDEX**

### **PART 1 AGRAÏMENTS**

**1**

### **VOLUM I 1. INTRODUCCIÓ**

**3**

#### **1.1. ANTECEDENTS**

**6**

#### **1.2. FUNDACIÓ MONA**

**7**

##### **1.2.1. COM SORGEIX L'ENTITAT**

**7**

##### **1.2.2. ACTIVITATS I FINANCIACIÓ**

**8**

##### **1.2.3. SITUACIÓ I ARQUITECTURA**

**9**

#### **1.3. OBJECTE D'ESTUDI**

**13**

#### **1.4. ESTAT DE LA QÜESTIÓ**

**14**

##### **1.4.1. LA CONSTRUCCIÓ PALAFÍTICA**

**15**

###### **1.4.1.1. Historia de la construcció palafítica**

**18**

###### **1.4.1.2. Actual situació de la construcció palafítica**

**19**

##### **1.4.2. L'ARQUITECTURA PASSIVA**

**32**

###### **1.4.2.1. Historia de l'arquitectura passiva**

**33**

1.4.2.2. Actual situació de l'arquitectura passiva

**36**

1.4.3. LA CONSTRUCCIÓ PREFABRICADA

**44**

1.4.3.1. Historia de la construcció prefabricada

**45**

1.4.3.2. Actual situació de la construcció prefabricada

**46**

1.5. ABAST DEL PROJECTE

**53**

1.6. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 1. INTRODUCCIÓ

**54**

**2. MEMÒRIA**

**56**

2.1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA

**57**

2.1.1. INFORMACIÓ PRÈVIA

**57**

2.1.1.1. Dades del municipi i de l'entorn físic

**57**

2.1.1.2. Emplaçament

**58**

2.1.1.3. Normativa urbanística

**59**

2.1.1.4. Zona inundable

**61**

2.1.2. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

**67**

2.1.3. PRESTACIONS DE L'EDIFICI

**69**

2.1.4. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 2.1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA

**71**



## 2.2. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

**72**

### 2.2.1. SUSTENTACIÓ DE L'EDIFICI

**73**

#### 2.2.1.1. Moviment de terres

**73**

#### 2.2.1.2. Estudi geotècnic

**73**

### 2.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

**77**

#### 2.2.2.1. Fonamentació

**77**

#### 2.2.2.2. Estructura portant

**82**

### 2.2.3. SISTEMA ENVOLVENT

**110**

#### 2.2.3.1. Tancaments verticals

**110**

#### 2.2.3.2. Tancaments horitzontals

**114**

#### 2.2.3.3. Materials sistema envoltent

**123**

#### 2.2.3.4. Avaluació tèrmica del sistema envoltent

**128**

### 2.2.4. SISTEMES D'ACABATS

**147**

#### 2.2.4.1. Paraments exteriors

**147**

#### 2.2.4.2. Paraments interiors

**150**

#### 2.2.4.3. Sostres

**152**

#### 2.2.4.4. Paviments

**152**

#### 2.2.4.5. Fusteries

**154**

#### 2.2.4.6. Proteccions solars

**159**

2.2.5. SISTEMES D'ACONDICIONAMENT I INSTAL·LACIONS

**160**

2.2.5.1. Fontaneria

**160**

2.2.5.2. Sanejament

**167**

2.2.5.3. Electricitat i Il·luminació

**173**

2.2.5.4. Calefacció i climatització

**183**

2.2.5.5. Protecció contra incendis

**199**

2.2.6. EQUIPAMENT

**200**

2.2.6.1. Mobiliari interior

**200**

2.2.7. APARTAT COMPLEMENTARI. ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA

**204**

2.2.7.1. Estudi de l'emplaçament

**205**

2.2.7.2. Estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'estiu

**215**

2.2.7.3. Estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'hivern

**229**

2.2.8. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 2.2. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

**232**

## **PART 2**

### **2.3. COMPLIMENT DEL CTE**

**236**

#### **2.3.1. SEGURETAT ESTRUCTURAL**

**236**

##### **2.3.1.1. DB-SE. Seguretat estructural**

**238**

##### **2.3.1.2. DB-SE-AE. Accions en la edificació**

**242**

##### **2.3.1.3. DB-SE-C. Fonamentacions**

**249**

##### **2.3.1.4. DB-SE-M. Fusta**

**250**

#### **2.3.2. SEGURETAT EN CAS D'INCENDI**

**256**

##### **2.3.2.1. DB-SI 1. Propagació interior**

**257**

##### **2.3.2.2. DB-SI 2. Propagació exterior**

**258**

##### **2.3.2.3. DB-SI 3. Evacuació d'ocupants**

**259**

##### **2.3.2.4. DB-SI 4. Instal·lacions de protecció contra incendis**

**261**

##### **2.3.2.5. DB-SI 5. Intervenció dels bombers**

**262**

##### **2.3.2.6. DB-SI 6. Resistència al foc de l'estructura**

**262**

#### **2.3.3. SEGURETAT D'UTILITZACIÓ**

**263**

##### **2.3.3.1. DB-SUA 1. Seguretat enfront del risc de caigudes**

**264**

##### **2.3.3.2. DB-SUA 2. Seguretat enfront del risc d'impacte o d'atrapament**

**277**

##### **2.3.3.3. DB-SUA 3. Seguretat enfront del risc d'empresonament**

**281**

##### **2.3.3.4. DB-SUA 4. Seguretat enfront del risc causat per il·luminació inadequada**

**282**

##### **2.3.3.5. DB-SUA 5. Seguretat enfront del risc causat per situacions amb alta ocupació**

**287**

2.3.3.6. DB-SUA 6. Seguretat enfront del risc d'ofegament

**287**

2.3.3.7. DB-SUA 7. Seguretat enfront del risc causat per vehicles en moviment

**287**

2.3.3.8. DB-SUA 8. Seguretat enfront del risc causat per l'acció del raig

**288**

2.3.3.9. DB-SUA 9. Accessibilitat

**291**

2.3.4. SALUBRITAT

**294**

2.3.4.1. DB-HS 1. Protecció enfront a la humitat

**295**

2.3.4.2. DB-HS 2. Recollida i evacuació de residus

**299**

2.3.4.3. DB-HS 3. Qualitat de l'aire interior

**300**

2.3.4.4. DB-HS 4. Subministrament d'aigua

**302**

2.3.4.5. DB-HS 5. Evacuació d'aigües

**302**

2.3.5. PROTECCIÓ CONTRA EL SOROLL

**303**

2.3.6. ESTALVI D'ENERGIA

**307**

2.3.6.1. DB-HE 1. Limitació de la demanda energètica

**308**

2.3.6.2. DB-HE 2. Rendiment de les instal·lacions tèrmiques

**308**

2.3.6.3. DB-HE 3. Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació

**308**

2.3.6.4. DB-HE 4. Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària

**308**

2.3.6.5. DB-HE 5. Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica

**308**

2.3.7. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 2.3. COMPLIMENT DEL CTE

**309**

### **3. PLEC DE CONDICIONS**

**310**

#### **3.1. PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES PARTICULARS**

**311**

##### **3.1.1. PRESCRIPCIONS QUANT A L'EXECUCIÓ PER UNITATS D'OBRA**

**315**

### **4. AMIDAMENTS**

**442**

### **5. PRESSUPOST**

**465**

### **6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES**

**513**

## **AGRAÏMENTS**

El meu primer agraïment està dirigit al meu tutor, el Dr. Gabriel Barbeta Solà, per atendre'm amablement i ajudar-me a resoldre tots els problemes i dubtes que m'han anat sorgint a mesura que anava avançant en el projecte.

A la Fundació Mona per atendre'm amablement, fer-me la visita guiada a les seves instal·lacions, deixar-me realitzar fotografies i explicar-me totes les necessitats actuals.

Al Sr. David Soler Hernández, personal docent investigador del Departament de Ciències Ambientals del grup de recerca de Geologia i Cartografia, per la seva ajuda brindada en la recerca i l'estudi del tipus de terreny existent en l'emplaçament del present projecte.

També agraïxo al Sr. Xavier Vinyoles i Compta, personal docent investigador del Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial, per l'ajuda prestada en la comprensió de certs aspectes del càlcul estructural, per fer-me preveure aspectes importants a tenir en compte en l'anàlisi estructural i per rebre'm cordialment al seu despatx professional.

Al Sr. Aureli Panadés i al Sr. Benoit Pelletier de l'empresa TechnoPieux, els vull donar el meu sincer agraïment per la seva atenció, per convidar-me a anar a una obra que estaven realitzant a la vora de Bescanó i per a cedir-me informació necessària per a poder realitzar el meu projecte.

A l'Aniol Galdon i Desoy, tècnic jardiner i florista de la botiga "Les flors de la Lleona", per la seva amabilitat a l'hora de compartir amb mi els seus coneixements sobre cobertes enjardinades.

A l'Helena Garcia per no tenir mai un no per resposta quan l'hi he demanat la seva ajuda amb els càlculs estructurals.

A la Sandra Martínez i al Carles Sánchez, companys de treball, que m'han ajudat en tot moment i m'han donat suport i ànims per a continuar afrontant el projecte cada dia.

Als meus amics, en especial la Marina Santin, l'Ignasi Alberich, la Lena Gonzalez, la Pilar López i la Salima Jirari, per recolzar-me, ajudar-me en tot moment i donar-me el seu suport de manera desinteressada.

Per acabar i això no vol dir que els hi resti importància, vull donar les gràcies a la meva família, per ajudar-me en tot el possible, donar-me suport i per fer que afrontés cada dia amb alegria i il·lusió.

Moltes gràcies a tots.

## **1. INTRODUCCIÓ**



L'home habita des de fa anys en un planeta que ja tenia gairebé cinc bilions d'anys d'existència. Des de llavors ha viscut en unió i harmonia amb la naturalesa i al mateix temps s'ha servit d'ella. L'evolució de l'home s'ha realitzat gràcies a la seva extraordinària capacitat d'adaptació al medi, que ha exigut una estreta relació amb els elements naturals de la terra, l'aigua i l'aire.

No obstant això, en els últims cent anys aquesta antiga relació de respecte de l'home amb el seu planeta ha esdevingut en una altra, que sembla ignorar les seves lleis de funcionament i s'ha aconseguit desbaratar aquest equilibri tan essencial per a la vida. L'home viu d'esquena a la naturalesa, assistint sorpresos als seus fenòmens, a les conseqüències dels seus canvis, a la pèrdua d'espècies senceres, quan no són més que un lògic resultat d'actes de contínua agressivitat, o, almenys, d'irresponsabilitat.

Des de la revolució industrial, els canvis introduïts per l'home han modificat els cicles naturals de l'equilibri en la biosfera. Amb el petroli s'han conegut unes comoditats que la humanitat no s'havia beneficiat mai i en pocs anys, s'ha modificat la terra més ràpidament que en tot el període de la seva existència.

La incapacitat de l'espècie humana per viure en harmonia amb el planeta és un dels grans problemes mediambientals actuals i conseqüentment, estem en un moment en el qual parlar de sostenibilitat s'ha convertit en alguna cosa habitual i quotidià.

El desenvolupament sostenible és aquell que satisfà les necessitats actuals sense posar en perill les generacions futures. Pretén una millor qualitat de vida per a tots, primer i tercer món, ara i en el futur. De forma resumida, és aquell que busca el desenvolupament tecnològic respectant els recursos.

Totes les civilitzacions, o gairebé totes, han procurat desenvolupar-se de la forma més sostenible possible, ja que els recursos als quals podien accedir eren exclusivament els immediats i propers, i no podien deixar que s'esgotessin permanentment.

Com ja és conegut, la construcció és una de les majors indústries dels països occidentals. No tan sols pel consum d'energia de la pròpia activitat constructiva, sinó per totes les directament relacionades amb ella. L'impacte ambiental produït per tota la vida de l'edifici afecta de forma directa a moltes altres esferes productives. La construcció genera unes fortes petjades en el paisatge i en la nostra memòria col·lectiva. L'explotació dels recursos que genera, l'extracció dels minerals com a matèria primera, la forta indústria que suposa la seva transformació, l'enorme despesa del transport, el problema dels residus generats, el consum energètic pel manteniment dels edificis...

A conseqüència dels grans problemes que està afrontant el nostre planeta, és la nostra obligació, com a arquitectes, canviar aquesta situació reemplaçant les maneres i sistemes actuals per uns altres que aportin solucions vàlides pel present i el futur. Impulsar una arquitectura que cuidi la salut, millori la qualitat de vida dels éssers humans, generi consciència i respecti l'entorn.

## 1.1. ANTECEDENTS

El present treball de final de grau és una iniciativa del professor, Dr. Gabriel Barbeta, juntament amb la Fundació Mona, davant la necessitat, d'aquesta entitat, d'unes noves instal·lacions docents. Les instal·lacions existents, que se li donen ús d'aulari, són petites i principalment no estan pensades per donar-li aquest ús, ja que és una sala de l'edifici de les oficines.

Les necessitats d'aquesta entitat d'unes noves instal·lacions docents són a conseqüència de les activitats acadèmiques que es realitzen en aquest espai, com per exemple un Màster en Primatologia, diferents cursos de Postgrau i projectes d'investigació. També es realitzen visites d'escoles de grups d'educació infantil, primària i secundària.



1. Actual aulari de la Fundació Mona.

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona

## **1.2. FUNDACIÓ MONA**

### **1.2.1. COM SORGEIX L'ENTITAT**

Durant molts anys, a causa del tràfic il·legal de primats, han arribat a Espanya, provinents de l'Àfrica, ximpanzés per a ser utilitzats en circs i atraccions turístiques. Durant els anys 70 i 80 era molt corrent veure a fotògrafs, a les costes espanyoles, utilitzant ximpanzés per fer-los fotos amb els turistes i guanyar uns diners per aquesta activitat. En l'actualitat, aquesta pràctica ha disminuït considerablement, però se n'han utilitzat molts per criar i utilitzar les seves cries en circs ambulants, zoològics, anuncis, shows televisius i altres atraccions.

Aquest problema es reproduïx molt sovint a Espanya i Europa; i molts altres ximpanzés són retinguts en pèssimes condicions en col·leccions privades, zoològics, circs i altres parcs d'atraccions. En molts casos es troben sols, sense la companyia dels seus congèneres, sense tenir en compte que els ximpanzés són animals socials extremadament intel·ligents.

L'any 2001, el departament de Duanes del Ministeri d'Economia, reconeix al centre de recuperació de primats de la Fundació Mona com a apte per acollir primats provinents del tràfic il·legal i envia el primer grup de ximpanzés, decomissats a un antic entrenador de ximpanzés per circs. Aquests ximpanzés havien estat malvivint durant més de vuit anys en un camió avariament en unes condicions d'higiene i cures deplorables.



2.Logo Fundació Mona.

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona

### 1.2.2. ACTIVITATS I FINANCIACIÓ

La Fundació Mona és una entitat sense ànim de lucre que dedica els seus esforços:

- Al rescat i recuperació del primats mitjançant la detecció d'aquests en situació il·legal i/o maltractament, la tramitació per al seu rescat, transport, allotjament i recuperació al centre.
- A la informació, conscienciació i educació mitjançant visites a particulars, associacions i escoles; pretenent transmetre i donar a conèixer el risc i el perill de posseir un animal salvatge com a mascota. Així com també la problemàtica que existeix entorn a l'ús indiscriminat de fauna salvatge per a fins lucratiu, en especial dels primats que pateixen de manera molt semblant als humans. Per exemple quan han estat arrencats del seu entorn natural i dels seus grups, forçats a realitzar activitats antinaturals, mitjançant entrenaments severs i / o amb maltractament, així com aïllats i tancats en habitacles de dimensions mínimes durant llargs anys. Ells expliquen les seqüeles, traumes i pors que presenten aquests animals un cop arriben al centre.



*3. Les diferents activitats per a la gent que visita la fundació*

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona

- A la formació i realització d'investigacions i estudis en el camp de l'etologia mitjançant cursos d'etologia i d'orígens humans per conèixer i entendre les bases del comportament dels primats en general, arribant a un nivell de coneixement suficient per a poder realitzar estudis etològics.

El centre de recuperació de primats serveix de llar als primats rescatats i de centre per comprendre i respectar els animals salvatges.

La Fundació depèn de l'ajuda de persones i entitats sensibilitzades amb la problemàtica del tràfic il·legal de primats i la seva utilització amb finalitats comercials, així com la supervivència dels primats en llibertat. Actualment un 90% dels ingressos provenen de fons privats i un 10% d'ajuts públics. Per tant, totes les activitats que es duen a terme es fan a partir de la cooperació i el voluntariat.



### 1.2.3. SITUACIÓ I ARQUITECTURA

El centre de la Fundació Mona està situat a la població de Riudellots de la Selva, envoltat de natura i en terrenys cedits per l'Ajuntament. Aquest està en una zona inundable, ja que pels voltants hi passa el riu Onyar i el rec de l'Agulla.



*4. Emplaçament del centre de la Fundació Mona.*

**Font:** ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya)

Les instal·lacions del centre de la Fundació Mona es divideixen en dues zones, la dels animals i la de l'oficina. A la primera zona podem trobar-hi el tancat exterior i interior dels ximpanzés i macacos, el magatzem i la cuina.

- El tancat exterior dels ximpanzés està format per una reixa metàl·lica amb posts de fusta i una part metàl·lica a tot el perímetre superior per evitar els salts dels animals cap a l'exterior. A més, està envoltat d'un cablejat elèctric per tal d'evitar que els animals s'escapin. Aquest recinte es divideix en dos per tal de separar diferents famílies de ximpanzés i té zones de joc de fusta per a que els animals s'entretinguin.

- El tancat exterior dels macacos és més petit que el dels ximpanzés, ja que n'hi ha menys en acollida. El tancat està construït amb els mateixos materials que el recinte explicat anteriorment.



*5.Zones de joc dels ximpanzés*

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona



*6.Recinte dels ximpanzés. L' empresa del manteniment del cablejat elèctric fent la seva feina.*

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona

- Els recintes interiors dels animals, el magatzem i la cuina estan constituïts per una estructura vertical formada per una trama de murs de càrrega ceràmics i una estructura horitzontal formada per biguetes autoresistents i revoltons de formigó prefabricat amb una xapa de compressió de formigó. La coberta és a una aigua amb teula ceràmica. A una part de la façana hi ha un revestiment de fusta per tal d'imitar la casa de fusta.





*7. Recinte interior dels animals, magatzem i cuina.*

**Fotografia:** Adrià Mestre / **Font:** Pròpia

A la segona zona hi ha l'oficina, els lavabos i les zones de descans dels cooperants.

- L'edifici de l'oficina està compost per una estructura de fusta de planta baixa més una planta pis. La planta baixa està destinada actualment a les projeccions per a les escoles i els visitants, en canvi, la planta pis està destinada per a realitzar reunions entre tots els voluntaris i cooperants.
- Els lavabos i les zones de descans són mòduls prefabricats. Els mòduls prefabricats i la caseta de fusta estan elevats del terra mitjançant daus de formigó, creant així forjats sanitaris.

### Estat actual de les instal·lacions

L'última inundació important, que va causar enormes danys al centre, va ser el 28 de setembre del 2014, on es van descarregar fins a 150 litres per metre quadrat a la demarcació de Girona. La gran part de les instal·lacions es van quedar sota més de mig metre d'aigua i els danys més importants es van produir a la zona del magatzem i cuina; i a les instal·lacions interiors i exteriors dels macacos i ximpanzés.



8. Diferents fotografies del dia després de la inundació

**Fotografia:** Fundació Mona / **Font:** Fundació Mona

Actualment les instal·lacions estan en un estat precari, ja que com s'ha explicat anteriorment, es fa tot a partir de la cooperació i per tant, els diners són escassos.

Els mòduls prefabricats són edificacions temporals i l'ús que els hi donen no és el que estava previst inicialment.

L'edificació on es destina la funció d'aula, per projeccions i per rebre diferents institucions, tampoc reuneix les característiques per aquest tipus d'activitats.

### **1.3. OBJECTE D'ESTUDI**

L'objectiu principal del treball de fi de grau és fer un estudi tècnic per la construcció d'un aulari per a la Fundació Mona.

En aquest treball hi ha quatre condicionants que s'hauran de tenir en compte a l'hora de projectar.

Al principi, s'haurà de fer un estudi previ del grau d' inundabilitat de la ubicació del projecte i de les característiques del terreny. Segons això, s'haurà de fer una construcció palafítica, per tal d'assegurar-nos, en el cas que hi hagin pujades del nivell de l'aigua del riu.

El segon condicionant és que com els terrenys de la Fundació Mona són cedits per l'Ajuntament, la construcció que es projecti haurà de ser desmuntable, per tal que es pugui moure's en el cas que l'administració decideixi no cedir-los.

El tercer condicionant és que l'entitat treballa amb voluntariat. La construcció hauria de permetre alhora de l'acabat final, fer-ho per compte pròpia de l'usuari.

El quart i últim condicionant és que aquesta fundació es finança a partir de subvencions i donacions, ja que els diners són molt escassos. Per tant, el projecte s'haurà de fer a partir del màxim de materials reutilitzables i orgànics naturals, fent així una arquitectura sostenible.

Un dels interessos de la proposta és la prefabricació i transportabilitat de l'aula. Treballant en base a sistemes estructurals de fusta, conjuntament amb els criteris d'eficiència del Passive House, es desenvoluparia un prototipus d'aplicació més industrial. Seria un projecte prefabricat palafític de fusta i panells prefabricats de terra i altres materials orgànics, ja que és una construcció de molt interès i s'aborden aspectes inusuals.

## 1.4. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

En aquest apartat es fa una breu descripció d'alguns projectes realitzats mitjançant una construcció palafítica, una arquitectura passiva i una construcció prefabricada.

Per obtenir informació sobre la tipologia constructiva del present projecte s'ha realitzat una selecció de diferents projectes sobre les tres premisses nombrades anteriorment i així disposar de més coneixement per desenvolupar-lo.



9. Habitatges palafitcs, habitatge passiu i habitatge prefabricat

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Imatges Google



### **1.4.1. LA CONSTRUCCIÓ PALAFITICA**

Els palafits són construccions plantejades sobre pilots, les quals es poden trobar sobre la superfície del sòl o sobre aigua. Normalment les construccions sobre aigua es troben en llacs, llacunes, cursos irregulars i lents pels quals desemboquen rius i ribes del mar. Les principals funcions d'aquestes construccions són per evitar les inundacions, com també per mantenir-se allunyats d'animals o qualsevol essers vius.

La majoria d'estructures palafitiques es troben a les parts del món vinculades a una economia lacustre, fluvial o marítima, independentment del clima local. La tipologia que es descriu a continuació apareix entre tròpics, sent les més representatives les del nord de Veneçuela, a la llacuna de Sinamaica i a la regió del delta Amacuro, junt amb altres emplaçaments al sud-est asiàtic, illes filipines principalment.

Aquestes construccions es localitzen a zones on els rius es caracteritzen per les seves crescudes. Aquest va ser el motiu inicial pel que la construcció es va elevar amb relació al terra, evitar inundacions provocades per aquest creixement de l'aigua.

Altres motius es troben en la dificultat per assentar-se en terrenys fangosos i on els manglars no permeten apropar les construccions a les riberes dels rius, aspecte fonamental donada la vinculació econòmica d'aquestes poblacions amb l'aigua. Cal pensar que la ventilació és bàsica en el seu comportament bioclimàtic i que, sobre una superfície oberta, lliure d'obstruccions com és la dels rius, la ventilació és perfecta.



*10. Construccions palafitiques al riu Limón (Veneçuela)*

**Fotografia:** Yobani Quintero / **Font:** Imatges Google

L'economia bàsica és la pesca. La dependència d'aquest recurs econòmic justifica la ubicació d'assentaments sobre l'aigua. Les comunitats s'organitzen distanciades amb el fi de permetre una racional explotació dels recursos que es generen al voltant d'elles. No obstant, amb el pas del temps s'ha establert una major relació entre palafits, i entre aquests i la ribera.

De l'ecosistema del manglar, l'indígena obté les referències formals i materials per a la construcció del seu hàbitat; el palafit recorda a l'estructura del manglar, assentant-se sobre les seves arrels aèries per elevar-se sobre el sòl. Les estructures palafitiques són volums simples, amb coberta a dos o quatre aigües, construïdes sobre una plataforma que els separa de l'aigua. L'espai interior és diàfan i pot tenir particions que mai arriben al sostre.



*11. Construccions palafitiques a la Ilacuna Sinamaica (Veneçuela)*

**Fotografia:** Meridith Kohut / **Font:** Imatges Google

El palafit s'eleva sobre l'aigua o la terra creant una plataforma construïda de troncs de fusta de mangle (bambú al sud-est asiàtic). De materials de la zona, com són el mangle, les palmes, el cachimano (el Molare, el yakal, la narra, la nipa, el bambú al sud-est asiàtic), s'obtenen els elements constructius que necessiten per formar l'estructura del palafit: pals, forques, peus drets, etc. Amb ells es construeix un entramat no rígid cobert amb palmes de temiche o bogues lligades amb cordes vegetals.



12. Construccions palafitiques a la llacuna Sinamaica (Veneçuela)

**Fotografia:** Luis Alejandro Ontiveros / **Font:** Imatges Google

Existeixen palafits fora dels tròpics, encara que són escassos. Un d'ells es troba a l'illa de Chiloé, a l'estat de Xile. Un altre es refereix als finals de la prehistòria europea (poblats situats al centre d'Europa, als llacs alpins de Suïssa, Alemanya, Itàlia o Àustria). En aquestes zones el clima és fred i humit, per tant, encara que la forma és similar a la dels palafits veneçolans, el motiu pel que s'eleva sobre el terreny és la utilització de l'aigua com a regulador de temperatura. L'economia en aquests assentaments comença a relacionar-se amb la terra (agricultura, ramaderia), per això els palafits es connecten amb la riba mitjançant passarel·les. En molts casos es troben agrupats sobre grans plataformes. Encara que en algunes zones s'utilitza la fusta, els palafits tropicals són estructures obertes totalment ventilades, que es protegeixen de la radiació solar, mentre que els palafits de les zones fredes utilitzen la fusta com aïllant i segellen les unions per conservar el calor produït a l'interior, deixant els mínims forats per evitar les pèrdues de calor.

Per adequar-se a un clima calorós, el disseny d'aquestes construccions té com objectiu facilitar el moviment de l'aire, aconseguir el refredament i evitar l'entrada de la radiació solar. També afavoreix una ventilació creuada orientant els seus escassos, però grans forats, a vents dominants. Els materials naturals utilitzats permeten les filtracions de l'aire a tota la superfície, el que afavoreix l'auto-ventilació de l'interior. També s'eleva la coberta per obtenir grans volums d'aire que també faciliten el seu moviment i ventilació. El palafit és capaç de controlar l'entrada de radiació solar i, per tant, de calor, gràcies als seus volums i als seus tancaments amb pocs forats, amb materials que deixen passar la llum a l'interior. Donat que el clima és plujós, la coberta a dues aigües permet la ràpida evacuació de les aigües provocades per les freqüents pluges.



#### **1.4.1.1. Història de la construcció palafítica**

Els palafits prehistòrics dels voltants dels Alps, esmentats anteriorment, es van construir entre el 5000 i el 500 aC a la riba dels llacs, rius o aiguamolls. El total són 111 emplaçaments situats 5 a Àustria, 11 a França, 18 a Alemanya, 19 a Itàlia, 2 a Eslovènia i 56 a Suïssa. Al Juny de l'any 2011 l'UNESCO els va declarar Patrimoni de la Humanitat.

Les excavacions, només realitzades a alguns dels llocs, han donat l'evidència a la idea de la vida que la gent tenia durant el Neolític i l'Edat de Bronze i la forma en que aquestes comunitats interactuaven amb el seu entorn. Contràriament a la creença popular, les cases no van ser construïdes sobre l'aigua, sinó que a la terra pantanosa del voltant. Es van establir sobre pilots per tal de protegir-se contra inundacions ocasionals. Degut que els llacs han crescut en grandària amb el temps, molts dels pilots originals estan ara sota l'aigua, donant als observadors moderns la falsa impressió de que sempre hi havien estat.



*13. Museu Pfahlbauten al llac Constança a Alemanya*

**Fotografia:** Alex Cooper / **Font:** Wikipedia

Unteruhldingen és un petit poble, que forma part de la localitat de Uhldingen-Mühlhofen, a la riba nord-oest del llac de Constança, Alemanya. Hi ha un museu a l'aire lliure, la Pfahlbauten, on es presenten reconstruccions palafitiques de Neolític i l'Edat del Bronze.

#### **1.4.1.2. Actual situació de la construcció palafítica**

Els palafits són un recurs arquitectònic contemporani present en zones lacustres, fluvials i marítimes de tots els continents, especialment en el continent asiàtic i a Amèrica del Sud.

A continuació, s'exposaran diferents llocs del món en el quals actualment també hi han construccions palafítiues:

### La ciutat de Ganvié

Ganvié és una ciutat africana situada a Benín. Està ubicada dins el llac Nokoue i actualment encara hi viuen milers de pescadors en construccions palafitiques. Degut a la seva peculiar situació, només es pot accedir a la ciutat amb barca.

Aquesta impressionant ciutat lacustre va ser fundada per persones de diferents ètnies que fugien del comerç d'esclaus i que feien servir l'aigua com a barrera de seguretat, ja que segons la religió del Dahomey prohibia als guerrers entrar a l'aigua. Els palafits estan construïts amb bambú i altres fustes i n'hi ha alguns que estan pintats de colors cridaners segons l'arquitectura d'aquest país.



14. Construccions palafitiques de Ganvié

Fotografia: Dominik Schwarz / Font: Wikipedia



15. Mapa situació de la ciutat de Ganvié

Fotografia: Wikipedia / Font: Wikipedia

### El llac Inle de l'est de Birmània

El llac Inle és un llac d'aigua dolça situat a les muntanyes del Estat de Shan, a l'est de Birmània. Gràcies als recursos del llac i a la seva explotació és una de les regions lacustres més riques de Birmània. Al voltant del llac hi viuen més de cent mil persones repartides en diferents ciutats i pobles.

La ciutat més poblada del entorn és la de Nyaung Swe (Yawngghwe), que té un canal que arriba fins al llac. Les aigües del llac formen canals entre les zones de cultiu. Aquest aspecte i el que en una de les ribes del llac es troba una de les tres principals pagodes de Birmània fan d'aquesta zona un dels principals destins turístics de Myanmar.



16. Construccions palafitiques a Yawngghwe i el llac de Inle

**Fotografia:** Christopher Voitus / **Font:** Wikipedia



17. Mapa situació del poblat de Yawngghwe

**Fotografia:** Wikipedia / **Font:** Wikipedia



**El poble de Nueva Venècia**

Al municipi de Sitionuevo a Colòmbia, al departament del Magdalena, el poble de Nueva Venècia està format bàsicament per palafits sobre el Pantà Grande de Santa Marta ocupant aquest sector des de fa ja 200 anys aproximadament. Tot i que aquests són uns dels més importants, en vàries de les riberes del país es troben petites poblacions que utilitzen palafits, principalment en els departaments de Choco i Amazonas.



18. Construccions palafitiques al poblat de Nueva Venecia

**Fotografia:** Tim Buendia / **Font:** Blogs el espectador

19. Mapa situació del pantà Grande de Santa Marta

**Fotografia:** Wikipedia / **Font:** Wikipedia

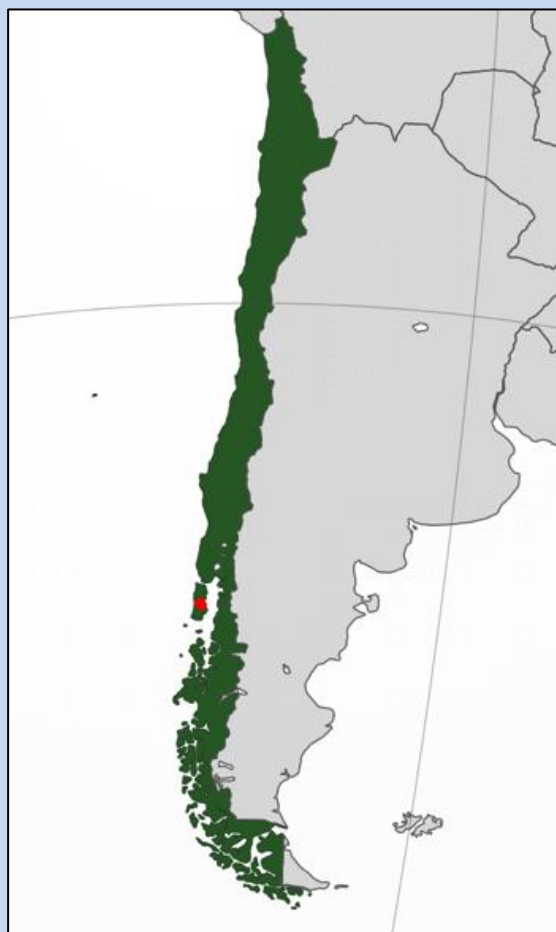
**Als pobles de la província de Chiloé**

Aquest tipus de construccions van començar a aparèixer als pobles de Chiloé a finals del segle XIX. A conseqüència de l'expansió comercial van començar a arribar camperols a la ciutat que no tenien casa i gràcies a l'aprofitament de la riba es van iniciar les construccions. Castro, la capital de la província de Chiloé, té construccions palafitiques a les seves entrades del nord i sud. Unes de les característiques arquitectòniques d'aquestes construccions és que els seus pilots estan fets de fusta d'arrayan i totes les cases estan pintades amb colors molt vius.



20. Construccions palafitiques a la ciutat de Castro

**Fotografia:** Christian Córdova / **Font:** Wikipedia



21. Mapa situació de la ciutat de Castro

**Fotografia:** Wikipedia / **Font:** Wikipedia

**El barri de Belén de la Ciudad de Iquitos**

Iquitos és la metròpoli més gran de l'Amazones Peruana i està rodejada pels rius Amazonas, Nanay e Itaya i el llac Moronacocha. Un del seus quatre districtes, el barri de Belén, que també és conegut com la Venècia Amazònica, és un barri que està principalment compost per palafits. És un dels punt turístics i amb més força comercial d'Iquitos.



*22.Construccions palafitiques del barri de Belén*

**Fotografia:** El camino a Samarcanda / **Font:** Blogspot

*23.Mapa situació de la ciutat de Iquitos*

**Fotografia:** Wikipedia / **Font:** Wikipedia



A continuació, s'exposaran diferents exemples de projectes i actuals edificacions palafitiques:

*La cabanya en Sol Duc*

La cabanya de 32 m<sup>2</sup> es un projecte de la oficina Olson Kunding Architects, ubicada en Olympic Península, Washington, Estats Units. La casa és completament prefabricada fora del lloc d'emplaçament i s'eleva sobre pilots per generar el mínim impacte sobre el terreny.



24. La cabanya en Sol Duc 1

**Fotografia:** Benjamin Benschneider / **Font:** Plataforma arquitectura

La cabanya es construeix principalment d'acer i panells estructurals aïllats, tots prefabricats per reduir el desaprofitament de materials en obra. Quatre pilots d'acer eleven l'edifici per a un impacte mínim, al mateix temps de protegir-ho enfront d'inundacions ocasionals.



25. La cabanya en Sol Duc 2

**Fotografia:** Benjamin Benschneider / **Font:** Plataforma arquitectura

### La casa Gauayacán

La casa Guayacán, dissenyada per l'arquitecte Matias Ruiz Malbran, està situada a San José de Maipo, en un entorn privilegiat.



26.La casa Gauayacán 1

**Fotografia:** Matias Ruiz Malbran / **Font:** Plataforma arquitectura

L'element arquitectònic principal de la casa és la fusta, per la qual cosa crea un vincle amb l'ecosistema i cap a l'entorn. A més del formigó i el vidre, el 60% dels materials prové de la reutilització de plaques fenòliques d'encofrats.



27.La casa Gauayacán 2

**Fotografia:** Matias Ruiz Malbran / **Font:** Plataforma arquitectura

Utilitzant la irregularitat de la topografia com un recurs més, la casa s'eleva mitjançant la subjecció amb pilars amb l'objectiu d'intervenir el menys possible en l'ecosistema.

### La casa Maitencillo

La casa Maitencillo és una casa d'estiueig en la costa de la V regió, construïda íntegrament de fusta. El conjunt es planteja com a volums elevats, emplaçats en la part més alta del terreny, deixant la casa en una condició expectant. A l'entorn es veu una variada tipologia d'habitatges, destacant-se les construïdes de fusta sobre pilots de pi donat el desnivell del turó Tacna.



28. La casa Maitencillo 1

**Fotografia:** Jonás Retamal T. / **Font:** Plataforma arquitectura

S'adopta aquesta tipologia i es pren com a nivell 0,0 l'accés posterior a la casa des d'on s'unirà la plataforma que suporta l'habitatge, aconseguint en la seva façana principal elevar-se del terreny per buscar la vista al mar.



29. La casa Maitencillo 2

**Fotografia:** Jonás Retamal T. / **Font:** Plataforma arquitectura

La mirada principal del l'habitatge és cap al mar a través de grans finestrals, cap a on es disposen tots els recintes socials a diferència de les altres façanes on les seves obertures són mesurades i disposats segons la necessitat de ventilació o assolellament dels recintes de serveis.



L'escola m3 per les zones rurals de Colòmbia

L'escola m3 de M3H1 Arquitectura, apareix com a una resposta arquitectònica a les necessitats de la fundació "Escuela Nueva en las zonas rurales de Colombia". L'escola m3 es planteja com un projecte que, mitjançant lleugeres modificacions, és capaç d'adaptar-se tant a les condicions climàtiques com a les produïdes pels desastres naturals en les diverses zones del territori rural colombià.



30.L'escola m3 1

Font: Plataforma arquitectura

A més, el sistema modular que es presenta permet infinites possibilitats d'implantació, responent així a les necessitats socials que presenta l'entorn i promovent la participació de la família i de la comunitat en la seva construcció, ús i manteniment.



31.L'escola m3 2

Font: Plataforma arquitectura

L'escola m3 es un "kit" mòbil i modificable, de fàcil muntatge format per varis mòduls. El material de construcció de l'escola m3 és el bambú (guadua angustifolia) per tractar-se d'un material summament versàtil, amb molt baix cost, que es troba abundantment a Colòmbia i que posseeix clars avantatges de sostenibilitat i de reciclatge.

Institució Educativa Embera Atrato Medio

Al Municipi de Vigía del Fuerte que és part del departament de Antioquia a Colòmbia, la seva població viu en diverses comunitats distants de la petita zona urbana localitzada al llarg del riu. La institució Educativa Embera Atrato Medio de Plan B Arquitectos, apareix com a una resposta arquitectònica per rebre a comunitats indígenes per períodes curts i constants de temps durant l'any, en els quals viuen, dormen, s'alimenten i reben educació sense deixar els seus poblats de manera permanent.



32. Institución Educativa Embera Atrato Medio 1

**Fotografia:** Julian Castro i Alejandro Arango / **Font:** Plataforma arquitectura

Una vegada a l'any i durant l'època de pluges, les aigües del riu Atrato pugen i inunden per diversos mesos els sòls del poblat i per aquest motiu, les construccions existents són en gran manera palafitiques i es comuniquen per mitjà de passarel·les elevades. Durant l'època d'inundacions les comunicacions es fan per mitjà de llanxes i els camins secs desapareixen.



33. Institución Educativa Embera Atrato Medio 2

**Fotografia:** Julian Castro i Alejandro Arango / **Font:** Plataforma arquitectura



La baixa capacitat portant del sòl, obliga a construir un edifici molt lleuger recolzat en més de 50 micro-pilots injectats amb profunditats mitjana de 15 m, suportant una estructura palafítica de columnes i llosa de formigó, resistents a l'aigua i per sobre del nivell de la cota màxima d'inundació. A partir d'aquest nivell, s'utilitza una estructura en metall, lleugera i resistent a la forta humitat relativa de l'ecosistema humit tropical. Pels tancaments s'evita l'ús de fustes natives gairebé totes espècies amenaçades, i es tria l'ús de fusta immunitzada conreada en zones properes a Medellín, transportades fins al lloc. Les cobertes alternen teules translúcides amb teules opaques termo-acústiques.



*34. Institución Educativa Embera Atrato Medio 3*

**Fotografia:** Julian Castro i Alejandro Arango / **Font:** Plataforma arquitectura

**Escola Baan Nong Bua**

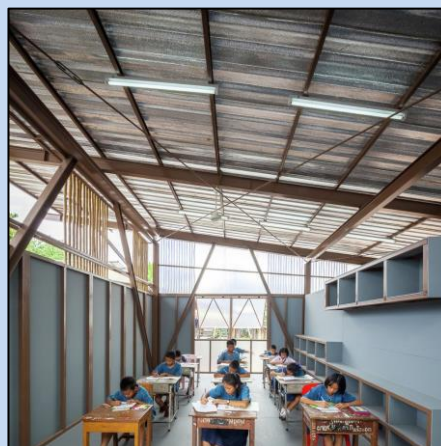
Baan Nong Bua School, l'escola local que proporcionava educació elemental per a nens d'entre 5 i 10 anys d'edat, es va veure afectada pel fort terratrèmol de 6.3 graus Richter que va sacsejar la província de Chiang Rai, en el nord de Tailàndia, el 5 de maig de 2014.



35. Escola Baan Nong Bua 1

**Fotografia:** Spaceshift Studio / **Font:** Plataforma arquitectura

L'estructura del nou edifici, dissenyat per l'oficina d'arquitectura Junsekino Architect And Design, està composta principalment per acer, un esquelet flexible que absorbeix la vibració quan hi ha terratrèmols. A més, l'estructura d'acer es pot construir fàcil i ràpidament a les zones rurals.



36. Escola Baan Nong Bua 2

**Fotografia:** Spaceshift Studio / **Font:** Plataforma arquitectura

L'edifici està dissenyat perquè es correspongui amb les condicions climàtiques de la zona nord de Tailàndia, que permeti la circulació d'aire natural, la penetració de la llum natural a l'edifici i el sòl s'elevi en cas d'inundació.

### **1.4.2. L'ARQUITECTURA PASSIVA**

L'objectiu principal dels edificis passius és obtenir elevats nivells de confort interior mantenint un consum energètic molt baix, contribuint així en un important estalvi energètic.



*37.Exemple de casa passiva*

**Fotografia:** ARCHIVO MASDECO / **Font:** Más Decoración

Passive House està basat en uns criteris de disseny que permeten l'aprofitament de l'energia i la llum natural durant l'hivern i la minimització de la incidència solar durant l'estiu. Al mateix temps, les altes exigències tècniques i constructives, contribueixen a l'excel·lent condicionament tèrmic conservant tota la calor absorbida a l'hivern i dissipant-ho a l'estiu.

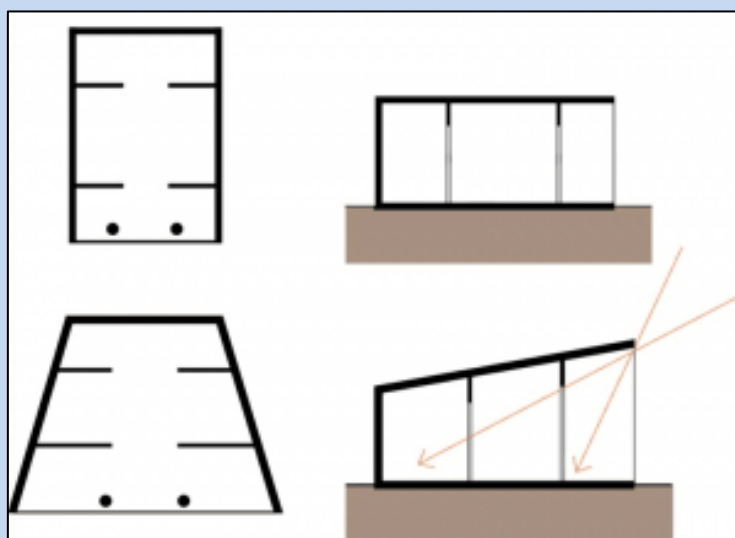
Avui dia, el consum d'energia degut a l'ús d'un edifici, és responsable de la major part d'emissions de CO<sub>2</sub> del sector de l'edificació. L'energia consumida en calefacció, refrigeració, aigua calenta sanitària i il·luminació, és la principal responsable de les emissions de CO<sub>2</sub>, per sobre de la energia necessària per a l'extracció i la fabricació dels materials.

Les emissions de CO<sub>2</sub>, són gasos d'efecte hivernacle produïts per efecte directe o indirecte de l'activitat humana, en el cas de l'edificació, per efecte de la construcció i l'ús de l'edifici. L'emissió de gasos d'efecte hivernacle té un efecte nociu en l'atmosfera terrestre, contribuint al escalfament global i al conegut canvi climàtic.



#### 1.4.2.1. Història de l'arquitectura passiva

L'arquitectura passiva, definida com aquella que s'adapta a les condicions climàtiques del seu entorn, existeix des de l'Antiguitat. Fa 2.500 anys a Grècia, Sòcrates (469-399 a. de C.) va ser el primer a escriure sobre aquest tipus d'arquitectura. El seu Megaron, partint de la casa grega, modifica la seva planta per donar-li una forma trapezoïdal i aconseguir captar més energia solar a l'hivern i mantenir el confort d'estiu gràcies als voladissos del porxo. Sòcrates explicava l'arquitectura passiva en aquests termes: *“A les casa orientades al sud, el Sol penetra pel pòrtic a l'hivern, mentre que en l'estiu l'arc solar descrit s'eleva sobre els nostres caps i per sobre de la teulada, de manera que hi ha ombra.”*



38. Megaron

Font: Energiehaus

Posteriorment a Roma, a causa d'una escassetat de combustible provocada per una explotació desmesurada dels seus recursos naturals, es va decidir adoptar la tècnica solar grega, desenvolupant-la i adaptant-la als diferents climes del imperi. Marco Vitruvi (80-15 a. de C.) va deixar escrit: *“Si desitgem que els nostres dissenys de cases siguin correctes hem de començar per prendre bona nota dels països i climes en què aquestes van a construir-se. Un tipus de casa sembla apropiat per a Egipte, un altre per a Espanya... un altre encara diferent per a Roma, i així successivament amb les terres i països de característiques diferents. És evident que els dissenys de cases haurien de conformar-se a les diversitats del clima.”*

Aquests dos exemples són una mostra que la periòdica interrupció en l'evolució de l'arquitectura passiva respon més a una certa visió econòmica del món i els beneficis que suposen l'explotació dels recursos energètics que ens ofereix que a una visió humanista de l'arquitectura.

Amb la crisi del petroli de la dècada de 1970 va ressorgir la preocupació pels aspectes mediambientals en l'edificació. Sota aquest context de crisi energètica, com ja havia ocorregut al llarg de la Història, reneix l'interès pel desenvolupament i l'estudi de l'arquitectura passiva i de l'aprofitament de l'energia solar en l'edificació.

A la fi de la dècada de 1980, Wolfgang Feist, actual director del Passivhaus Institut de Darmstadt, i Bo Adamson van marcar les pautes per a la definició d'un habitatge Passivhaus que assegurava el confort a l'hivern tornant als conceptes inicials de l'arquitectura passiva i implementant nous conceptes com la ventilació de doble flux amb recuperació de calor. Aquesta definició d'un edifici Passivhaus segueix sent vàlida avui dia. Amb el pas del temps, el Passivhaus Institut va completar la definició de l'estàndard per a climes més càlids com els de el sud d'Europa i fins i tot climes tropicals.

En 1991 es va construir el primer edifici Passivhaus a la ciutat alemanya de Darmstadt, edifici que porta vint anys monitoritzat. Les dades del monitoratge han demostrat el seu excel·lent funcionament energètic. Actualment, al llarg dels més de 20 anys d'experiència, s'han construït més de 25.000 edificis sota l'estàndard Passivhaus amb excel·lents resultats en els monitoratges realitzats així com en diversos estudis sociològics que demostren una alta satisfacció dels usuaris.



*39. Primer edifici Passivhaus a la ciutat alemanya de Darmstadt*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Laboratorio de arquitectura responsable

L'interès del estàndard Passivhaus es poder simplificar significativament els sistemes actius de calor i fred, ja que aquests tipus d'edificis requereixen poca energia per a mantenir bones condicions de confort climàtic a l'interior.

A l'última directiva sobre la construcció d'edificis, el Parlament Europeu ha introduït el concepte d'edifici "energia quasi nul·la" (NZEB). Segons aquesta directiva "La quantitat quasi nul·la o molt baixa d'energia requerida hauria d'estar coberta per energia procedent de fonts renovables, inclosa l'energia procedent de fonts renovables produïda in-situ o en l'entorn." Els estats membres de la Unió Europea haurien d'augmentar el número d'edificis tipus NZEB fins que acabi per ser un estàndard obligatori a 2020.

Actualment, existeix una extensa gama de conceptes similars a NZEB, i moltes empreses grans i institucions del sector de la construcció estan aportant els seus propis segells, cosa que contribueix a una certa confusió entre els arquitectes, enginyers i promotors.

#### **1.4.2.2. Actual situació de l'arquitectura passiva**

A continuació, s'exposaran diferents exemples d'actuals edificacions d'arquitectura passiva:

##### *El primer habitatge passiu d'Espanya*

El primer habitatge certificat com a passiu a Espanya, es tracta d'un immoble perfectament aïllat que estalvia fins a un 90% del consum energètic.

L'arquitecte d'aquest projecte és Josep Bunyesc qui, després de cursar un màster d'arquitectura sostenible a Bèlgica, va realitzar aquest prototip amb excel·lents resultats.



*40. Primer habitatge passiu a Espanya 1*

**Fotografia:** Via Bunyesc / **Font:** Plataforma arquitectura

La seva pròpia residència a les afores de Lleida no solament incorpora criteris ecològics tradicionals (plaques solars, bona orientació o materials aïllants), a més proposa un sistema constructiu que, amb elements autoportants prefabricats de fusta, permet concloure l'obra en poques setmanes i, per descomptat, construir en sec. En l'habitatge passiu de Bunyesc, l'estructura de pilars està tancada entre taulers de fusta reciclada (OSB) que conformen l'acabat interior. Entre aquestes parets interiors i els murs de la façana exterior, de plaques de fibres de fusta compacta, gairebé 20 centímetres de llana d'ovella (28 en la coberta) mantenen la temperatura de la casa.



*41. Primer habitatge passiu a Espanya 2*

**Fotografia:** Via Bunyesc / **Font:** Plataforma arquitectura

No obstant això, en tractar-se de materials transpirables, l'aïllant permet l'evacuació d'humitat mentre que els taulers de OSB encolats actuen com a barrera de vapor evitant la condensació en el mur.

L'habitatge està ideat per absorbir el sol amb grans finestres i està dotada amb aïllament per mantenir la temperatura a l'interior. El tercer punt per aconseguir un consum energètic sostenible és la ventilació. L'habitatge de Bunyesc compta amb un sistema, mitjançant conductes i pous d'aire, que no precisa obrir finestres per ventilar i per això ho fa mantenint la calor de l'interior de l'habitatge.



*42. Primer habitatge passiu a Espanya 3*

**Fotografia:** Via Bunyesc / **Font:** Plataforma arquitectura

El resultat és una temperatura domèstica de 23 graus quan al carrer els termòmetres no aconseguixen els 10 graus. Quan no brilla el sol, les plaques solars recorren a l'energia que han acumulat per compensar la pèrdua de calor.



### Casa estudi de fusta

La casa estudi de fusta de l'oficina d'arquitectura Dom Arquitectura està ubicada al municipi de Sant Cugat del Vallès, Barcelona.



43.Casa estudi de fusta 1

**Fotografia:** Jordi Anguera / **Font:** Plataforma arquitectura

L'orientació i posició de la casa estudi aprofita els recursos disponibles i les seves condicions climàtiques, reduint així els impactes ambientals, els seus consums energètics i millorant el confort tèrmic. La façana d'orientació sud és la de majors obertures, captant més radiació solar a l'hivern i protegint del sol a l'estiu. Les altres tres façanes són bastant opaques, solament es generen diverses obertures en la façana nord per generar ventilació natural creuada a l'estiu.

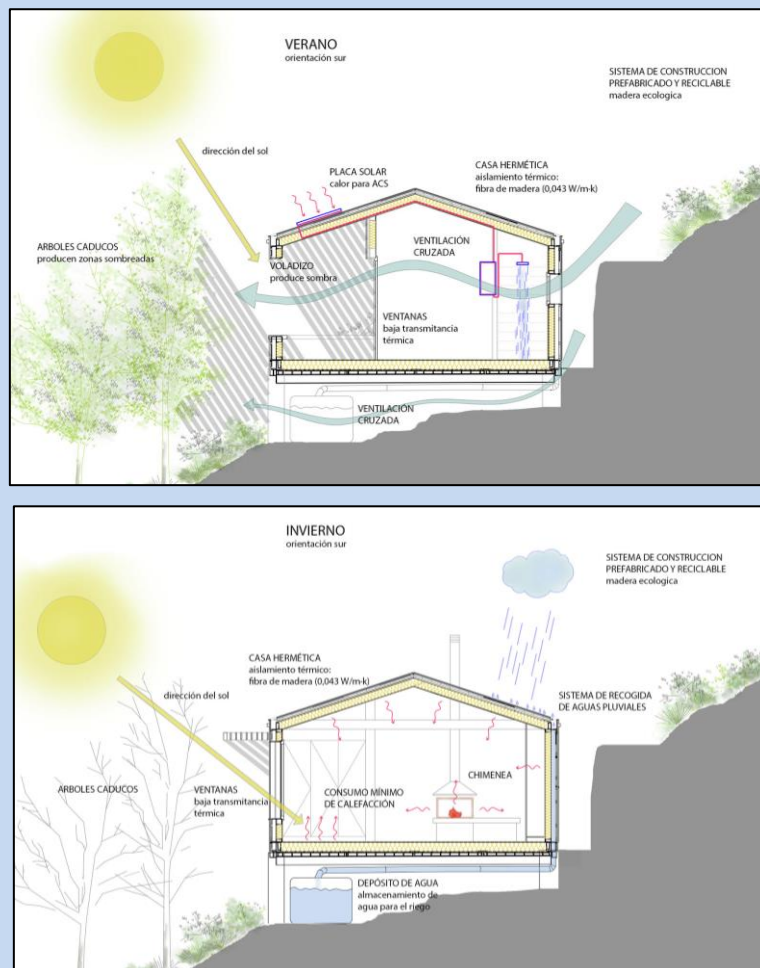


44.Casa estudi de fusta 2

**Fotografia:** Jordi Anguera / **Font:** Plataforma arquitectura

La façana sud, a més de tenir les majors obertures, és la que té major protecció solar per als mesos d'estiu. Les dimensions dels voladissos permeten que, amb la inclinació hivernal, el sol entri directament a les estances per ajudar a escalfar-les.

La diferència de temperatura i pressió entre la façana amb orientació nord i la sud, genera un corrent d'aire que facilita la ventilació. Hi ha obertures en tots dos costats, més grans en la façana sud i més petites en la façana nord, afavorint el control tèrmic de la casa. Especialment a l'estiu la ventilació creuada ajuda a refrigerar les estades principals.



45.Casa estudi de fusta 3

Fotografia: Jordi Anguera / Font: Plataforma arquitectura

La casa està situada en un terreny amb un fort pendent cap a sud. S'utilitzen uns pilots de formigó amb una estructura de ferro horitzontal d'una antiga construcció. La casa quedarà elevada per sobre del terreny natural, minimitzant així l'impacte ambiental.

Els materials seleccionats de la construcció són de zones properes i això fa que es redueixi els mitjans de transport, i a més es pot reutilitzar de cara a un futur. En conclusió es redueixen les emissions de gasos en l'elaboració i fabricació dels materials, en el transport a l'obra, en el procés constructiu i finalment en l'ús de l'edifici.



### Casa Bioclimàtica GG

La casa Bioclimàtica GG de l'oficina d'arquitectura Alventosa Morell Arquitectes està ubicada al municipi de Santa Maria de Palautordera, Barcelona.



46. Casa Bioclimàtica GG 1

**Fotografia:** Adrià Goula / **Font:** Plataforma arquitectura

La casa Bioclimàtica GG és una construcció modular de fusta totalment prefabricada que arriba a l'obra sense necessitat d'acabats posteriors i que és suficientment flexible per adaptar-se a la morfologia del solar.

L'espai intersticial que uneix els 6 mòduls es transforma en funció del confort i l'ús dels seus habitants, convertint-se en un captador solar durant l'hivern, efecte hivernacle, i transformant-se en una terrassa exterior coberta vinculada al jardí durant les èpoques temperades.



47. Casa Bioclimàtica GG 2

**Fotografia:** Adrià Goula / **Font:** Plataforma arquitectura

Totes aquestes estratègies al costat de l'ús d'un envoltant amb molta resistència tèrmica, generen les següents prestacions:

- Reducció de la petjada ecològica degut l'ús de materials propers a la zona on es construeix, naturals, reciclats i amb un impacte natural mínim (fusta d'abet, cel·lulosa,...)
- S'eviten condensacions mitjançant l'ús de materials transpirables. Casa saludable.
- Reducció d'un 76,77% de la demanda energètica en calefacció, comparant-ho amb una casa amb una construcció tradicional de les mateixes característiques. Casa energèticament eficient.

### Casa sota els Roures

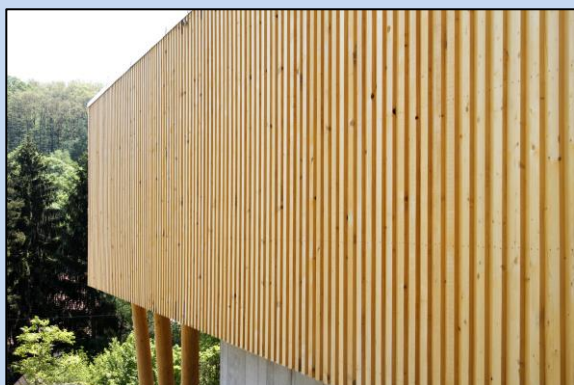
La casa sota els Roures de l'oficina d'arquitectura Juri Troy Architects està ubicada al municipi de Gartenstraße, Austria.



48.Casa sota els Roures 1

**Fotografia:** Courtesy of Juri Troy Architects / **Font:** Plataforma arquitectura

La casa sota els roures és un concepte de casa passiva, amb una petjada ecològica mínima i una caixa de fusta recolzada en sis columnes, ofereix una superfície habitable de 100 m². Tota l'estructura s'ha realitzat en fusta prefabricada amb aïllament de llana ecològica de fins a 60 cm i l'acabat interior amb fusta de la zona.



49.Casa sota els Roures 2

**Fotografia:** Courtesy of Juri Troy Architects / **Font:** Plataforma arquitectura

Una bomba de calor amb col·lector de terra, un sistema de ventilació controlada amb panells d'intercanvi de calor fotovoltaics en el sostre ofereixen un concepte d'energia perfecta, amb un mínim requeriment d'energia externa.



### Casa Eucaliptus

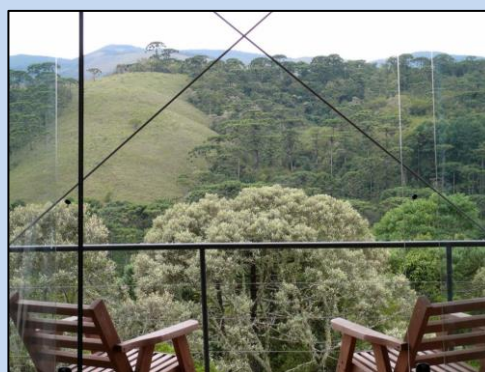
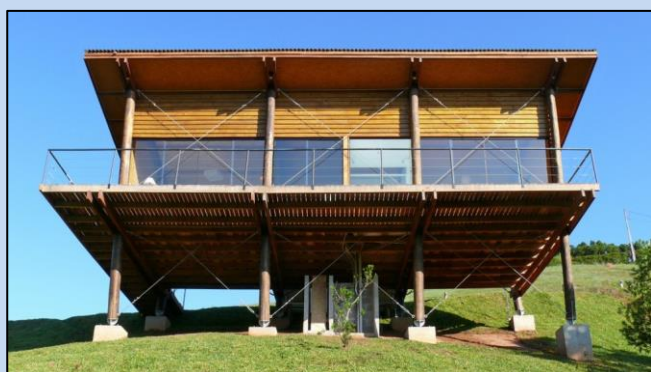
La casa Eucaliptus de l'arquitecte Andre Eisenlohr està ubicada al municipi de Campos do Jordão – São Paulo, Brasil. Situada en un terreny de fort pendent, la casa es desplega en paral·lel a les corbes de nivell, dins d'un àrea de reserva forestal, i té 50 m<sup>2</sup>. La planta s'organitza en un únic nivell.



50. Casa Eucaliptus 1

**Fotografia:** Andre Eisenlohr / **Font:** Plataforma arquitectura

La vista sobre la vall es troba cap al costat sud i està conformada per grans panells de cristall que permeten l'ingrés de la llum del sol i emmagatzemar la calor durant el dia d'una manera passiva. El disseny incorpora materials i tècniques constructives que minimitzen al màxim el seu impacte ambiental.



51. Casa Eucaliptus 2

**Fotografia:** Andre Eisenlohr / **Font:** Plataforma arquitectura

Les estratègies de disseny sostenibles utilitzades inclouen la captació passiva d'energia solar, l'aïllament tèrmic entre murs i panells solars per escalfar l'aigua. A més, es van utilitzar taulers de pi reforestat com a revestiment exterior i fusta OSB com a revestiment interior.

### 1.4.3. LA CONSTRUCCIÓ PREFABRICADA

La prefabricació és un sistema de construcció basat en el disseny i producció de components i subsistemes elaborats en sèrie en una fàbrica fora de la seva ubicació final i que es porten a la seva posició definitiva per muntar l'edificació després d'una fase de muntatge simple, precisa i no laboriosa. Quan un edifici és prefabricat, les operacions en el terreny són essencialment de muntatge i no d'elaboració. Una bona referència per conèixer el grau de prefabricació d'un edifici és la de valorar la quantitat de residus generats en l'obra; quant més quantitat d'enderrocs i brutícia, menys índex de prefabricació presenta l'immoble.

La prefabricació comporta, en la majoria dels casos, un augment de qualitat, reducció de deixalles, perfeccionament i seguretat.



52. Casa unifamiliar d'estructura de fusta contralaminada KLH

Fotografia: Desconegut / Font: Biohaus

#### **1.4.3.1. Història de la construcció prefabricada**

El primer precedent de prefabricació modular es remunta al segle XVI, quan Leonardo da Vinci va rebre l'encàrrec de planificar una sèrie de noves ciutats a la regió de Loire. El seu plantejament, magistral i xocant per la seva modernitat, va consistir a establir, al centre de cada ciutat, una fàbrica d'elements bàsics que permetessin conformar al seu voltant un gran ventall d'edificis.

Un altre exemple és el succeït en aquest mateix segle durant la guerra entre francesos i anglesos, on l'exèrcit de Francisco I i Enrique II va planificar les batalles contra Anglaterra construint pavellons de fusta prefabricats que alberguessin als seus soldats durant l'ofensiva. Transportats fàcilment per vaixell, es muntaven i desmuntaven ràpidament pels propis soldats, de tal forma que els campaments anessin, a més de resistents i confortables, àgils en els seus desplaçaments. Seguint una tècnica molt similar, en 1578 també es va aixecar a la terra de Baffin (Canadà) una casa prefabricada de fusta que havia estat construïda a Anglaterra. Així mateix, en 1624, la Great House, una casa de fusta amb panells i modular, construïda per Edward Winslow a Anglaterra, va ser traslladada i muntada en Massachussets, a l'altre costat de l'Atlàntic.

Encara que aquests dos últims exemples no es poden considerar prefabricació en estat pur, ja que la construcció d'elements no va ser en sèrie sinó dissenyats per a edificacions singulars, sí que s'aprecia un valuós canvi de mentalitat aplicada a la construcció. No seria fins al final del S. XVIII, amb l'arribada de la primera revolució industrial, quan es va començar a albirar la possibilitat d'industrialitzar la construcció. Com per exemple a Europa, mitjançant la construcció de ponts i cobertes amb ferro colat, material que seria després aplicat a l'elaboració de pilars i bigues d'edificis. Al mateix temps, a Estats Units, mitjançant la construcció d'edificis de tipologia Balloon Frame, constituïts per llistons de fusta provinents de fàbrica i assemblats mitjançant claus fabricats industrialment.

Caldria esperar fins a finals del segle XIX perquè es redescobris l'ús del formigó (que amb prou feines s'havia utilitzat des dels romans) que aplicat juntament amb entramats de filferros constituïa una matèria primera ideal para prefabricats. Tal és així que en 1891 es prefabriquen les primeres bigues de formigó armat per a la construcció del Casino de Biarritz. Curiosament, un parell d'anys abans, en 1889, apareixia a EUA la primera patent d'edifici prefabricat mitjançant mòduls tridimensionals en forma de "calaix" apilable, ideada per Edward T. Potter.

Ja l'any 2000 l'ús del sistema prefabricat per a la realització d'habitatges i zones comercials va començar a desenvolupar-se i propagar-se de forma exponencial per tot el món. A l'actualitat, existeix gran varietat de gammes i qualitats d'edificacions comercials i habitables de tipus prefabricat.

### 1.4.3.2. Actual situació de la construcció prefabricada

A continuació, s'exposaran diferents exemples de projectes i actuals edificacions prefabricades:

#### Casa estudi de fusta

La casa estudi de fusta de l'oficina d'arquitectura Dom Arquitectura ja s'ha exposat anteriorment en l'apartat d'arquitectura passiva, però s'ha cregut necessari exposar-la en aquesta apartat també, ja que aquesta casa s'ha construït mitjançant prefabricats.



53.Casa estudi de fusta

**Fotografia:** Jordi Anguera / **Font:** Plataforma arquitectura

El procés de construcció basat en una arquitectura prefabricada en fusta, és ecològic i responsable amb el medi ambient. És un material reutilitzable i reciclable i lleuger i fàcil de mecanitzar. El sistema constructiu utilitzat per aquest mòdul és l'entramat lleuger, la fusta utilitzada per a l'estructura és Pi Roig. L'acabat interior és un panell amb tres capes amb acabat de pi, i l'exterior de la façana és fusta d'Avet tractada amb autoclau. A causa de la situació geogràfica de l'emplaçament, s'han assemblant totes les peces en obra, totes prèviament mecanitzades a taller per facilitar el transport i el muntatge.

Tota la fusta és dels Pirineus Catalans, utilitzant materials autòctons s'ajuda a reduir desplaçaments i consums innecessaris previs a l'obra. La fusta utilitzada per a la construcció està certificada amb el Segell CE i el CTB SAWN TIMBER. També amb la certificació PEFC, que assegura la gestió sostenible dels boscos.



### Villa Asserbo

En un petit poble a les afores de Copenhaguen, Dinamarca, els arquitectes de Eentileen van unir forces amb la companyia Facit Homes, especialistes en l'arquitectura de fabricació digital, per aixecar la Vila Asserbo. Una casa de 116 m<sup>2</sup> de fusta que es construeix a través de components impresos.



54. Villa Asserbo 1

**Fotografia:** Fast Company / **Font:** Plataforma arquitectura

La casa no va necessitar maquinària pesada ni una gran força de treball, només un parell de persones i sis setmanes de termini per ajustar fàcilment els elements prefabricats.

La casa flota sobre el terreny, aixecant-se sobre 28 pilots i no sobre un llit de formigó, la qual cosa li permet ser fàcilment desmuntada i reciclada amb danys gairebé inexistents en el terreny.



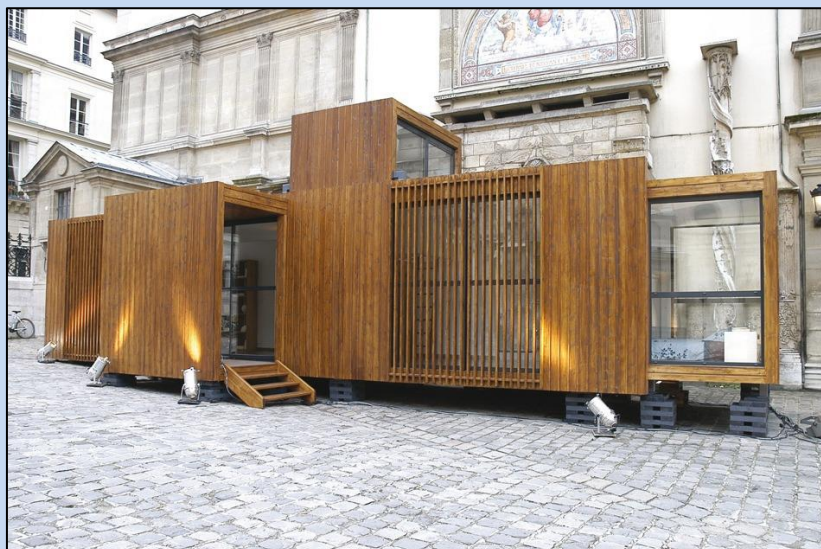
55. Villa Asserbo 2

**Fotografia:** Fast Company / **Font:** Plataforma arquitectura



### Prototip Drop House

Drop House és una casa prefabricada, guanyadora del Desafiament d'Arquitectura Modular l'any 2005, de l'oficina d'arquitectura "D3 Architects". El prototip de 48 m<sup>2</sup> es va instal·lar en la École des Beaux Arts de París, França.



56.Prototip Drop House

**Fotografia:** D3 Architects / **Font:** Plataforma arquitectura

Aquest prototip es va dissenyar per minimitzar els residus, reduir el consum energètic i assentar-se sobre el sòl amb la possibilitat de moure's. El disseny es configura al llarg d'un eix central amb extensions que formen la cuina, el bany, un segon dormitori i l'accés.

Situada correctament, l'estructura presenta una oportunitat per captar l'energia solar passiva amb materials que maximitzen el rendiment tèrmic. L'estructura d'acer està equipada amb un revestiment de taules de fusta.

La fusteria exterior es compon d'alumini lacat amb trencament de pont tèrmic i vidre doble de baixa emissivitat. La part posterior de l'estructura està aïllada amb fusta sobre panells Sandwich d'acer, amb llana mineral de 80 mm.

Habitatge unifamiliar prefabricat de fusta

L'habitatge unifamiliar prefabricat de fusta dels arquitectes Daniel Martí, Jurgen Van Wereld i Karin Giesberts, està ubicada al municipi de Beniarrés, Alacant.



*57.Habitatge unifamiliar prefabricat de fusta 1*

**Fotografia:** Daniel Martí / **Font:** Plataforma arquitectura

El disseny d'aquest habitatge unifamiliar neix de l'interès per l'estudi de nous mètodes de construcció basats en la prefabricació i l'estandardització. L'elevat preu de la mà d'obra i la poca especialització i qualitat general que es presenta avui dia, han convertit l'acte de construir en un procés cada vegada més difícil.

Es decideix per la fusta com a material pràcticament exclusiu per les seves qualitats tècniques i per ser un recurs natural i amb un balanç energètic molt equilibrat en la seva obtenció i transformació.

Per tant, la intenció principal d'aquest projecte es construir de forma sostenible i econòmica, intentant utilitzar materials barats, de fàcil obtenció i manipulables, evitant en la mesura del possible l'ús de productes químics i sintètics en la seva execució.

Es tria un sistema constructiu d'assemblatge, on l'estructura principal (forjat inferior i suports) de fusta laminada d'abet es munta sobre quatre sabates aïllades de formigó per rebre posteriorment els diferents panells de façana i coberta completament acabats en taller.



L'acabat exterior està compost per taulons de fusta termotractada d'avet de 20 mm d'espessor clavats a una subestructura vertical de rastells de fusta d'avet de dimensions 82 x 44 mm cada 40 cm, que constitueix l'estructura principal del panell. Entre els rastells i els taulons exteriors es col·loca una barrera de vapor i entre els diferents rastells un aïllant de llana de roca de 80 mm. Finalment l'interior s'acaba amb un tauler aglomerat de 18 mm acabat amb pintura blanca.



*58.Habitatge unifamiliar prefabricat de fusta 2*

**Fotografia:** Daniel Martí / **Font:** Plataforma arquitectura

La senzillesa del sistema constructiu i la lleugeresa dels seus elements permeten muntar l'habitatge només en 10 dies, utilitzant dos operaris i executant-la totalment a mà sense l'ajuda de maquinària especial, com a grues o excavadores.

### L'arquitectura plegable del projecte viVood

La proposta viVood s'apropa a una arquitectura plegable que permet el desplegament de l'estructura sobre el seu propi sistema de suport. A través de peces prefabricades i desmuntables de fusta, la casa es pot executar en poques hores en el lloc d'emplaçament.



*59.L'arquitectura plegable del projecte viVood 1*

**Fotografia:** viVood / **Font:** Plataforma arquitectura

El desenvolupament de les peces a fàbrica permet una producció industrialitzada, massiva i tecnològicament avançada, i el sistema plegable permet que els mòduls puguin muntar-se i desmuntar-se sense deteriorar-se, garantint la reversibilitat del procés. La preinstal·lació d'electricitat i lampisteria ve incorporada en els panells.

El projecte és dissenyat i fabricat amb materials locals i es concep des de l'òptim aprofitament dels recursos naturals, constituint un sistema integral on les emissions de CO2 són mínimes.

El seu empaquetat optimitzat permet transportar una gran quantitat d'habitacles en un espai mínim, reduint les emissions a l'hora de traslladar les peces.

L'estructura està constituïda per elements articulats de suport i biga. La base incorpora un xassís amb peus regulables per assumir els desnivells sense necessitat de fonamentació.

Els tancaments, concebuts com a elements modulars de fàcil muntatge, estan compostos per un doble tauler contraxapat de fusta de pi fenòlic sobre bastidor perimetral i aïllament interior.





*60.L'arquitectura plegable del projecte viVood 2*

**Fotografia:** viVood / **Font:** Plataforma arquitectura



## **1.5. ABAST DEL PROJECTE**

L'estudi tècnic estarà compost per la memòria, els plànols, el plec de condicions, els amidaments i el pressupost.

El projecte es començarà des de zero, passant pel disseny i l'estudi de les condicions que es troben dins l'aula, sempre intentant que la construcció sigui com més eficient energèticament millor.

També es farà el pertinent càlcul estructural tenint en compte el sistema escollit. Així com també, l'estudi del sistema modular transportable en tràiler i la seva adequació a un sistema de fonamentació i recolzament palafític en base a micropilotatge.

En resum, es tindran en compte tots els aspectes que es poden trobar dins d'un estudi tècnic d'aquest tipus.

## **1.6. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 1.INTRODUCCIÓ**

1.Actual aulari de la Fundació Mona. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	6
2. Logo Fundació Mona. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	7
3.Les diferents activitats per a la gent que visita la fundació. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	8
4.Emplaçament del centre de la Fundació Mona. <b>Font:</b> ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya)	9
5.Zones de joc dels ximpanzés. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	10
6.Recinte dels ximpanzés. L' empresa del manteniment del cablejat elèctric fent la seva feina. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	10
7.Recinte interior dels animals, magatzem i cuina. <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Pròpia	11
8.Diferents fotografies del dia després de la inundació. <b>Fotografia:</b> Fundació Mona / <b>Font:</b> Fundació Mona	12
9.Habitatges palafítics, habitatge passiu i habitatge prefabricat. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Imatges Google	14
10.Construccions palafítics al riu Limón (Veneçuela). <b>Fotografia:</b> Yobani Quintero / <b>Font:</b> Imatges Google	15
11.Construccions palafítics a la llacuna Sinamaica (Veneçuela). <b>Fotografia:</b> Meridith Kohut / <b>Font:</b> Imatges Google	16
12.Construccions palafítics a la llacuna Sinamaica (Veneçuela). <b>Fotografia:</b> Luis Alejandro Ontiveros / <b>Font:</b> Imatges Google	17
13.Museu Pfahlbauten al llac Constança a Alemanya. <b>Fotografia:</b> Alex Cooper / <b>Font:</b> Wikipedia	18
14.Construccions palafítics de Ganvié. <b>Fotografia:</b> Dominik Schwarz / <b>Font:</b> Wikipedia	20
15.Mapa situació de la ciutat de Ganvié. <b>Fotografia:</b> Wikipedia / <b>Font:</b> Wikipedia	20
16.Construccions palafítics a Yawnghe i el llac de Inle. <b>Fotografia:</b> Christopher Voitus / <b>Font:</b> Wikipedia	21
17.Mapa situació del poblat de Yawnghe. <b>Fotografia:</b> Wikipedia / <b>Font:</b> Wikipedia	21
18.Construccions palafítics al poblat de Nueva Venecia. <b>Fotografia:</b> Tim Buendia / <b>Font:</b> Blogs el espectador	22
19.Mapa situació del pantà Grande de Santa Marta. <b>Fotografia:</b> Wikipedia / <b>Font:</b> Wikipedia	22
20.Construccions palafítics a la ciutat de Castro. <b>Fotografia:</b> Christian Córdova / <b>Font:</b> Wikipedia	23
21.Mapa situació de la ciutat de Castro. <b>Fotografia:</b> Wikipedia / <b>Font:</b> Wikipedia	23
22.Construccions palafítics del barri de Belén. <b>Fotografia:</b> El camino a Samarcanda / <b>Font:</b> Blogspot	24
23.Mapa situació de la ciutat de Iquitos. <b>Fotografia:</b> Wikipedia / <b>Font:</b> Wikipedia	24
24.La cabanya en Sol Duc 1. <b>Fotografia:</b> Benjamin Benschneider / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	25
25.La cabanya en Sol Duc 2. <b>Fotografia:</b> Benjamin Benschneider / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	25
26.La casa Gauayacán 1. <b>Fotografia:</b> Matias Ruiz Malbran / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	26
27.La casa Gauayacán 2. <b>Fotografia:</b> Matias Ruiz Malbran / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	26
28.La casa Maitencillo 1. <b>Fotografia:</b> Jonás Retamal T. / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	27
29.La casa Maitencillo 2. <b>Fotografia:</b> Jonás Retamal T. / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	27
30.L'escola m3 1. <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	28

31.L'escola m3 2. <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	28
32.Institución Educativa Embera Atrato Medio 1. <b>Fotografia:</b> Julian Castro i Alejandro Arango / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	29
33.Institución Educativa Embera Atrato Medio 2. <b>Fotografia:</b> Julian Castro i Alejandro Arango / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	29
34.Institución Educativa Embera Atrato Medio 3. <b>Fotografia:</b> Julian Castro i Alejandro Arango / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	30
35.Escola Baan Nong Bua 1. <b>Fotografia:</b> Spaceshift Studio / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	31
36.Escola Baan Nong Bua 2. <b>Fotografia:</b> Spaceshift Studio / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	31
37.Exemple de casa passiva. <b>Fotografia:</b> ARCHIVO MASDECO / <b>Font:</b> Más Decoración	32
38.Megaron. <b>Font:</b> Energiehaus	33
39.Primer edifici Passivhaus a la ciutat alemanya de Darmstadt. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Laboratorio de arquitectura responsable	34
40.Primer habitatge passiu a Espanya 1. <b>Fotografia:</b> Via Bunyesc / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	36
41.Primer habitatge passiu a Espanya 2. <b>Fotografia:</b> Via Bunyesc / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	37
42.Primer habitatge passiu a Espanya 3. <b>Fotografia:</b> Via Bunyesc / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	37
43.Casa estudi de fusta 1. <b>Fotografia:</b> Jordi Anguera / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	38
44.Casa estudi de fusta 2. <b>Fotografia:</b> Jordi Anguera / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	38
45.Casa estudi de fusta 3. <b>Fotografia:</b> Jordi Anguera / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	39
46.Casa Bioclimàtica GG 1. <b>Fotografia:</b> Adrià Goula / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	40
47.Casa Bioclimàtica GG 2. <b>Fotografia:</b> Adrià Goula / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	40
48.Casa sota els Roures 1. <b>Fotografia:</b> Courtesy of Juri Troy Architects / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	42
49.Casa sota els Roures 2. <b>Fotografia:</b> Courtesy of Juri Troy Architects / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	42
50.Casa Eucaliptus 1. <b>Fotografia:</b> Andre Eisenlohr / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	43
51.Casa Eucaliptus 2. <b>Fotografia:</b> Andre Eisenlohr / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	43
52.Casa unifamiliar d'estructura de fusta contralaminada KLH. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Biohaus	44
53.Casa estudi de fusta. <b>Fotografia:</b> Jordi Anguera / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	46
54.Villa Asserbo 1. <b>Fotografia:</b> Fast Company / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	47
55.Villa Asserbo 2. <b>Fotografia:</b> Fast Company / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	47
56.Prototip Drop House. <b>Fotografia:</b> D3 Architects / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	48
57.Habitatge unifamiliar prefabricat de fusta 1. <b>Fotografia:</b> Daniel Martí / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	49
58.Habitatge unifamiliar prefabricat de fusta 2. <b>Fotografia:</b> Daniel Martí / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	50
59.L'arquitectura plegable del projecte viVood 1. <b>Fotografia:</b> viVood / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	51
60.L'arquitectura plegable del projecte viVood 2. <b>Fotografia:</b> viVood / <b>Font:</b> Plataforma arquitectura	52

## **2. MEMÒRIA**



## **2.1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA**

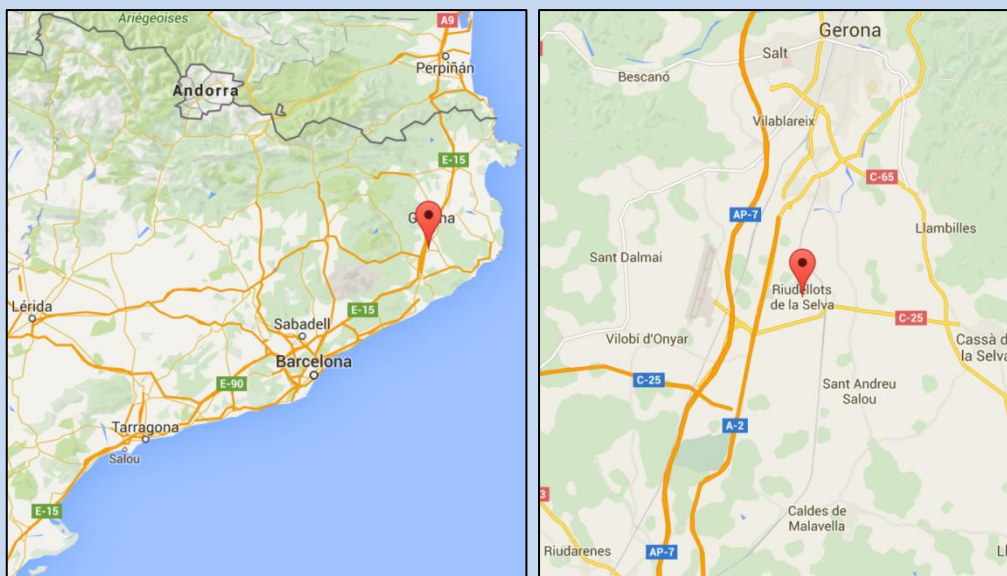
### **2.1.1. INFORMACIÓ PRÈVIA**

#### **2.1.1.1. Dades del municipi i de l'entorn físic**

Riudellots de la Selva és un municipi de la comarca de la Selva que forma part de l'àrea urbana de Girona. Té una extensió de 13,38 km<sup>2</sup> al sector nord de la plana de la comarca, al límit amb el Gironès. L'altitud de la població és de 98 m sobre el nivell del mar. El riu Onyar és el principal curs fluvial del municipi. A l'entorn de Riudellots, l'Onyar s'ajunta amb la majoria dels seus afluents i subafluents principals, com són el Gotarra, el Benaula, el Riudevella, etc.

La vegetació, influenciada pel clima mediterrani i per l'activitat humana, està formada per rouredes, alzinars, boscos mixtos, prats i la vegetació de ribera. La majoria de rouredes han desaparegut al ser reconvertides en terres de conreu i en l'actualitat predominen els boscos mixtos. A les ribes dels rius i rieres hi creixen algunes restes de vegetació humida, com són les jonqueres, les balques i els freixes.

Riudellots és un poble de rius i rieres, però originàriament les aigües ocupaven mansament una extensa zona d'inundació. Amb la intenció de guanyar terres de conreu, els agricultors van construir motes i van dessecar llacunes i aiguamoixos fins a canalitzar les aigües per on passen avui.



*1. Situació municipi de Riudellots de la Selva*

**Font:** Google Maps

### 2.1.1.2. Emplaçament

El centre de la Fundació Mona està situat a la població de Riudellots de la Selva, en terrenys d'unes 6 hectàrees aproximadament cedits per l'Ajuntament i envoltat de natura. Aquests estan en una zona inundable, ja que pels voltants hi passa el riu Onyar i el rec de l'Agulla. Per arribar-hi amb cotxe s'ha d'agafar la carretera C-25 (Cassà de la Selva - l'aeroport de Girona).



2. Emplaçament Fundació Mona

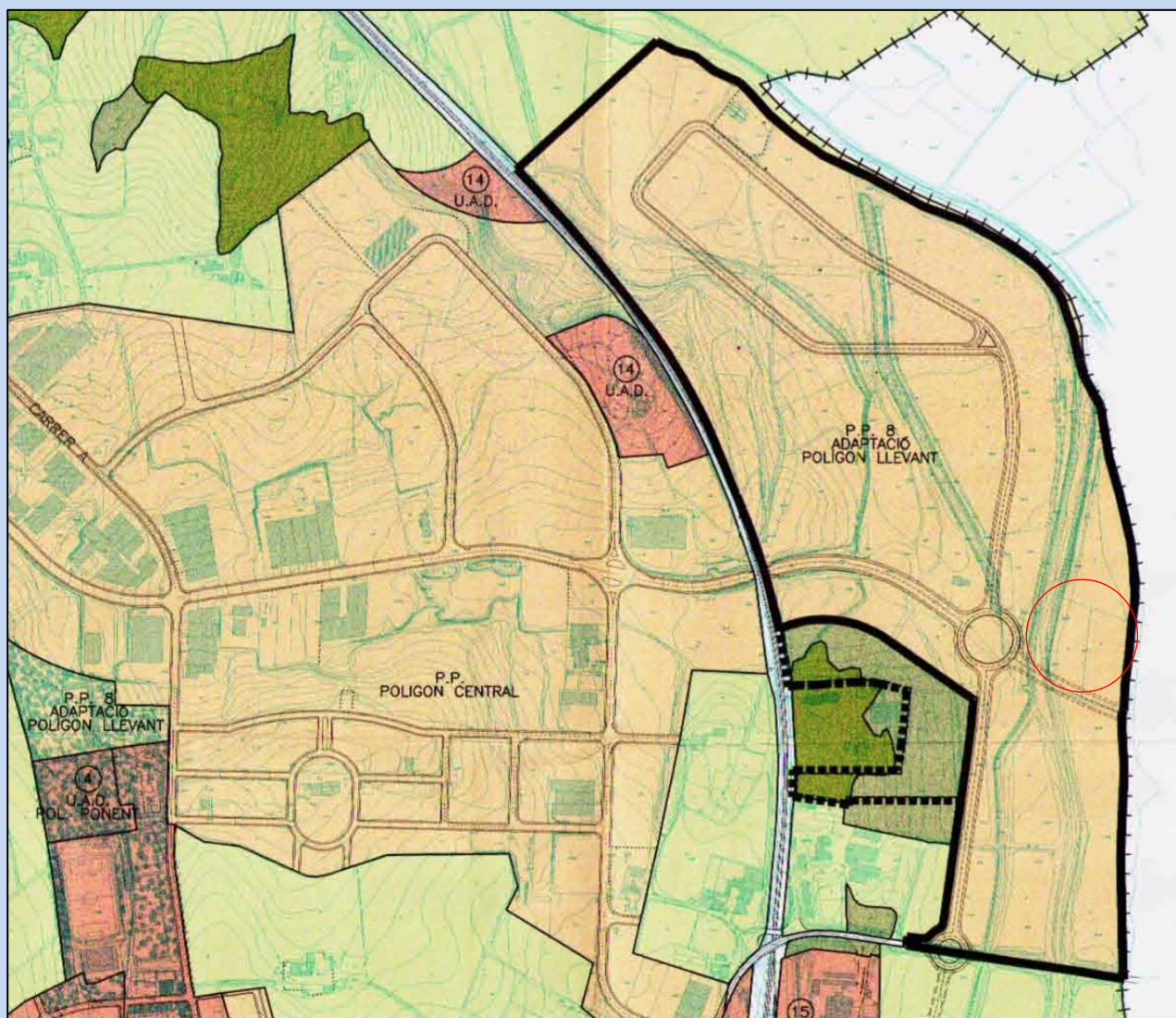
**Fotografia:** Vissir ICC / **Font:** Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya



### 2.1.1.3. Normativa urbanística

El centre de la Fundació Mona, com anteriorment s'ha esmentat, està situat en terrenys cedits per l'ajuntament de Riudellots de la Selva. Aquests terrenys, amb poc desnivell, anteriorment s'havien utilitzat pel conreu i estan agrupats en un pla parcial urbanístic, el qual agrupa tots els terrenys del Polígon de Llevant.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.1, s'adjunten els documents del pla parcial.



3.Plànol referent a l'àrea del Pla parcial del Polígon de Llevant

Font: Mapa urbanístic de Catalunya (MUC)

En el text refós de la normativa urbanística esmenta que l'objectiu de la delimitació d'aquest sector és el d'adaptar el contingut de la modificació del Pla parcial del Polígon de Llevant i del seu projecte d'urbanització, en el sentit de qualificar, com a espais lliures de dominis públic, la zona de protecció del sistema hidrogràfic, intercanviar la ubicació dels equipaments públics agrupant-los amb la resta d'equipaments públics del sector central i reordenar la franja d'espais lliures de límit sud del sector, de manera que no impedeixi, en un futur, la continuïtat i unificació de les zones industrials.

L'adaptació del Pla parcial es realitzarà amb la finalitat de complir els objectius proposats, com el de la qualificació de zona verda pública de cessió d'una àrea situada entre la mota contigua al riu Onyar i una escullera de protecció de les aigües a 20 m del riu. Aquests terrenys estan qualificats com a zona de protecció de sistema hidrogràfic i es trobaven lliures d'edificació, d'acord amb l'informe de la Junta d'Aigües, de data 3 de novembre de 1997.

Aquesta superfície industrial incorpora la zona de Protecció de Sistema Hidrogràfic, de superfície 24.400 m<sup>2</sup>, i delimitada d'acord amb les orientacions de la Junta d'Aigües, formada per una franja de 20 m d'amplada, comptats a partir del coronament del talús del marge esquerra del riu Onyar.

Aquests sòls que no resulten edificables, venen regulats d'acord amb les determinacions fixades en les Ordenances d'aquest pla parcial, temes de separacions, ocupació, tanques, etc., obligant-se fins i tot, d'acord amb la declaració espacial, a sol·licitar l'autorització prèvia de la Junta d'Aigües per a totes les actuacions que en els mateixos s'hi vulguin realitzar, als efectes d'assolir la funcionalitat encomanada.

D'acord amb l'especificat en l'article 78 del "Reglamento de la Ley de Aguas" 29/1985 del 2 d'agost, les llicències d'obres, moviments de terres, tancat, etc, que es demanin a les parcel·les confrontants amb el riu Onyar es precisarà l'informe favorable de la junta d'Aigües per qualsevol actuació.

En resum, la normativa que regula el sòl que ocupa la fundació Mona correspon al sector "PP8 adaptació Polígon Llevant" i en concret es troba ubicat en una zona qualificada de Zona Verda. No hi ha normativa específica en el PP8 que reguli aquest tipus d'ús a que es dedica la Fundació Mona. Per tant, a l'hora de posar en pràctica el projecte s'hauria de sol·licitar a l'Ajuntament de Riudellots de la Selva la llicència d'obra i la llicència d'activitat, ja que es modificaria l'activitat amb la nova aula. Tot seguit l'Ajuntament hauria de sol·licitar un informe a l'Agència Catalana de l'Aigua abans de donar la llicència. Aquests informes podrien ser favorables o desfavorables i s'hauria de modificar el projecte a presentar.



#### **2.1.1.4. Zona inundable**

Tal i com s'ha anomenat anteriorment la zona on està situada la Fundació Mona és considerada zona inundable, ja que pels voltants hi passa el riu Onyar i el rec de l'Agulla. S'ha fet un estudi de la inundabilitat de la zona per tal que aquesta no afecti a la construcció que s'està projectant. A continuació s'exposen uns conceptes previs per tal d'entendre la recerca realitzada.

##### Concepte d'inundabilitat

La inundabilitat és un aspecte lligat al negament temporal del territori i per tant molt lligat a la seva funció drenant. Les inundacions constitueixen el risc natural que més danys (materials i humans), a llarg termini, ha causat a Espanya. La lluita per evitar-les ha anat acompanyada del desenvolupament de mesures, que ha comportat el desenvolupament d'un marc legal específic a nivell europeu.

Les inundacions poden estar produïdes tant per:

- El desbordament de cursos fluvials.
- El negament dels punts baixos del territori i dels nuclis urbans.
- L'efecte de l'onatge i les marees.
- Possibles trencaments d'infraestructures de regulació o acumulació (embassaments, presses, grans dipòsits, etc.).

Fent repàs a la història recent de Catalunya s'aprecia com les inundacions han ocasionat quantioses pèrdues materials i humanes. Per aquest motiu, les diferents administracions competents porten treballant durant dècades en la implementació de mesures destinades a mitigar i prevenir els danys produïts per aquestes inundacions.

##### Determinació de les zones inundables

Tenint en compte les inundacions històriques esdevingudes, cal conèixer i reduir els efectes negatius de les inundacions, essent el pas base la identificació de les zones inundables i l'establiment d'una zonificació d'aquestes i dels espais fluvials, per tal de regular els usos admissibles en les diferents zones tot d'acord amb les normatives vigents.

La delimitació de zones inundables i l'avaluació global dels riscos associats a aquestes, implica una actuació coordinada de totes les administracions implicades. Pel que fa a la cartografia d'inundabilitat generada per l'Agència, corresponent d'acord al marc competencial a desbordaments de lleres públiques, convé diferenciar dues grans línies de treball:

- Cartografia hidràulica : basada en l'ús de models matemàtics que permeten determinar el perill d'inundació (per a una freqüència o període de retorn (T) quantifica el nivell i velocitat de l'aigua) en base a una geometria del terreny, rugositat i unes condicions de contorn imposades.
- Cartografia geomorfològica: basada en la interpretació de les formes del terreny que permeten determinar com s'ha modelat el terreny al llarg de la història; gràcies a aquestes relacions es poden correlacionar, de manera aproximada i amb criteris estrictament geomorfològics, les diferents morfologies observables amb les zones inundables i els cabals de diferents períodes de retorn.

La determinació de les zones inundables és elaborada per les diverses administracions responsables en base a la seva planificació.

Si un àmbit només disposa de cartografia geomorfològica de zones potencialment inundables, els promotors de les possibles ocupacions, són els responsables d'acord al que preveu el Reglament de la Llei d'urbanisme, d'aportar la cartografia hidràulica elaborada (amb els documents descriptius de la seva elaboració) que inclogui la proposta de zonificació dels espais fluvials a validar per l'Administració Hidràulica competent.

#### Classificació del perill d'inundació i concepte de calat

En general es poden diferenciar tres zones en funció del perill:

- Zona d'inundació lleu: Zona on les condicions hidràuliques presenten un calat inferior a 0,4 metres, o bé on la velocitat és inferior a 0,4 m/s, o bé on el producte d'ambdós és inferior a 0,08 m<sup>2</sup>/s.
- Zona d'inundació moderada: Zona inundable on les condicions hidràuliques presenten un calat inferior a 1 metre i igual o superior a 0,4 metres, o bé on la velocitat és inferior a 1 m/s i igual o superior a 0,4 m/s, o bé on el producte d'ambdós és inferior a 0,5 m<sup>2</sup>/s i igual o superior a 0,08 m<sup>2</sup>/s.
- Zona d'inundació greu: Zona on les condicions hidràuliques presenten un calat igual o superior a 1 metre, o bé on la velocitat és igual o superior a 1 m/s, o bé on el producte d'ambdós és igual o superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Per a cada punt del territori, la velocitat i calat pot ser diferent. Malauradament només es disposa de la dada de calat i no de la de velocitat (la majoria de models ofereixen de sortida una velocitat mitja de la secció, que no es recomana utilitzar). S'ha de fer incís que el calat correspon a la diferència entre la cota del terreny en un determinat punt i la cota absoluta de la làmina d'aigua en el mateix punt. Per tant, el calat varia al llarg de la secció transversal del riu en funció del punt de la secció en que ens situem, coincidint en general els calats més alts a la part central de la llera.

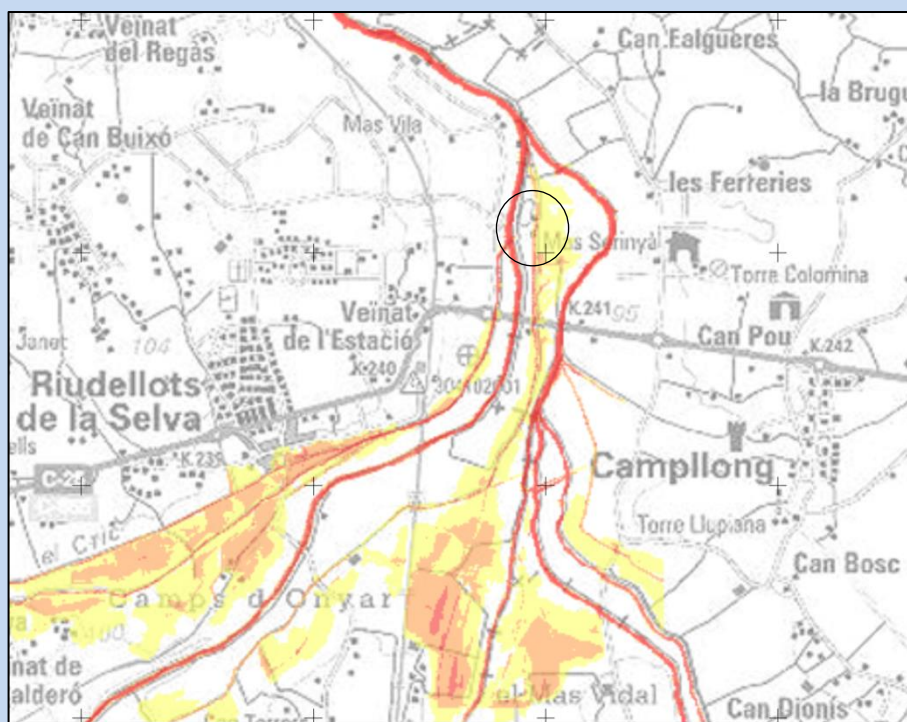
#### Concepte de període de retorn

El període de retorn fa referència a la freqüència estadística amb la que es produeix la inundació. Es calcula en base a la probabilitat de que un esdeveniment d'un determinat període de retorn, pugui ocórrer com a mínim una vegada en un interval de temps determinat.

### Fundació Mona

Als següents mapes de perillositat d'inundació s'hi mostren els diferents calats d'inundació per a períodes de retorn de 10 anys, 100 anys i 500 anys. Les zones de color groc representen els calats menors de 40 cm, les zones de color taronja representen els calats entre 40 i 100 cm i les zones de color vermell representen els calats superiors a 100 cm.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.2, s'adjunten els mapes de perillositat d'inundació.

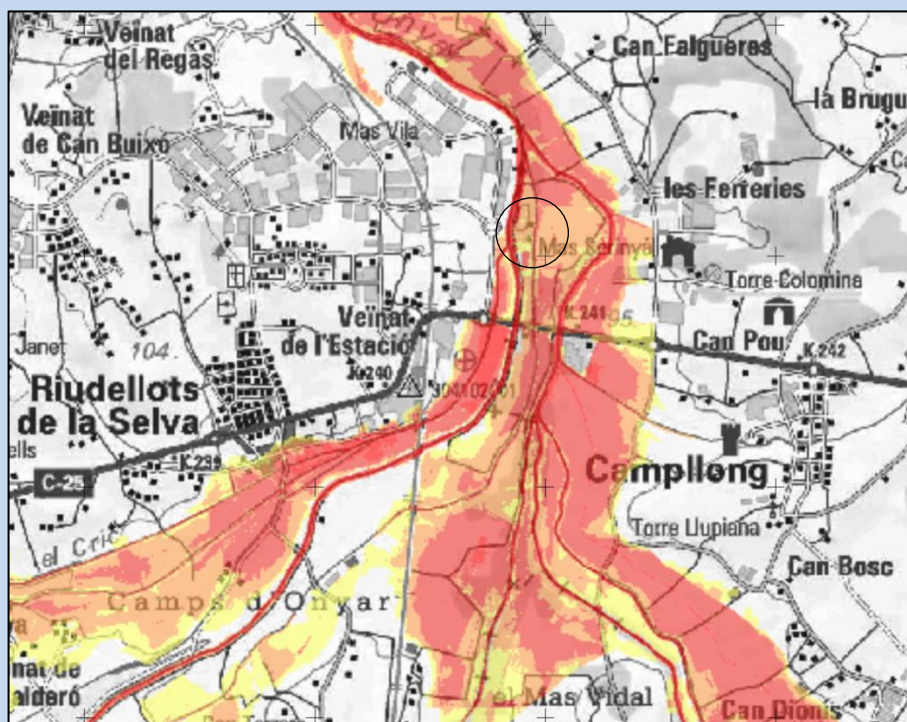


4. Mapa de perillositat alta d'inundació del tram de l'Onyar

Font: Agència Catalana de l'Aigua

Al primer mapa de perillositat alta d'inundació, on s'hi mostra el calat d'inundació per a un període de retorn de 10 anys, la zona de la fundació Mona no queda representada per cap color. Sabent que el període de retorn fa referència a la freqüència estadística amb la que es produeix la inundació, podem interpretar que durant 10 anys estadísticament no hauria inundacions a la zona on s'està projectant la construcció.

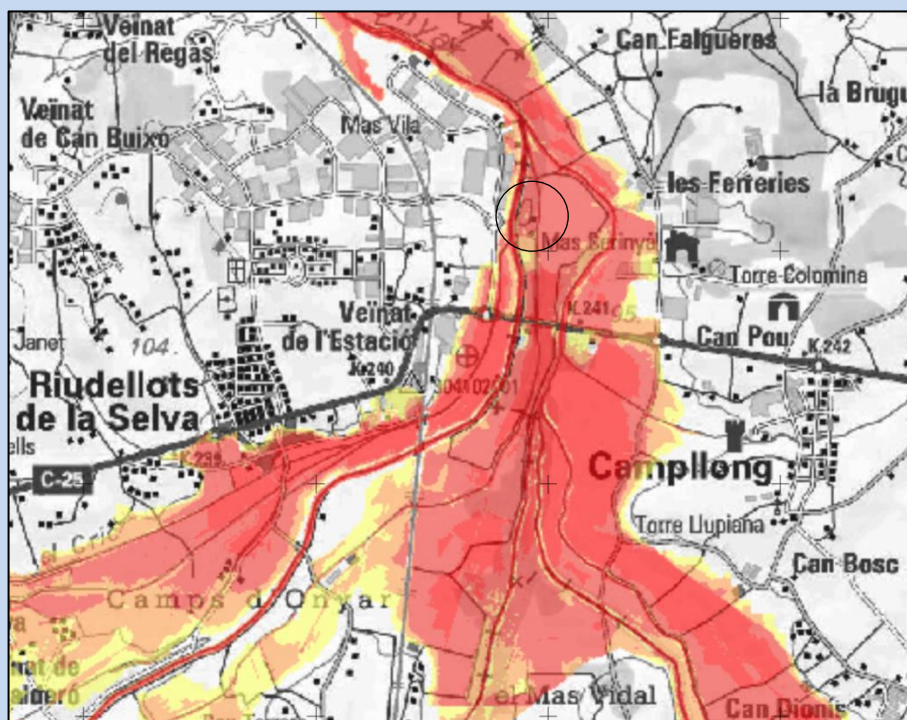




5. Mapa de perillositat mitja d'inundació del tram de l'Onyar

Font: Agència Catalana de l'Aigua

Al segon mapa de perillositat mitja d'inundació, on s'hi mostra el calat d'inundació per a un període de retorn de 100 anys, la zona de la fundació Mona queda representada pel color taronja. Sabent que el període de retorn fa referència a la freqüència estadística amb la que es produeix la inundació, podem interpretar que durant 100 anys estadísticament podrien haver-hi inundacions a la zona amb calats d'entre 40 i 100 cm.



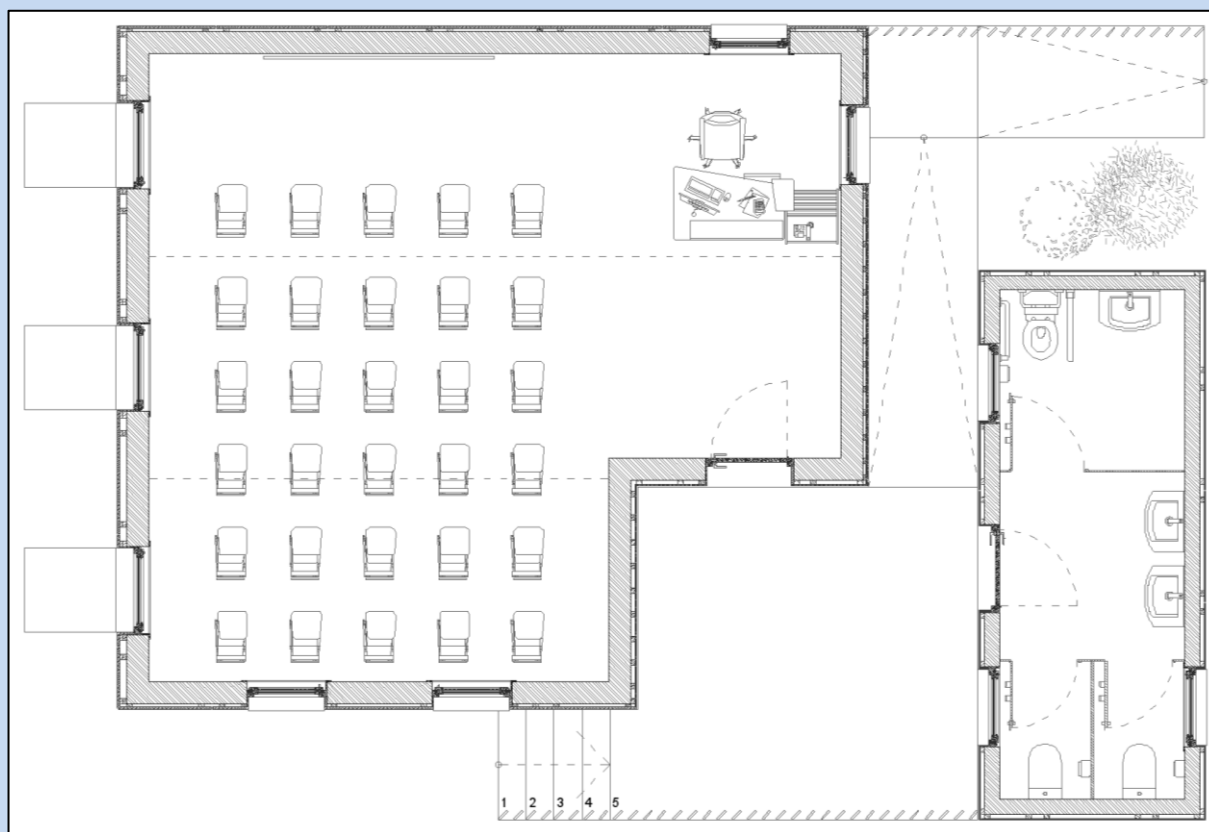
6. Mapa de perillositat baixa d'inundació del tram de l'Onyar

Font: Agència Catalana de l'Aigua

Al tercer mapa de perillositat baixa d'inundació, on s'hi mostra el calat d'inundació per a un període de retorn de 500 anys, la zona de la fundació Mona queda representada pel color vermell. Sabent que el període de retorn fa referència a la freqüència estadística amb la que es produeix la inundació, podem interpretar que durant 500 anys estadísticament podrien haver-hi inundacions a la zona amb calats de més de 100 cm.

## 2.1.2. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

La construcció objecte d'estudi està formada per una aula constituïda de tres mòduls units entre ells i uns banys constituïts en un mòdul independent. Entre l'aula i els banys s'ha contemplat una terrassa (zona de pas) que s'accedirà a partir d'unes escales i una rampa per minusvàlids.



7. Plànol distribució de la construcció

Font: Pròpia

L'ús principal de l'aula serà educatiu, ja que s'impartiran classes per alumnes d'escoles, universitaris, visitants de la fundació, etc. L'ocupació màxima prevista de l'aula serà de 30 persones. Aquest valor s'ha obtingut a partir de la taula 2.1 Densitats d'ocupació de la secció 3 Evacuació d'ocupants del Document Bàsic SI Seguretat en cas d'incendi.

S'ha considerat l'ús previst com a docent i el tipus d'activitat com a aules (excepte escoles infantils). A partir d'aquí obtenim el valor d'ocupació màxima de 1,5 m<sup>2</sup>/persona.

L'aula està organitzada de tal manera que hi ha una zona de recepció amb una taula d'escriptori i una zona de projecció amb seients i una pantalla a la part principal.

Els banys estan organitzats de tal manera que hi ha un lavabo per minusvàlids i dos lavabos més per homes i dones. El lavabo per minusvàlids a més del WC adaptat, incorporarà una pica al seu interior, en canvi els altres dos lavabos només hi haurà el WC i les piques estaran a l'exterior d'aquest. L'ocupació màxima prevista dels banys serà de 5 persones.

Els mòduls de la construcció seran rectangulars i s'uniran entre ells formant els volums i superfícies esmentades a la taula següent.

SUPERFÍCIE ÚTIL		SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA		ALTURA LLIURE	
ZONA	M2	ZONA	M2	ZONA	M
Aulari	44,56	Aulari	53,76	Aulari	2,60
Banys	11,04	Banys	14,53	Banys	2,50
Terrassa / zona de pas	13,58	Terrassa / zona de pas	24	Terrassa / zona de pas	-

8. Taula de superfícies

Font: Pròpia



### **2.1.3. PRESTACIONS DE L'EDIFICI**

Són requisits bàsics, conforme a la Llei d'ordenació de l'edificació LOE els relatius a la funcionalitat, seguretat i habitabilitat.

Requisits bàsics relatius a la funcionalitat:

1. Utilització, de tal manera que la disposició, les dimensions dels espais i la dotació de les instal·lacions facilitin l'adequada realització de les funcions previstes en l'edifici.
2. Accessibilitat, de tal manera que es permeti a les persones amb mobilitat i comunicació reduïda l'accés i la circulació per l'edifici en els termes previstos en la seva normativa específica.
3. Accés als serveis de telecomunicacions audiovisuals i d'informació d'acord amb allò establert en la seva normativa específica.
4. Facilitació per l'accés als serveis postals, mitjançant la dotació de les instal·lacions apropiades per l'entrega dels enviaments postals, segons allò disposat en la seva normativa específica.

Requisits bàsics relatius a la seguretat:

1. Seguretat estructural, de tal forma que no es produeixi a l'edifici, o parts del mateix, danys que tinguin el seu origen o afectin a la fonamentació, els suports, les bigues, els forjats, els murs de càrrega o altres elements estructurals. Aquests danys tampoc poden comprometre directament a la resistència mecànica i l'estabilitat de l'edifici.
2. Seguretat en cas d'incendi, de tal forma que els ocupants puguin desallotjar l'edifici en condicions segures, es pugui limitar l'extensió de l'incendi dins del propi edifici i dels del costat i es permeti l'actuació dels equips d'extinció i rescat.
3. Seguretat d'utilització, de tal forma que l'ús normal de l'edifici no suposi risc d'accident per a les persones.

Requisits bàsics relatius a l'habitabilitat:

1. Higiene, salut i protecció del medi ambient, de tal forma que s'arribin a condicions acceptables de salubritat i estanqueïtat en l'ambient interior de l'edifici i que aquest no deteriori el medi ambient en el seu entorn immediat, garantint una adequada gestió de tota classe de residus.
2. Protecció enfront el soroll, de tal forma que el soroll percebut no posi en perill la salut de les persones i els permeti realitzar satisfactòriament les seves activitats.

3. Estalvi d'energia i aïllament tèrmic, de tal forma que s'aconsegueixi un ús racional de l'energia necessària per l'adequada utilització de l'edifici.
4. Altres aspectes funcionals dels elements constructius o de les instal·lacions que permetin un ús satisfactori de l'edifici.

## **2.1.4. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 2.1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA**

1.Situació municipi de Riudellots de la Selva. <b>Font:</b> Google Maps	<b>57</b>
2.Emplaçament Fundació Mona. <b>Fotografia:</b> Vissir ICC / <b>Font:</b> Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya	<b>58</b>
3.Plànol referent a l'àrea del Pla parcial del Polígon de Llevant. <b>Font:</b> Mapa urbanístic de Catalunya (MUC)	<b>59</b>
4.Mapa de perillositat alta d'inundació del tram de l'Onyar. <b>Font:</b> Agència Catalana de l'Aigua	<b>64</b>
5.Mapa de perillositat mitja d'inundació del tram de l'Onyar. <b>Font:</b> Agència Catalana de l'Aigua	<b>65</b>
6.Mapa de perillositat baixa d'inundació del tram de l'Onyar. <b>Font:</b> Agència Catalana de l'Aigua	<b>66</b>
7.Plànol distribució de la construcció. <b>Font:</b> Pròpia	<b>67</b>
8.Taula de superfícies. <b>Font:</b> Pròpia	<b>68</b>

## **2.2. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA**

REAL DECRET 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació. (BOE núm. 74, Martes 28 març 2006)

### **2. Memòria constructiva: Descripció de les solucions adoptades:**

#### **2.1 Sustentació de l'edifici.**

Justificació de les característiques del sòl i paràmetres a considerar per al càlcul de la part del sistema estructural corresponent a la fonamentació.

#### **2.2 Sistema estructural** (fonamentació, estructura portant y estructura horitzontal).

S'establiran les dades i les hipòtesis de partida, el programa de necessitats, les bases de càlcul i procediments o mètodes emprats per a tot el sistema estructural, així com les característiques dels materials que intervenen.

#### **2.3 Sistema envolupant.**

Definició constructiva dels diferents subsistemes de l'envolupant de l'edifici, amb descripció del seu comportament enfront de les accions a les quals està sotmès (pes propi, vent, sisme, etc.), enfront del foc, seguretat d'ús, evacuació d'aigua i comportament enfront de la humitat, aïllament acústic i les seves bases de càlcul.

L'Aïllament tèrmic d'aquests subsistemes, la demanda energètica màxima prevista de l'edifici per a condicions d'estiu i hivern i la seva eficiència energètica en funció del rendiment energètic de les instal·lacions projectat segons l'apartat 2.6.2.

#### **2.4 Sistemes d'acabats.**

S'indicaran les característiques i prescripcions dels acabats dels paraments a fi de complir els requisits de funcionalitat, seguretat i habitabilitat.

#### **2.5 Sistemes de condicionament i instal·lacions.**

S'indicaran les dades de partida, els objectius a complir, les prestacions i les bases de càlcul per a cadascun dels subsistemes següents:

1. Protecció contra incendis, anti-intrusió, parallamps, electricitat, enllumenat, ascensors, transport, lampisteria, evacuació de residus líquids i sòlids, ventilació, telecomunicacions, etc.
2. Instal·lacions tèrmiques de l'edifici projectat i el seu rendiment energètic, subministrament de combustibles, estalvi d'energia i incorporació d'energia solar tèrmica o fotovoltaica i altres energies renovables.

#### **2.6 Equipament.**

Definició de banys, cuines i safarejos, equipament industrial, etc.

#### **2.7 Apartat complementari. Arquitectura bioclimàtica.**

Estudi de l'emplaçament, estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'estiu i en condicions d'hivern.



## **2.2.1. SUSTENTACIÓ DE L'EDIFICI**

### **2.2.1.1. Moviment de terres**

Es realitzaran treballs per a la neteja i explanació del solar, deixant-ho apte pel replanteig i la construcció. A la parcel·la no hi ha grans desnivells, per la qual cosa no són necessaris terraplens importants, només es durà a terme una homogeneïtzació de la superfície.

### **2.2.1.2. Estudi geotècnic**

L'estudi geotècnic és el compendi d'informació quantificada de les característiques del terreny en relació al tipus d'edifici previst i l'entorn on es situa, sent necessari per procedir a l'anàlisi i el dimensionament de la fonamentació.

Per a la realització de l'estudi fa falta tenir totes les dades sobre les peculiaritats i problemes de l'emplaçament, inestabilitat, desplaçaments, obstacles enterrats, configuració constructiva, informació disponible sobre el nivell freàtic i el nivell pluviomètric del lloc, sismicitat del municipi, etc.

Les conclusions de l'estudi geotècnic poden afectar al projecte pel que fa a la concepció estructural de l'edifici, tipus i cota de la fonamentació. Per tant, aquest s'ha de realitzar en la fase inicial del projecte.

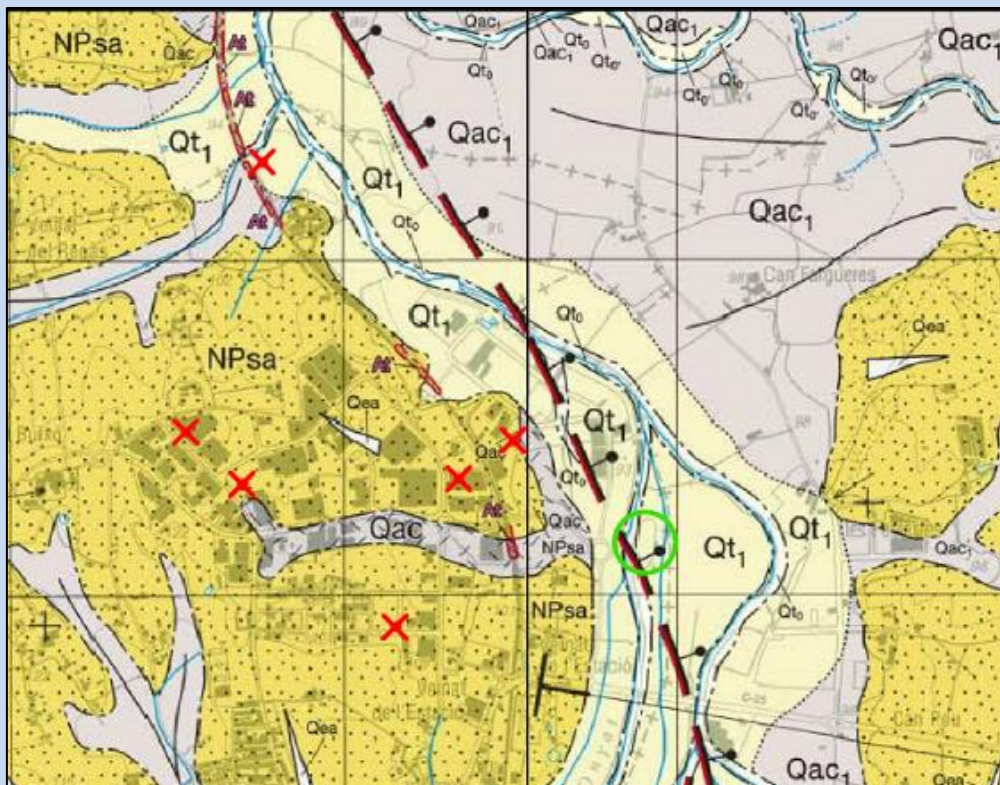
La parcel·la objecte d'estudi es troba en el centre de la Fundació Mona, situat a la població de Riudellots de la Selva.

Actualment, en el centre hi ha edificis existents, per tant es va sol·licitar l'estudi geotècnic de l'emplaçament d'aquests que suposadament s'hauria utilitzat per a la realització del projecte. Davant la negativa de la Fundació d'algun estudi geotècnic existent de l'emplaçament, es va realitzar una recerca amb l'ajuda del Departament de Ciències Ambientals de la Universitat de Girona, en el grup de recerca de Geologia i Cartografia Ambiental.

El departament de Ciències Ambientals de la Universitat de Girona va facilitar la consulta d'estudis geotècnics de diferents emplaçaments de les rodalies de Riudellots de la Selva.

Després d'analitzar els diferents estudis en funció de la seva localització davant d'un mapa geològic de Catalunya, es va arribar a la conclusió de que un dels estudis facilitats estava situat a la mateixa tipologia de terreny que l'emplaçament del present projecte.

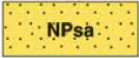
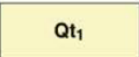
A continuació, s'observa el mapa geològic de la zona de Riudellots de la Selva, on es pot apreciar les diferents localitzacions dels estudis geotècnics marcats amb una creu vermella i la localització de la Fundació Mona amb un cercle verd. Com s'observa la creu vermella de la part superior del mapa es troba a la mateixa tipologia de terreny que la localització del present projecte.



1. Mapa geològic de Catalunya (Zona Riudellots de la Selva).

**Font:** Institut Geològic de Catalunya

A continuació, s'observa una taula de dues tipologies de terrenys on estan situats els emplaçaments dels estudis geotècnics estudiats, amb les seves característiques particulars.

<b>Tipologia terreny</b>	<b>Era</b>	<b>Període</b>	<b>Època</b>	<b>Descripció</b>
	Cenozoic	Neogen	Pliocè	Sorres arcòsiques, argiles i graves. La litologia predominant són sorres arcòsiques de granulometria variable, entre les quals s'intercalen nivells de lutites i de graves. El gruix de les capes de sorres és de mètric a decamètric. Les capes lutítiques es componen d'argiles i llims de color vermell, ocre o verd, sovint amb nòduls de carbonat de calci. Els nivells de graves tenen geometria lenticular, la base erosiva i continuïtat lateral d'ordre de mètric a decamètric; els còdols són subarrodonits i majoritàriament són de gneis, de quars, i metasediments i de granitoides de Paleozoic; la matriu és constituïda per sorres arcòsiques de gra de gros a mitjà. S'interpreten com a fàcies mitjanes i distals de ventalls al·luvials. El gruix màxim supera els 50 m. No s'han trobat restes fòssils. Formen part del sistema de ventalls al·luvials de la conca neògena de la Selva. S'atribueixen al Pliocè.
	Cenozoic	Quaternari	Holocè	Graves amb matriu sorrenca a la base, que passen transicionalment cap al sostre a llims argilosos. La majoria dels còdols són de roques metamòrfiques del Paleozoic; els quals, generalment, han estat retreballats del substrat neogen. Topogràficament es situen entre 3 i 6 m respecte del nivell de l'Onyar i de les rieres de Benaula i Gotarra. Corresponen a la terrassa 1 i limiten transicionalment amb els dipòsits al·luvials-col·luvials aportats per les rieres. El seu gruix màxim és de 5 m. S'interpreten com a dipòsits fluvials de tipus trenat-meandriforme. S'atribueixen al Plistocè superior – Holocè.

2. Taula tipologia geològica.

Font: Institut Geològic de Catalunya

Com s'ha esmentat anteriorment la localització del present projecte es troba a la mateixa tipologia de terreny que un dels estudis geotècnics facilitats. La tipologia de terreny és Qt1.

Segons l'estudi geotècnic de la parcel·la de la mateixa tipologia de terreny, es troba situada, des del punt de vista geològic, al sector central de la Depressió de la Selva. Aquesta depressió correspon a un bloc paleozoic esfondrat que ha estat reblert per materials neògens i quaternaris. Es tracta principalment d'argiles, sorres (fonamentalment arcoses) i graves que, ocasionalment, es troben cimentades. Aquests materials es troben en general formant part de: cons de dejecció, peudemonts, col·luvials, terrasses fluvials i dipòsits lacustres. Provenen de l'erosió dels relleus que envolten la depressió; de la Serralada Transversal i de les Guàrdies al nord i a l'oest, i del Massís de les Gavarres i de la Serra de la Selva marítima a l'est i al sud respectivament (Pallí i Maestro 1992).

Més concretament, la parcel·la estudiada es situa entre petits turons modelats damunt de dipòsits sedimentaris on predominen les sorres arcòsiques i les argiles sorrenques. Es tracta d'antics cons de dejecció associats a àrees font de granitoides.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.3, s'adjunta el document de l'estudi geotècnic.



## **2.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL**

### **2.2.2.1. Fonamentació**

La fonamentació del present projecte es realitzarà amb pilots metàl·lics prefabricats d'acer galvanitzat en calent de la casa comercial TechnoPieux. Aquest sistema es considera el més adient per la tipologia d'edificació i de terreny que es té, ja que no és necessari realitzar una gran modificació d'aquest. També tenen l'avantatge que es poden reutilitzar, és a dir, com en el nostre cas, potser que la construcció s'hagi de canviar d'ubicació i aquests s'hagin d'extreure i instal·lar-los en una altra localització.



3. Pilotatges.

**Fotografia:** Adrià Mestre / **Font:** Pròpia

El pilot metàl·lic es compon per una barra de dos metres i una hèlix o varies unides a la columna central. Diferents barres es poden unir mitjançant soldadura en el cas de necessitar una profunditat major. Finalment a la part superior del pilot se li fixa una placa d'acer que fa la funció de connector de l'estructura a suportar.

El procés de fabricació dels d'aquests està regulat per un sistema de control de qualitat, del que es lliura el corresponent certificat del fabricant. Aquest document confirma, mitjançant certificats metal·lúrgics, la qualitat de les matèries primeres (columna central i hèlix d'acer), així com de les soldadures, comprovada mitjançant assajos físics.

Els pilots d'hèlix s'han de col·locar segons els plànols d'instal·lació. S'ha de garantir que la seva posició es trobi dins dels límits previstos en el projecte. L'alineació d'angle adequada s'estableix des de l'inici de la instal·lació.

En el procés de muntatge es subministra la maquinària d'instal·lació capaç d'aconseguir la força de cargolat necessària per instal·lar el pilot a la posició de resistència i angle apropiats. La força que s'aplica a la unitat d'instal·lació s'ha de verificar al llarg de tota l'operació, així com registrar els valors aconseguits per cada pilot. S'ha de garantir que la força aplicada a la màquina sigui progressiva i constant a l'últim metre de la instal·lació. S'ha de retirar qualsevol obstrucció oposada durant la instal·lació o reposicionar i ajustar els pilots segons sigui necessari. L'instal·lador ha d'assegurar-se que el pilot quedi col·locat en un sòl no alterat.



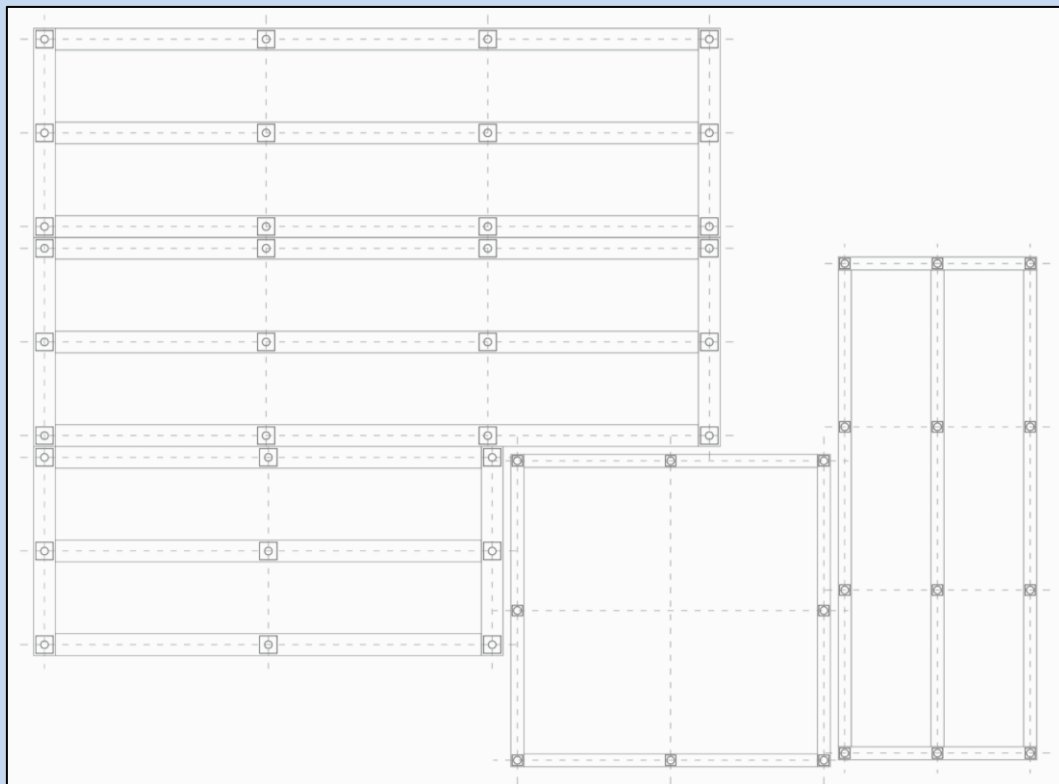
La maquinaria utilitzada s'anomena R2D i és la més petita de la gama, però permet la instal·lació de pilots cargolats a qualsevol lloc. Aquesta màquina té unes dimensions de 2,5x0,76x1,5 i un pes de 750 kg. L'altura màxima de mànstil és de 3,4 m i pot arribar a assolir una capacitat portant a compressió màxima per pilot instal·lat de 115 kN en servei i 161 kN últim. A continuació es mostren unes fotografies en les quals la màquina està cargolant el pilot.



4.Procediment pilotatge.

Fotografia: Adrià Mestre / Font: Pròpia

En el present projecte no s'han realitzat els càlculs de dimensionament dels pilots. L'empresa especialitzada ha aconsellat una distribució correcta dels pilots segons la resistència a compressió del terreny i un aproximat de les carregues totals de la construcció. A l'apartat dels plànols s'hi mostra el plànol de la següent imatge amb més detall i les cotes a eix de cada pilot.



5.Planta de pilots de la construcció.

**Fotografia:** Adrià Mestre / **Font:** Pròpia

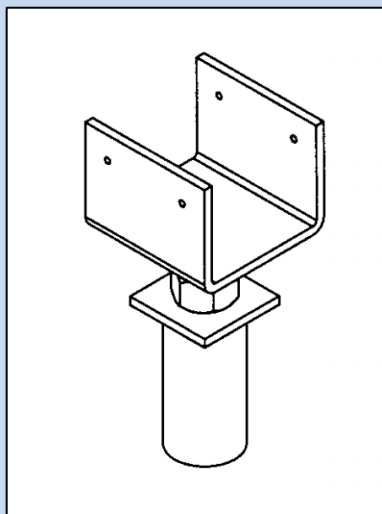
En el cas d'acceptació del projecte, l'enginyer estructural de l'empresa es faria càrrec, a partir de l'estudi geotècnic i la descàrrega de les forces de la construcció, de dur a terme el disseny o dimensionat dels pilots, com és el diàmetre de la columna central, hèlix , profunditat de cargolat, etc.

La fonamentació, segons la informació extreta de l'estudi geotècnic, haurà de realitzar-se a una cota de dos metres de profunditat aproximadament. El pilot escollit segons l'estudi geotècnic i la tipologia de construcció és el model P3 de diàmetre exterior 88,9 mm i de longitud 2 m, amb hèlix soldada a la part inferior i platina d'acer galvanitzat en calent de dimensions 20x20x1,5 cm. Propietats mecàniques de capacitat màxima de càrrega a compressió de servei de 150,1 kN i última de 210,2 kN, capacitat màxima de flexió última de 8,8 kN·m.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta la taula de selecció de pilots.



La unió de la fonamentació i la jàssera de fusta es realitzarà a partir d'un element "U" d'acer galvanitzat en calent soldat a la platina metàl·lica. A continuació es mostra un exemple de la resolució d'aquesta unió.



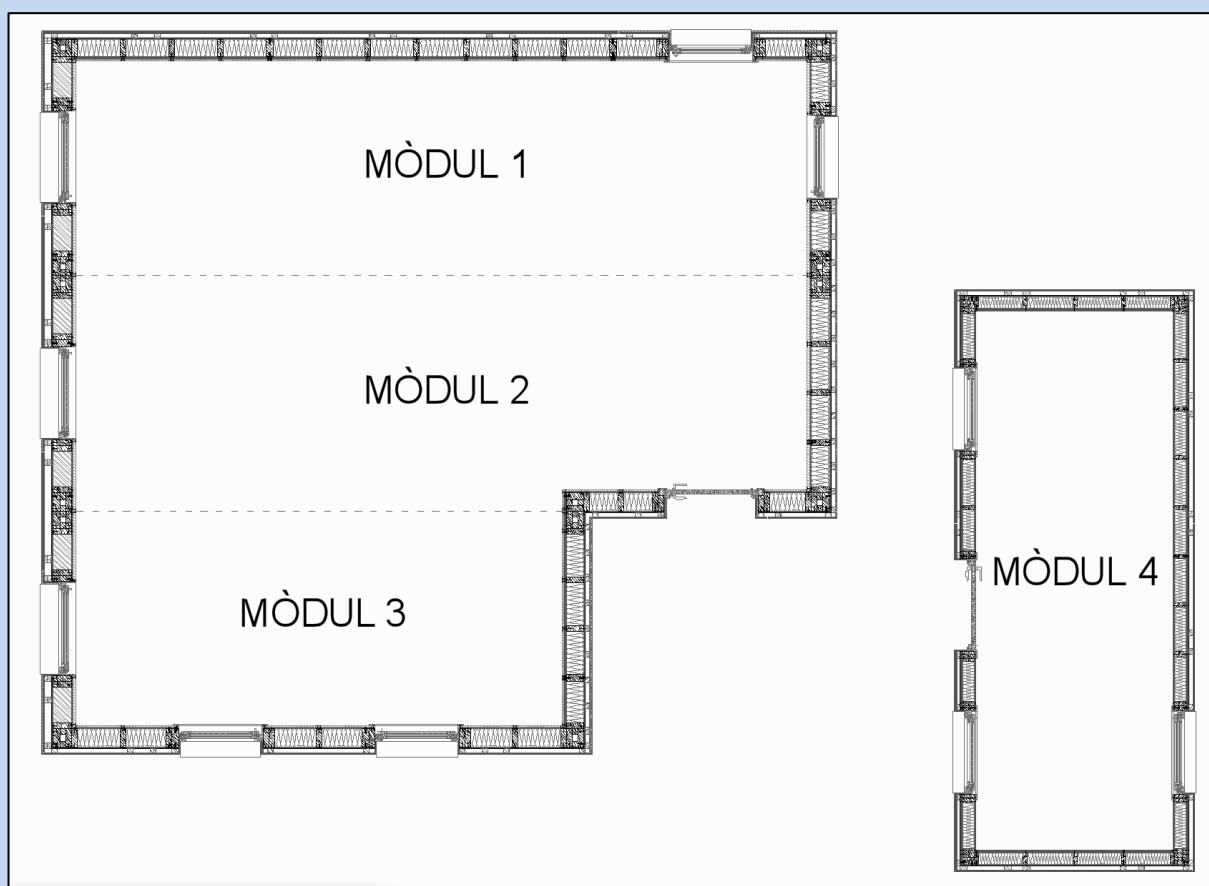
6. Exemple unió fonament amb jàssera.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Techno Pieux

### 2.2.2.2. Estructura portant

#### Sistema estructural

L'estructura portant del projecte objecte d'estudi és prefabricada modular de fusta seguint el principi bàsic d'una estructura d'entramat lleuger. Es tindran en compte tres mòduls prefabricats per la construcció de l'aulari i un mòdul per la construcció dels banys. Aquests es muntaran a taller i un cop la fonamentació estigui feta es portaran a l'obra.



7.Planta de les modulacions.

Font: Pròpia

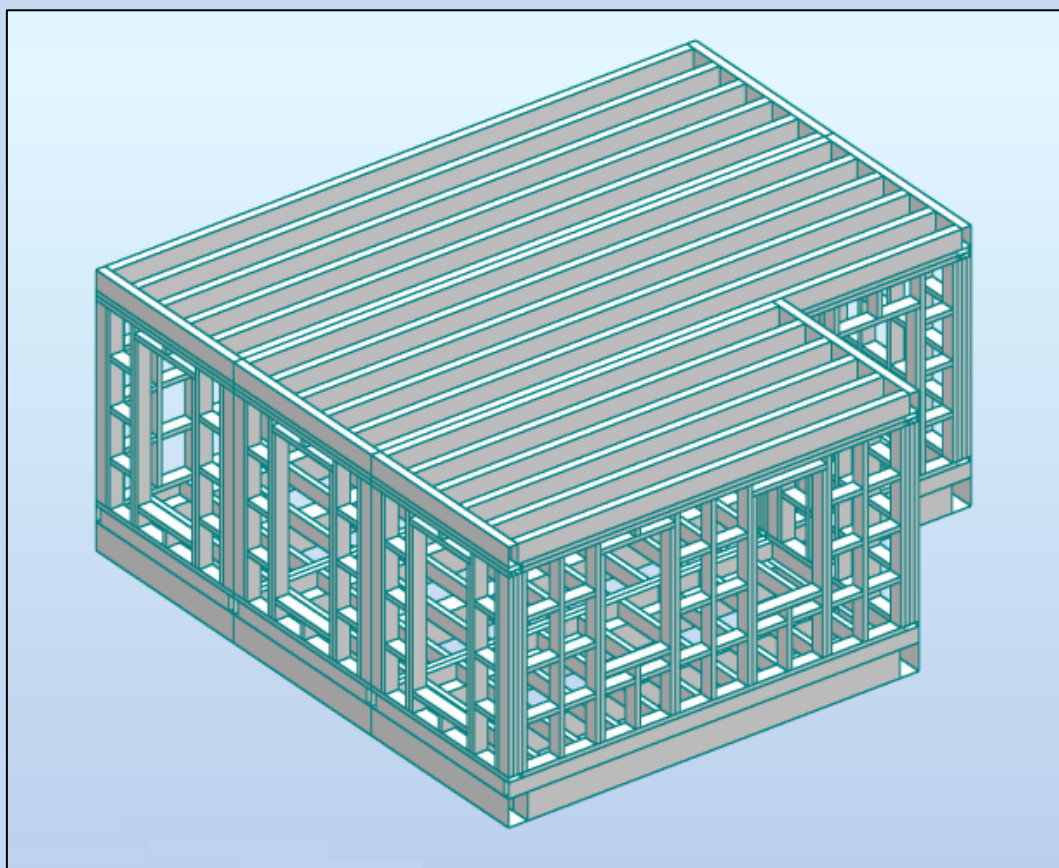
Els mòduls estaran compostos inferiorment per unes jàsseres per tal d'assentar bé l'estructura als fonaments de pilots metàl·lics. Sobre aquestes, descansaran les biguetes del forjat inferior i arrencaran les parets estructurals del tancament. Aquestes parets estaran compostes per un travesser inferior i els muntants que s'alçaran fins arribar al doble travesser superior. Aquest serà doble ja que garanteix la unió de tot el sistema d'entramats a la vegada i assegura una major resistència a flexió ja que ha de rebre la carrega de qualsevol element que es recolzi als muntants.

També es posaran tres travessers intermedis per tal de donar continuïtat i resistència al sistema. Finalment, el forjat superior es construirà amb el mateix principi bàsic que el forjat inferior, en el qual les biguetes descansaran en el travesser superior.

Tots aquests elements no tindran resistència sense que estiguin arriostrats per una estructura secundària que principalment són taulers estructurals de fusta. La combinació dels elements portants lleugers, treballant sòlidament amb els elements d'arriostrament, aporten al conjunt la resistència i rigidesa necessària davant les accions verticals i horitzontals. Les plataformes, com són el forjat, els tancaments i la coberta, creades a partir d'aquest sistema s'uneixen entre sí formant els mòduls desitjats.

Els principis bàsics d'aquest tipus d'estructura s'han explicat a l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.4.

A continuació s'explicaran més detalladament cadascun d'aquests mòduls per separat.

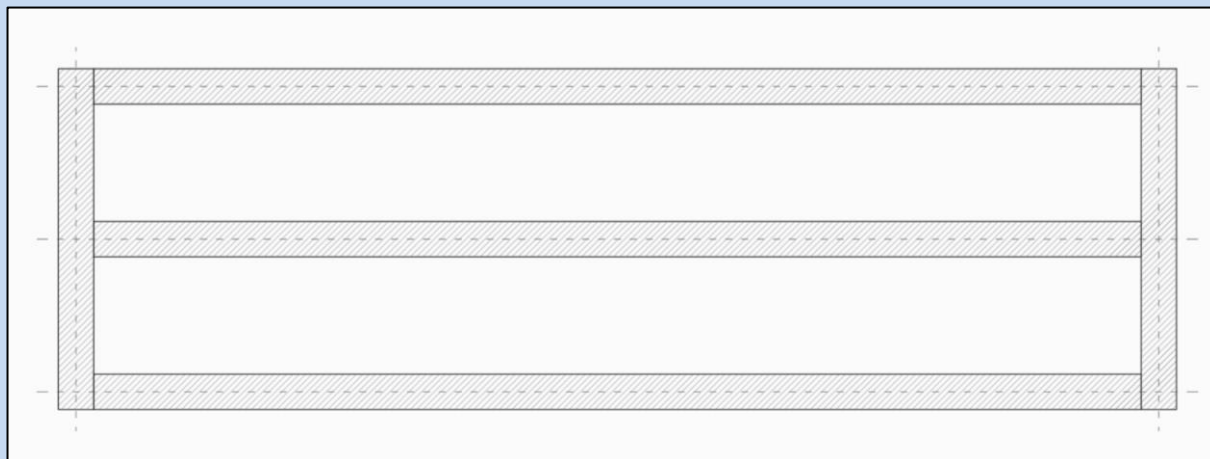


8.Imatge dels tres mòduls units de l'aulari creada amb el Robot Structural Autodesk.

Font: Pròpia

- Mòdul 1

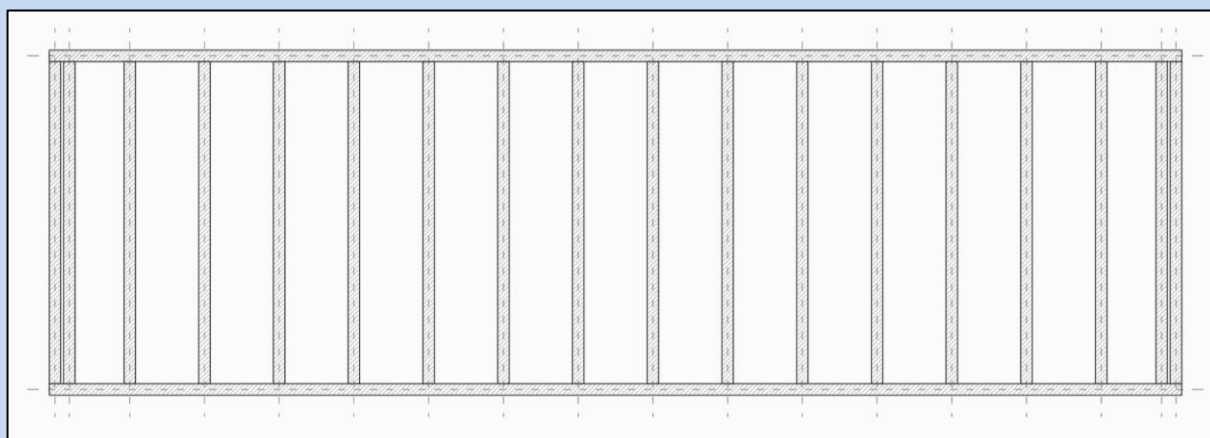
Com s'ha comentat anteriorment, els mòduls estan compostos inferiorment per unes jàsseres que fan la funció de lligar i assentar la construcció als fonaments. Al mòdul 1, les jàsseres tenen una secció de 250x350 mm. Com es mostrarà a continuació, es repartiran de tal manera que es tindran tres jàsseres de 7,40 m al llarg del mòdul i dos jàsseres laterals de 2,40 m aproximadament.



9. Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 1.

Font: Pròpia

Les biguetes del forjat inferior es recolzaran sobre les jàsseres i es distribuïran cada 50 cm aproximadament. Les biguetes tindran una secció de 80x200 mm i n'hi haurà dues unitats de 7,90 m aproximadament al llarg del mòdul i divuit de 2,25 m aproximadament distribuïdes transversalment. Aquestes biguetes s'uniran mecànicament a les jàsseres a partir de tirafons metàl·lics.



10. Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 1.

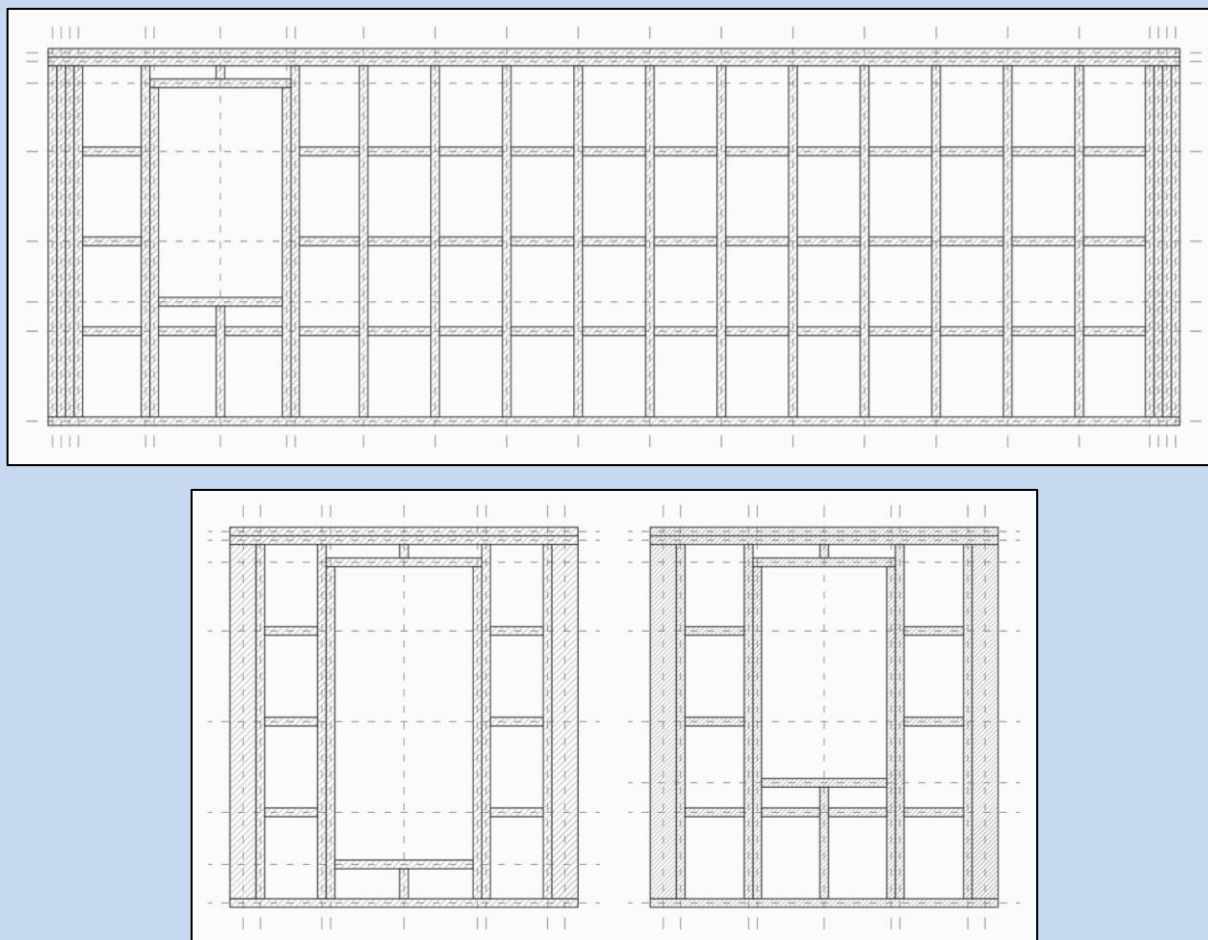
Font: Pròpia



Aquests dos elements anteriorment explicats s'arriostren a partir de dos taulers estructurals de fusta inferiors i dos taulers superiors creant d'aquesta manera la plataforma inferior. Aquests aniran fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics a les biguetes de fusta.

Sobre aquesta plataforma es recolzarà el travesser perimetral inferior de l'entramat lleuger del tancament. Aquest es fixarà mecànicament amb tirafons a la plataforma del forjat buscant les biguetes. Aquests elements del tancament tindran la mateixa secció, de 60x180 mm, per tal de que tots els components del conjunt treballin formant una unió.

Els muntants s'alçaran sobre el travesser inferior i el doble travesser superior formant caixons tancats i es repartiran cada un entre 45 i 50 cm. Aquests tindran una secció de 60x180 mm, com s'ha comentat anteriorment, i una alçada de 2,45 m aproximadament. Els muntants es fixaran mecànicament mitjançant tirafons metàl·lics en els travessers inferiors i superiors. Els travessers intermedis de la mateixa secció es col·locaran cada 60 cm formant caixons tancats més petits. També tindran la mateixa secció els travessers que faran la funció de les llindes i els ampits. La llinda estarà recolzada sobre dos muntants que no arribaran al travesser superior i l'ampit estarà recolzat sobre un muntant intermedi que quedarà tallat per l'obertura de la finestra. A les cantonades entre la unió de dos paraments es crea un pilar quadrat de 180x180 mm amb muntants de secció 60x180 mm.

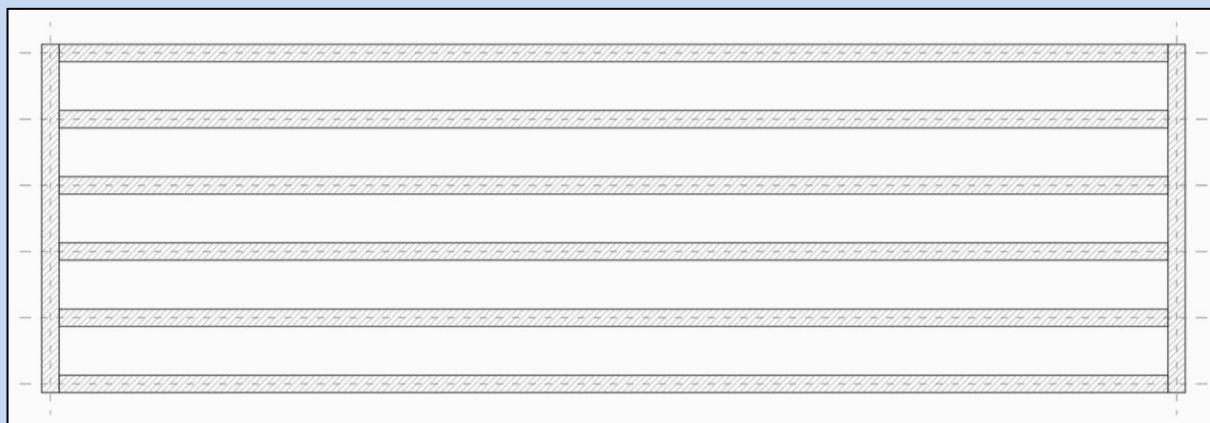


11. Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 1. Façanes sud, oest i nord.

Font: Pròpia

Aquest element anteriorment explicat s'arriostra a partir d'un tauler estructural de fusta exterior i un tauler interior creant d'aquesta manera la plataforma del tancament. Aquests aniran fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics als muntants i travessers de fusta. El tauler OSB exterior es col·locarà un cop totes les plataformes estiguin muntades per tal d'unir verticalment el cantell del forjat inferior, el tancament i el cantell del forjat superior.

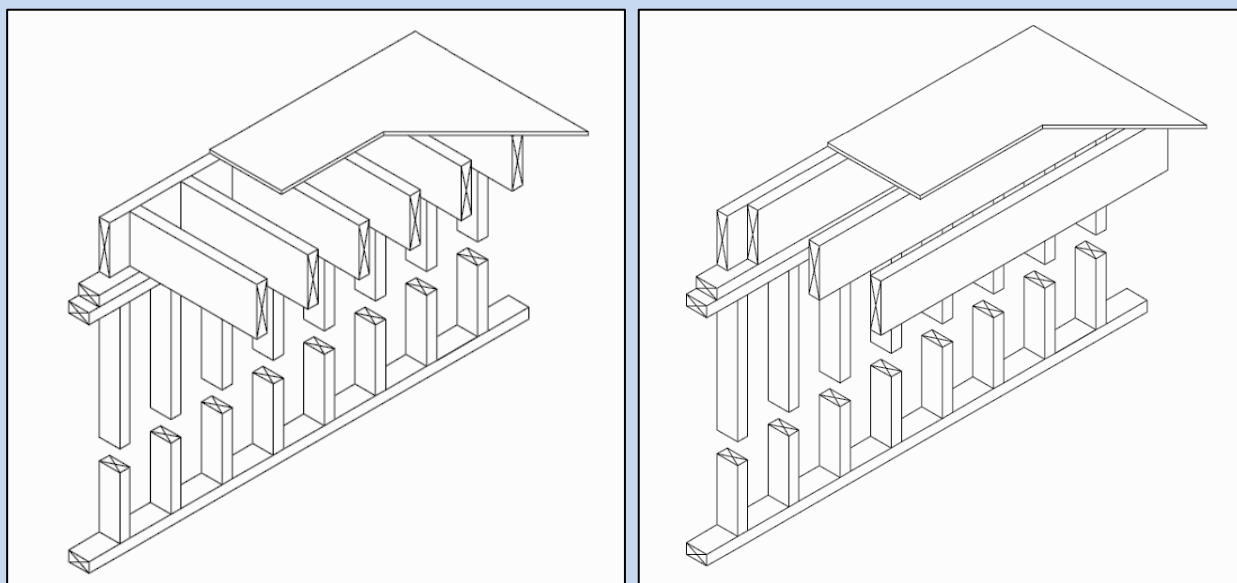
Per acabar sobre els travessers superiors es recolzarà l'estructura de biguetes del forjat de la coberta. Aquestes es distribuïran cada 46 cm aproximadament i tindran una secció de 120x250 mm. Hi haurà sis biguetes de 7,70 m aproximadament al llarg del mòdul i 2 biguetes de 2,40 m aproximadament tancant els laterals. Aquests elements constructius aniran fixats mecànicament sobre els travessers superiors.



12. Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 1.

Font: Pròpia

Les biguetes del forjat de la coberta s'arriostren a partir d'un tauler estructural de fusta inferior i dos taulers superiors creant d'aquesta manera la plataforma de la coberta. Aquests aniran fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics a les biguetes de fusta.

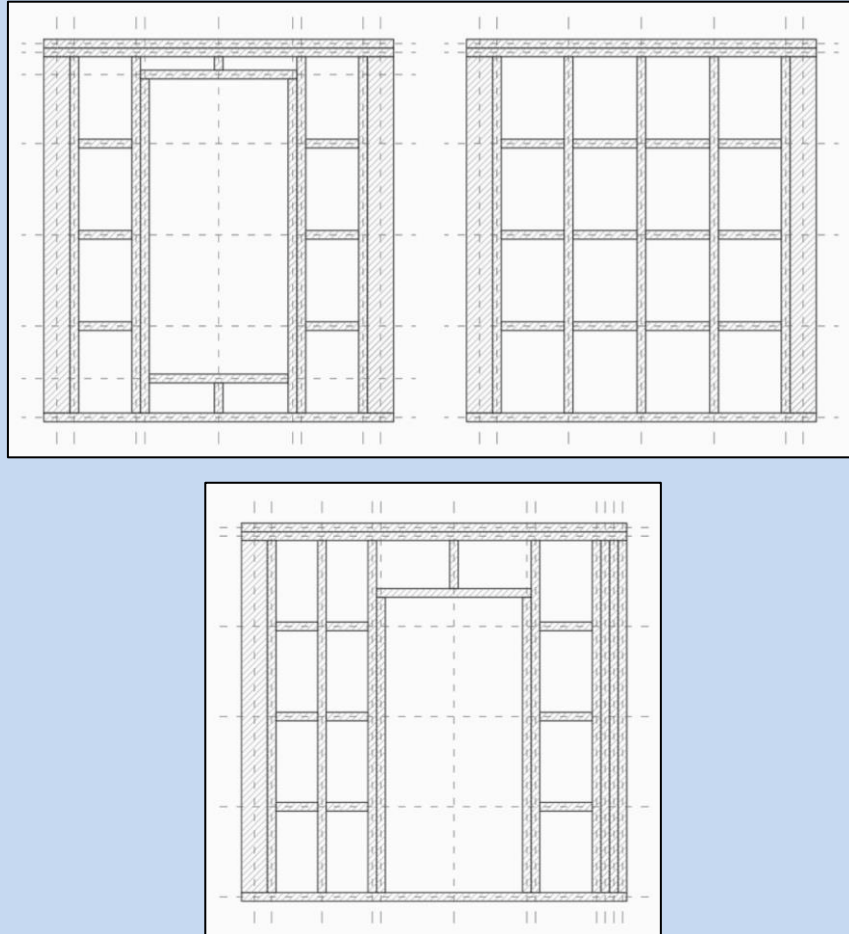


13. Representació sistema del forjat de la coberta del mòdul 1.

Font: Pròpia

- Mòdul 2

El mòdul 2 està compost per la mateixa plataforma inferior i superior que el mòdul 1, ja que les dimensions són les mateixes. La diferencia és que els tancaments verticals tenen altres dimensions.



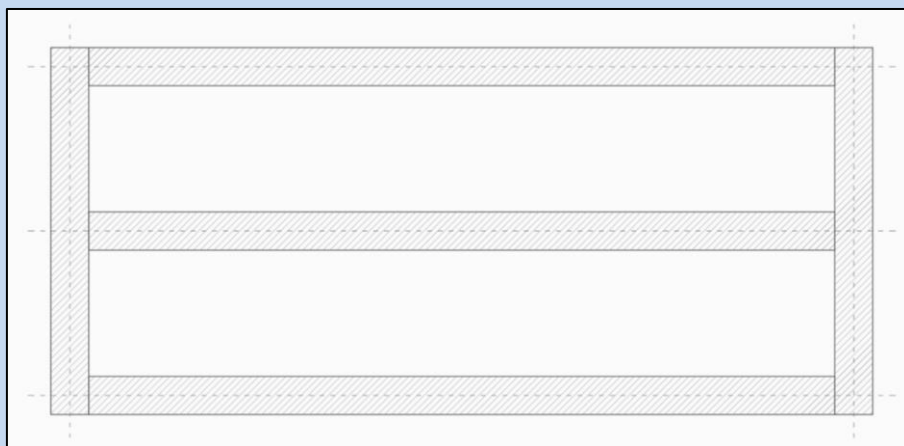
14. Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 2. Façanes sud, est i nord.

Font: Pròpia



- Mòdul 3

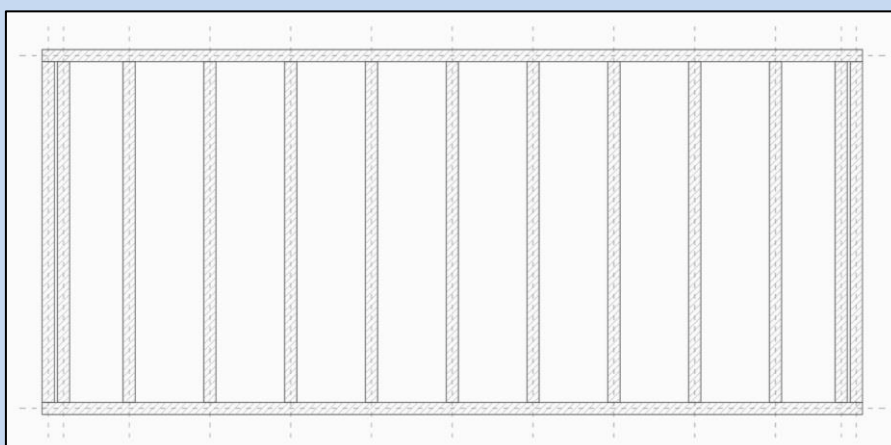
Les jàsseres del mòdul 3 tenen una secció de 250x350 mm, com ja s'ha comentat anteriorment amb els altres mòduls. Hi haurà tres jàsseres de 4,90 m aproximadament al llarg del mòdul i dues jàsseres laterals de 2,40 m aproximadament.



15. Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 3.

Font: Pròpia

Les biguetes del forjat inferior es recolzaran sobre les jàsseres i es distribuïran cada 50 cm aproximadament. Les biguetes tindran una secció de 80x200 mm i n'hi haurà dues de 5,40 m aproximadament al llarg del mòdul i tretze de 2,25 m aproximadament distribuïdes transversalment. Aquestes biguetes s'uniran mecànicament a les jàsseres a partir de tirafons metàl·lics.

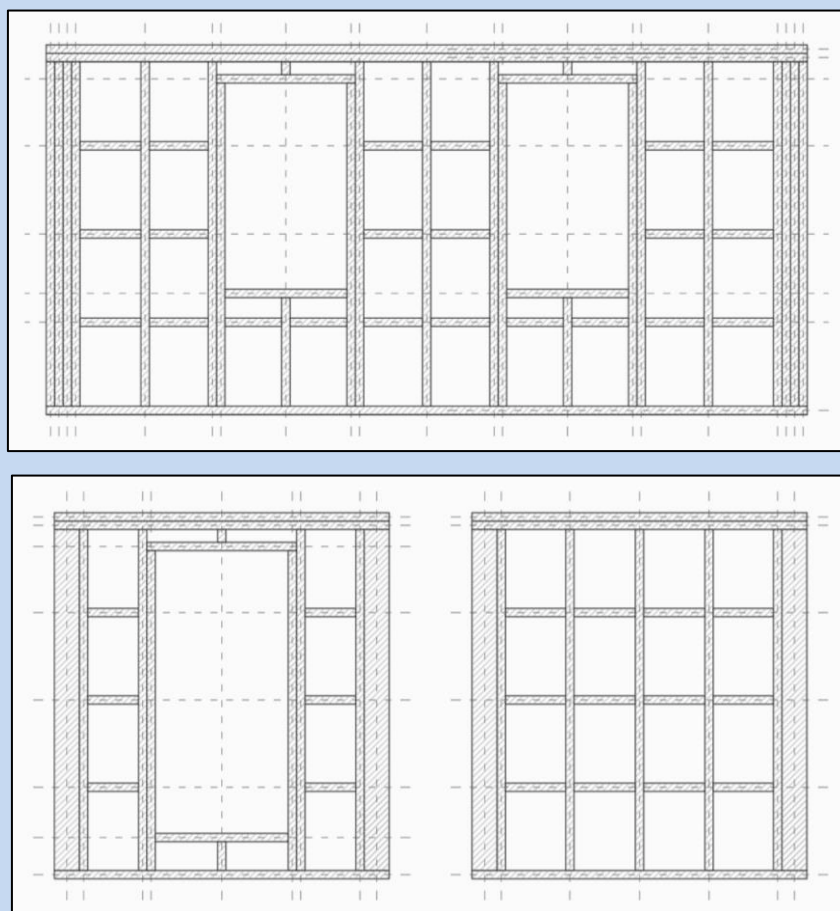


16. Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 3.

Font: Pròpia

Com s'ha explicat en el mòdul 1, aquests dos elements s'arriostren a partir de dos taulers estructurals de fusta inferiors i dos taulers superiors creant el forjat inferior. Aquests aniran fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics a les biguetes de fusta.

Sobre aquesta plataforma es recolzarà el travesser perimetral inferior de l'entramat lleuger del tancament. Els muntants s'alçaran sobre aquest i el doble travesser superior i es repartiran cada un entre 45 i 50 cm. Aquests tindran una secció de 60x180 mm, com s'ha comentat anteriorment, i una alçada de 2,45 m aproximadament. Els muntants es fixaran mecànicament mitjançant tirafons metàl·lics en els travessers inferiors i superiors. Els travessers intermedis de la mateixa secció es col·locaran cada 60 cm formant caixons tancats més petits. També tindran la mateixa secció els travessers que faran la funció de les llindes i els ampits. La llinda estarà recolzada sobre dos muntants que no arribaran al travesser superior i l'ampit estarà recolzat sobre un muntant intermedi que quedarà tallat per l'obertura de la finestra. A les cantonades entre la unió de dos paraments es crea un pilar quadrat de 180x180 mm amb muntants de secció 60x180 mm.

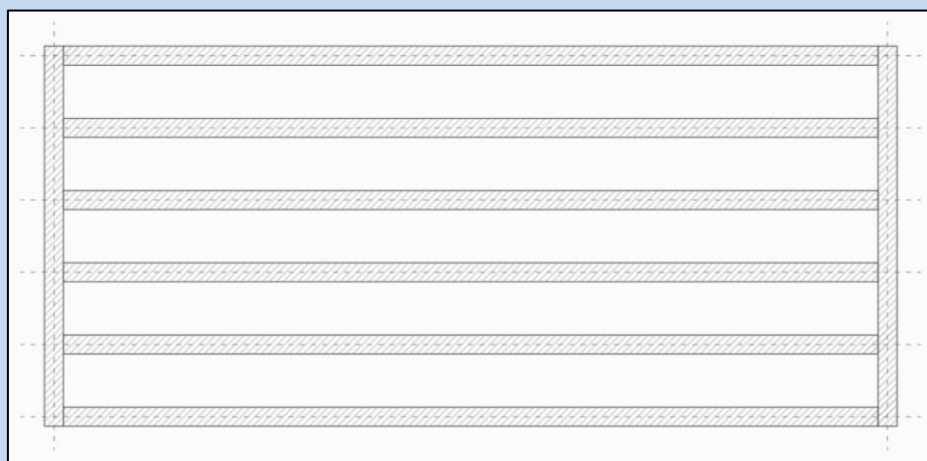


17. Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 3. Façanes sud, est i nord.

Font: Pròpia

Aquest element anteriorment explicat s'arriostra a partir d'un tauler estructural de fusta exterior i un tauler interior i es fixaran mecànicament amb tirafons metàl·lics als muntants i travessers de fusta.

Per acabar, les biguetes del forjat de la coberta es recolzaran sobre el travessers superiors i aniran distribuïdes cada 46 cm aproximadament i tindran una secció de 120x250 mm. Hi haurà sis biguetes de 5,15 m aproximadament al llarg del mòdul i 2 biguetes de 2,40 m aproximadament tancant els laterals fixades mecànicament sobre els travessers superiors.



18. Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 3.

**Font:** Pròpia

Com en tots els altres mòduls, les biguetes del forjat de la coberta s'uneixen a partir d'un tauler estructural de fusta inferior i dos taulers superiors fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics a les biguetes de fusta.

- Mòdul 4

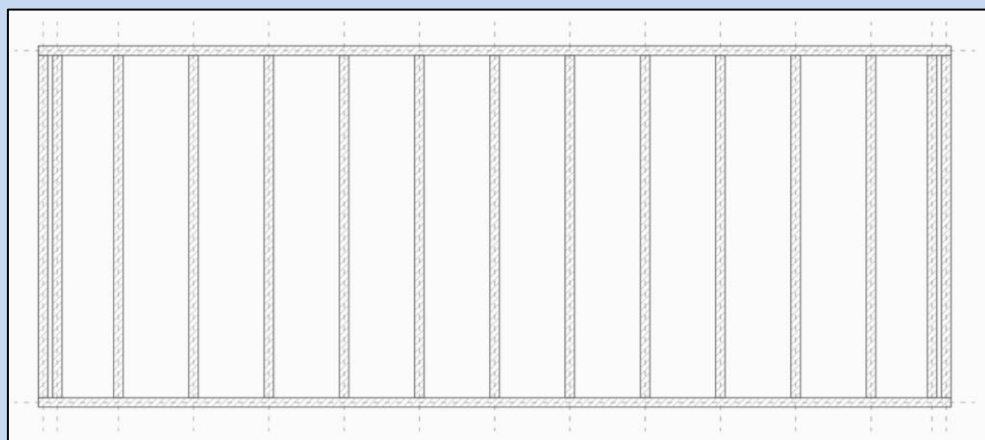
Les jàsseres del mòdul 4 tenen una secció de 150x250 mm. Hi haurà tres jàsseres de 5,50 m aproximadament al llarg del mòdul i dues jàsseres laterals de 2,30 m aproximadament.



19. Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 4.

Font: Pròpia

Les biguetes del forjat inferior es recolzaran sobre les jàsseres i es distribuïran cada 50 cm aproximadament. Les biguetes tindran una secció de 60x150 mm i n'hi haurà dues de 5,80 m aproximadament al llarg del mòdul i quinze de 2,20 m aproximadament distribuïdes transversalment. Aquestes s'uniran mecànicament a les jàsseres a partir de tirafons metàl·lics. Aquests dos elements s'arriostren a partir de dos taulers estructurals de fusta inferiors i dos taulers superiors i aniran fixats mecànicament amb tirafons metàl·lics a les biguetes de fusta.

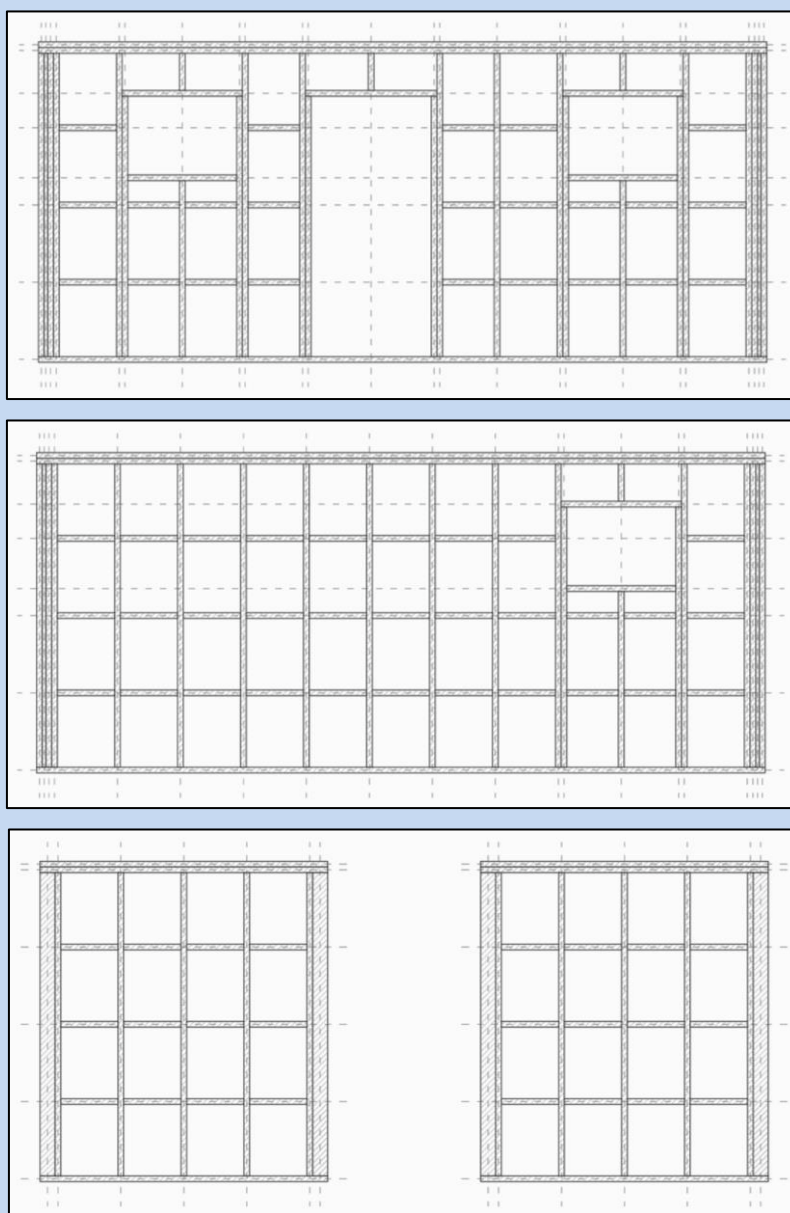


20. Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 4.

Font: Pròpia



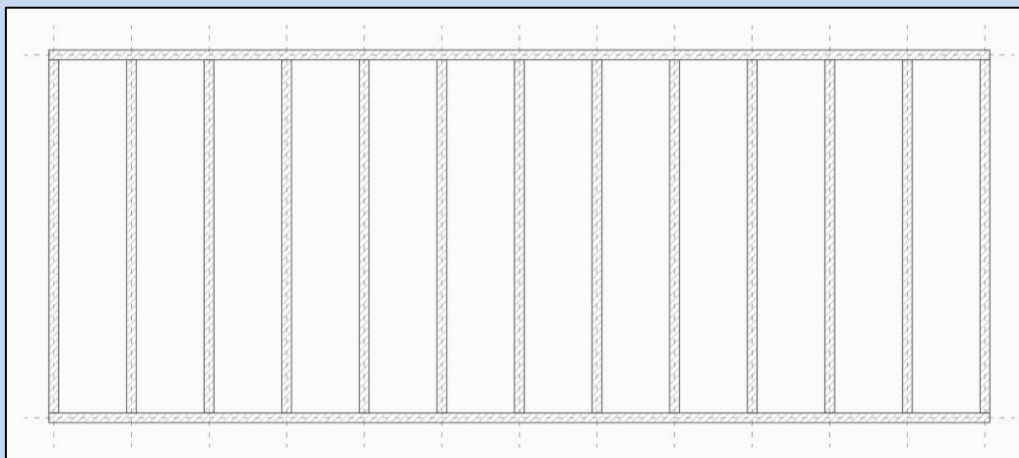
El sistema de la plataforma de tancament és el mateix sistema que els mòduls anteriors. Sobre aquesta plataforma es recolzarà el travesser perimetral inferior i sobre aquest s'alçaran els muntants fins el doble travesser superior repartint-se cada 45 cm aproximadament. Aquests tindran una secció de 45x120 mm i una alçada de 2,40 m aproximadament. Els muntants es fixaran mecànicament mitjançant tirafons metàl·lics en els travessers inferiors i superiors. Els travessers intermedis de la mateixa secció es col·locaran cada 60 cm aproximadament. Com ja s'ha explicat, aquest element s'arriostra a partir d'un tauler de fusta estructural exterior i un tauler interior i es fixaran mecànicament amb tirafons metàl·lics als muntants i travessers de fusta.



21.Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 4. Façanes nord, sud, est i oest.

Font: Pròpia

La plataforma del forjat inferior i la del forjat de la coberta tindrà la mateixa distribució i els elements la mateixa secció. Els únics elements que variaran seran les dues biguetes de tancament que no seran dobles.



22. Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 4.

Font: Pròpia

**Producte de fusta**

Amb el sistema estructural escollit de plataformes d'entramat lleuger es tenen elements amb diferents seccions i diferents llums. En el cas de la plataforma inferior i la plataforma de la coberta dels mòduls 1,2, i 3 es tenen biguetes amb una llum d'entre 7,5 i 8 m de llargària, per tant amb aquest cas es descartaran alguns tipus de fusta segons les seves característiques.

La següent taula il·lustra els principals aspectes de cada tipus de producte, per tal de posteriorment analitzar cada un i escollir el que millor s'adapta a les necessitats del projecte, justificant la no elecció dels altres. On la  $F_{m,k}$  és la resistència a flexió en MPa i  $B_n$  és la velocitat de carbonització nominal de càlcul en mm/min.

<b>Producte de fusta</b>	$F_{m,k}$	$B_n$	<b>Ambients</b>	<b>Llargades habituals</b>	<b>Seccions habituals</b>	<b>Estètica</b>	<b>Preu aproximat</b>
Fusta en tronc	18-24	0,8	Qualsevol	< a 6 m	Bigues rodones amb diàmetres < a 200 mm	Rústica	400 €/m <sup>3</sup>
Fusta serrada estructural	18-24	0,8	Qualsevol	< a 6 m	Bigues rectes i seccions petites	Rústica	500 €/m <sup>3</sup>
Fusta empalmada estructural	18-24	0,8	Qualsevol	12 - 13,5 m	Bigues rectes i seccions petites	Rústica	600 €/m <sup>3</sup>
Fusta serrada encolada	18-24	0,8	Qualsevol	12 - 13,5 m	Bigues rectes i seccions mitjanes	Lineal	800 €/m <sup>3</sup>
Fusta laminada encolada	24-28-32	0,7	Qualsevol	12 - 13,5 m	Bigues rectes o variables i seccions grans	Lineal	800 €/m <sup>3</sup>
Fusta microlaminada	44	0,7	Qualsevol	12 - 13,5 m	Bigues rectes seccions mitjanes	Lineal	1200 €/m <sup>3</sup>

23. Taula de les principals característiques dels productes de fusta per la seva elecció.

Font: Pròpia

La fusta en tronc es descarta principalment per la seva secció rodona que dificulta les unions entre els elements. En canvi, la fusta serrada estructural és un dels productes que es pot utilitzar en algun tipus d'elements, ja que les seves llargades i seccions i preu poden adaptar-se en el sistema ideat.

La fusta empalmada estructural permet unes llargades interessants pel present projecte, així com un acabat adequat, però les seccions petites no funcionen en aquest cas i es descartarà.

La fusta serrada encolada i la fusta laminada encolada, es creu que són els productes ideals per alguns elements de l'estructura, ja que s'adapten perfectament als condicionants, garantint llargades com les que es tenen en el present projecte. Finalment, comparant el preu entre els dos productes s'ha decidit per la fusta laminada encolada.

Per una altra part, la fusta microlaminada també és un material vàlid, però es descarta per ser de major cost. És un producte que gràcies a la seva elevada resistència ofereix unes seccions menors que la resta de productes i pot ser molt interessant en espais amb altures ajustades o que necessitin una secció reduïda, però aquest no és el cas.

Per tant, en el projecte s'ha utilitzat la combinació de fusta serrada estructural i fusta laminada encolada segons les dimensions dels elements.

Pel que fa al tauler estructural, s'ha decidit utilitzar un tauler d'encenalls orientats OSB. Aquest és un compost format per encenalls de fusta premsats i units mitjançant una cola sintètica. En el moment de la fabricació els trossos de fusta són premsats format unes capes, on l'orientació dels encenalls és específica per millorar la resistència del mateix. Les capes superficials d'aquestes virutes estan orientades en sentit longitudinal del panell (orientació de fabricació) i les parts centrals l'orientació és perpendicular a aquestes, originant una resistència mecànica en ambdues direccions. La mida dels encenalls també afecta a la qualitat del mateix.

Uns dels avantatges clars pel qual s'ha optat per a la utilització d'aquest tauler, és que aquest millora la resistència a flexió respecte als taulers d'aglomerats i DM. També és un material fàcil de treballar i es pot serrar, foradar, llimar, clavar, grapar i cargolar sense fer esquerdes i suporta molt bé les unions. Tenen unes grans dimensions que cobreixen ràpidament una àmplia superfície, guanyant temps en el muntatge. La fusta amb la qual estan fabricats aquests taulers és reaprofitada d'altres tipus de taulers. També dona la possibilitat d'adherir-hi molts tipus diferents de revestiment, tant per interiors com exteriors i tolera la pintura.

Aquests taulers estructurals es classifiquen segons el seu ús i en podem trobar quatre tipus. El OSB 1 l'ús general per interiors i ambients secs. El OSB 2 és l'ús estructural per ambients secs. El OSB 3 l'ús estructural per ambients humits i per acabar el OSB 4 l'ús estructural d'altres prestacions per ambients extremadament humits.

El tauler escollit segons els presents condicionants serà un tauler d'encenalls orientats OSB tipus 3 de dimensions 2500x1250x20 mm.



### Espècie de fusta

Per la fusta laminada encolada, les espècies més habituals i comunes en que es fabrica, són l'abet, el pi, el roure, l'eucaliptus i el castanyer, tot i que realment en el nostre entorn, les més habituals, comunes i accessibles al mercat són el pi i l'abet. Realment les dues espècies poden funcionar perfectament, per tant, s'escollirà la fusta de pi roig.

Pel que fa al producte de fusta serrada estructural, les espècies més habituals són l'abet, el pi, el castanyer, el roure, l'arç, l'eucaliptus i el pollancre, tot i que com en el cas anterior, les més habituals, comunes i accessibles al nostre entorn són el pi i l'abet. Ja que en el cas anterior s'ha escollit la fusta de pi roig, en aquest cas també es farà.

Les fustes més utilitzades pels taulers estructurals OSB 1 són el pi, la pollancre i el faig, entre altres. La fusta escollida pels taulers estructurals OSB és el pi.

### Durabilitat

La durabilitat natural del pi no és suficient per garantir la protecció de l'estructura contra els agents biòtics i abiòtics. Així que s'ha de proporcionar algun tipus de producte de protecció a la fusta.

En aquest cas, la classe de risc biològic que es considera mínima, és una classe d'ús 2, ja que l'element estructural està protegit de la intempèrie, però en alguns dels elements de l'estructura molt pròxims a l'exterior poden veure's afectats ocasionalment per continguts de humitat majors al 20%. Segons el document bàsic de Seguretat estructural de Fusta del CTE la classe d'ús exigeix un nivell de penetració NP2 oferint almenys una penetració mitjà de 3 mm a totes les cares dels elements.

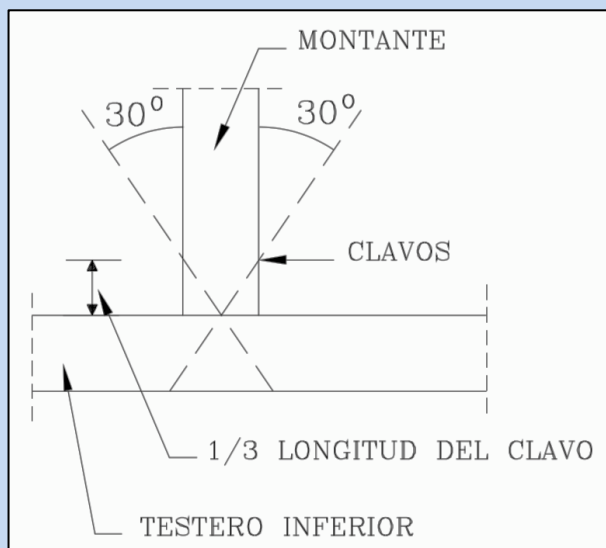
El tractament que se li aplicarà a la fusta serà de polvorització amb protectors hidrodispersables.

### Unions

Les unions entre els elements estructurals són molt importants, ja que lliguen tots aquests formant un sol cos que treballarà conjuntament per resistir totes les forces que actuaran. S'han proposat diferents solucions per cada tipus d'unió que trobem a la nostra estructura, però no s'han calculat.

Els elements horitzontals i verticals, com són les biguetes, els travessers, els muntants, dins del mòdul aniran units principalment mitjançant fixacions mecàniques com són els tirafons i en algun cas s'utilitzarà de reforç els adhesius i de plaques metàl·liques.

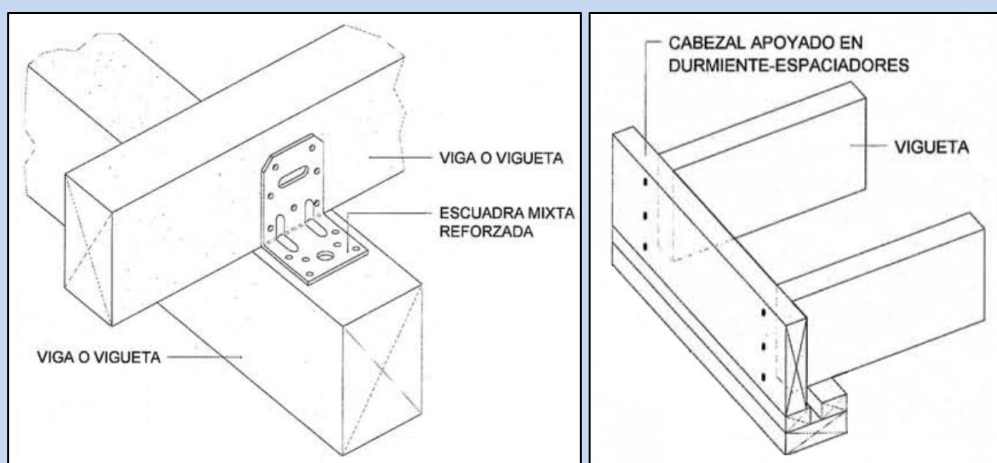
Els muntants van fixats amb quatre claus inclinats (dos per cara) al travesser superior i al inferior amb un angle aproximat de  $30^\circ$ . També poden anar fixats a testa amb dos claus solament per cada muntant. A continuació es mostra el detall de com es aquesta unió.



24. Unió entre muntants i travessers.

Font: Llibre Casa de Madera

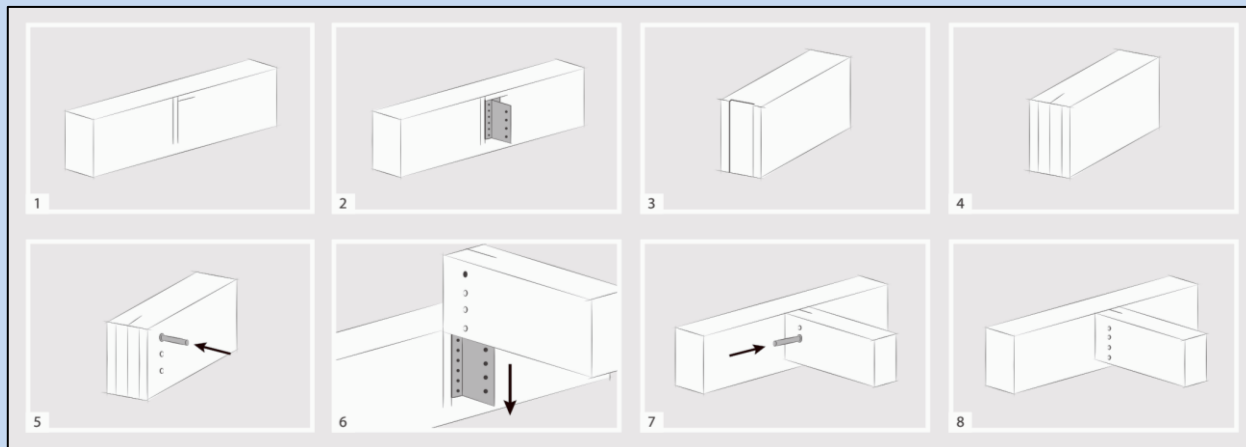
Pel que fa a les biguetes del forjat, tant les inferiors com les superiors, en alguns casos s'uniran al sistema estructural a partir d'esquadres fixades mecànicament a l'element horitzontal. També donaran una certa rigidesa a l'estructura la unió mitjançant tirafons entre les biguetes perimetrals i les biguetes que arriben perpendicularment. Aquests dos sistemes es mostren a les imatges següents.



25. Sistema d'unió de les biguetes.

Font: Llibre Sistema de plataforma con entramado ligero de madera

Pel que fa a les unions entre les jàsseres inferiors, que fan de base a tot el mòdul, s'ha proposat fer-les a partir d'un sistema de la casa comercial Rothoblaas en la qual es fa servir un suport ocult amb forat a partir d'una placa i perns d'unió. A continuació es mostren diverses imatges en que es pot observar el sistema d'aquesta unió.



26.Sistema d'unió Rothoblaas.

Font: Rothoblaas

Les unions entre els diferents mòduls són importants, ja que gràcies aquestes el sistema treballarà com un sol conjunt. Per aquestes unions s'ha proposat també un sistema de plaques i perns de la casa comercial Rothoblaas que unirà la jàssera d'un mòdul amb la jàssera del mòdul contigu i la bigueta superior perimetral d'un mòdul amb la bigueta del mòdul contigu.

En el cas que el projecte es dugués a terme s'hauria de posar en contacte amb aquesta casa comercial per tal que fessin un estudi i un càlcul de les unions més complexes en les que ens podem trobar en aquest projecte d'estudi.

### Transport

El transport també es un aspecte important a tenir en compte en el dimensionat de les jàsseres de la base, ja que aquestes seran les que suportaran la majoria de càrregues a la fase d'hissada amb la màquina elevadora. Per tal de donar més resistència a tot el conjunt de cada mòdul, es proposa la col·locació de tirants temporals en forma de creus, tant en horitzontal a la zona del forjat, com en vertical als tancaments. Tant el càlcul dels tirants, com el del dimensionat dels elements en la fase de transport, no s'ha elaborat.

**Càlcul de l'estructura**

Per la realització d'aquests càlculs de comprovació de l'estructura s'aplica la normativa obligatòria del Codi Tècnic de l'Edificació. Concretament, el document bàsic de seguretat estructural accions en l'edificació DB SE-AE, el document bàsic de seguretat en cas d'incendi DB SI, el document bàsic de seguretat estructural de la fusta DB SE-M, el document bàsic de seguretat estructural DB SE i el document bàsic de seguretat estructural de l'acer DB SE-A.

- Propietats dels materials

El primer pas és conèixer les propietats físiques de les fustes que tenim:

Com ja s'ha exposat anteriorment, una part de l'estructura es resolta amb fusta laminada encolada homogènia, GL 24h. Els valors característics de resistència són definits al CTE DB SE-M a la taula E.3 de l'annex E. Aquests valors hauran de ser validats amb els valors que garanteix el fabricant de fusta laminada. La següent taula mostra els valors necessaris pel càlcul.

<b>Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente</b>					
<b>Propiedades</b>		<b>GL24h</b>	<b>Clase Resistente</b>		
			<b>GL28h</b>	<b>GL32h</b>	<b>GL36h</b>
<b>Resistencia (característica), en N/mm<sup>2</sup></b>					
- Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
<b>Rigidez, en kN/mm<sup>2</sup></b>					
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5 <sup>o</sup> -percentil	$E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,g,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio	$G_{g,medio}$	0,72	0,78	0,85	0,91
<b>Densidad, en kg/m<sup>3</sup></b>					
Densidad característica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

27. Valors de les propietats associades a la classe resistent GL24h.

Font: Codi tècnic de l'edificació

L'altra part de l'estructura es resolta amb fusta serrada estructural, C24. Els valors característics de resistència són definits al CTE DB SE-M a la taula E.1 de l'annex E.



Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente													
Propiedades		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm <sup>2</sup>													
- Flexión	f <sub>m,k</sub>	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	f <sub>t0,k</sub>	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	f <sub>t90,k</sub>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	f <sub>c0,k</sub>	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	f <sub>c90,k</sub>	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	f <sub>v,k</sub>	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm <sup>2</sup>													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	E <sub>0,medio</sub>	7	8	9	9,5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 <sup>o</sup> -percentil	E <sub>0,k</sub>	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	E <sub>90,medio</sub>	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G <sub>medio</sub>	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m <sup>3</sup>													
- Densidad característica	ρ <sub>k</sub>	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ <sub>medio</sub>	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

28. Valors de les propietats associades a la classe resistant C24.

Font: Codi tècnic de l'edificació

Pel tauler estructural s'haurà d'utilitzar els valors característics de resistència de la taula E.11 de l'annex E del CTE DB SE-M.

Tabla E.11 Tableros de virutas orientadas para uso en ambiente seco (OSB/2) y para uso en ambiente húmedo (OSB/3). Valores de las propiedades.					
OSB/2 y OSB/3 (UNE EN 300)					
Para su uso en ambiente seco y húmedo					
Espesor nominal, $t_{nom}$ , en mm					
Propiedades			$6 < t_{nom} \leq 10$	$10 < t_{nom} \leq 18$	$18 < t_{nom} \leq 25$
Resistencia (característica), en $N/mm^2$					
Flexión	paralela	$f_{m,p,0,k}$	18,0	16,4	14,8
	perpendicular	$f_{m,p,90,k}$	9,0	8,2	7,4
Tracción	paralela	$f_{t,p,0,k}$	9,9	9,4	9,0
	perpendicular	$f_{t,p,90,k}$	7,2	7,0	6,8
Compresión	paralela	$f_{c,p,0,k}$	15,9	15,4	14,8
	perpendicular	$f_{c,p,90,k}$	12,9	12,7	12,4
Cortante, en el grueso		$f_{v,p,k}$	6,8	6,8	6,8
Cortante, en el plano		$f_{r,p,k}$	1,0	1,0	1,0
Rigidez (media), en $N/mm^2$					
A flexión	paralela	$E_{m,0,p}$	4930	4930	4930
	perpendicular	$E_{m,90,p}$	1980	1980	1980
A tracción	paralela	$E_{t,0,p}$	3800	3800	3800
	perpendicular	$E_{t,90,p}$	3000	3000	3000
A compresión	paralela	$E_{c,0,p}$	3800	3800	3800
	perpendicular	$E_{c,90,p}$	3000	3000	3000
A cortante, en el grueso		$G_{v,p}$	1080	1080	1080
A cortante, en el plano		$G_{r,p}$	50	50	50
Densidad, en $kg/m^3$					
Característica		$\rho_{p,k}$	550	550	550

29. Valors de les propietats associades a la classe resistant C24.

Font: Codi tècnic de l'edificació

Així doncs, es calcularà les propietats mecàniques (resistència característica) aplicant la següent formula:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \cdot K_h \cdot K_{vol} \cdot K_{sys}$$

$f_{m,k}$  Valor característic

$\gamma_M$  Coeficient parcial de seguretat del material

$k_{mod}$  Factor de modificació

$K_h$  Factor altura

$K_{vol}$  Factor volum

Els anteriors valors es troben explicats a l'apartat de compliment del CTE del present projecte.

- Accions considerades a l'edificació

- Accions permanents. Pes propi

El pes propi varia segons cada element i segons la seva dimensió, així que s'ha de realitzar el càlcul d'aquest segons cada element i la seva dimensió concreta. El càlcul d'aquest pes propi es realitza tenint en compte que per una banda tenim la fusta laminada GL24h, que s'estima una densitat de  $3,8 \text{ kN/m}^3$ , la fusta serrada estructural C24, que s'estima una densitat de  $4,2 \text{ kN/m}^3$  i el tauler estructural tipus OSB 3, que s'estima una densitat de  $5,5 \text{ kN/m}^3$

Aquesta càrrega sempre va en sentit normal, segons la força de gravetat, i té un caràcter de durada permanent.

- Accions permanents. Càrregues mortes

En aquest cas aquestes càrregues corresponen als elements de tancament de tota l'estructura. A continuació s'exposaran totes les càrregues mortes de la nostra estructura amb els seus valors estimats de càrrega per metre quadrat.

-Aulari:

Revestiment exterior de plaques d'escorça surera de 2 cm de gruix:  $24 \text{ N/m}^2$

Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm de gruix:  $86 \text{ N/m}^2$

Tauler OSB per formació de pendents de la coberta de 2 cm de gruix:  $110 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en flocs de 20 cm de gruix forjat inferior:  $24 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en manta de 18 cm de gruix tancament:  $27 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en manta de 10 cm de gruix forjat coberta:  $15 \text{ N/m}^2$

Plaques d'argila de 2 cm de gruix:  $300 \text{ N/m}^2$

Paviment linòleum de 1 cm de gruix:  $10 \text{ N/m}^2$

Terra compactada del mur trombe de 18 cm de gruix:  $3240 \text{ N/m}^2$

Coberta enjardinada:  $2000 \text{ N/m}^2$

-Bany:

Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm de gruix:  $86 \text{ N/m}^2$

Tauler OSB per formació de pendents de la coberta de 2 cm de gruix:  $110 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en flocs de 15 cm de gruix forjat inferior:  $18 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en manta de 12 cm de gruix tancament:  $18 \text{ N/m}^2$

Aïllament tèrmic de llana d'ovella en manta de 10 cm de gruix forjat coberta:  $15 \text{ N/m}^2$

Paviment linòleum de 1 cm de gruix:  $10 \text{ N/m}^2$

Coberta enjardinada:  $2000 \text{ Nm}^2$

Aquestes càrregues sempre va en sentit normal, segons la força de gravetat, i tenen un caràcter de durada permanent.

- Accions variables. Sobrecàrrega d'ús

El forjat inferior estarà condicionat per una carrega uniforme de  $3 \text{ kN/m}^2$ , ja que la construcció està dins de la categoria d'ús C "Zones d'accés al públic" i a la subcategoria d'ús C1 "Zones amb taules i cadires".

El forjat de la coberta estarà condicionat per una carrega uniforme de  $1 \text{ kN/m}^2$ , que la coberta està dins de la categoria d'ús G "Cobertes accessibles únicament per la conservació" i a la subcategoria d'ús G1 "Cobertes amb inclinació inferior a  $20^\circ$ ". Aquesta no es considera que actua simultàniament amb la resta d'accions variables.

La sobrecàrrega d'ús es considera sobre les superfícies horitzontals en planta de l'edifici que afecta, no sobre les superfícies reals, amb una direcció normal. L'acció té una durada mitjana.



- Accions variables. Sobrecàrrega de vent

El valor de la sobrecarrega de vent és el producte de tres factors, la pressió dinàmica del vent  $q_b$ , el coeficient d'exposició  $c_e$  i el coeficient eòlic  $c_p$ . S'agafarà el valor més desfavorable per la coberta i la façana. Aquest serà de  $-1,49 \text{ kN/m}^2$  en el cas de la coberta i de  $-0,99 \text{ kN/m}^2$  en el cas de la façana.

- Accions variables. Sobrecàrrega de neu

Al tenir una coberta plana, el valor de la sobrecàrrega de neu a un terreny horitzontal es pot obtenir a partir de la taula E.2 del DB SE-AE del codi tècnic de l'edificació. Aquest valor s'obté en funció de l'altitud de l'emplaçament i de la zona climàtica. La construcció objecte d'estudi està a una altitud de 98 m sobre el nivell del mar i a la zona hivernal 2. Per tant, considerarem una sobrecàrrega de neu de  $0,5 \text{ kN/m}^2$  a tota la superfície de la coberta amb una direcció normal, vertical descendent. L'acció té una durada curta, al està en una cota inferior als 1.000m d'alçada sobre el mar.

- Accions accidentals. Incendi

Al ser una estructura lleugera no prevista per ser utilitzada en l'evacuació i amb una altura sobre rasant inferior a 15 m, la resistència al foc ha de ser de 60 min (R60) com a mínim, segons l'apartat 6 del DB-SI del CTE.

La velocitat de carbonització nominal de càlcul ( $\beta_n$ ) és de 0,7 mm/min per a una fusta laminada encolada amb una densitat característica superior a  $290 \text{ kg/m}^3$  i 0,8 mm/min per a una fusta massissa amb una densitat característica superior a  $290 \text{ kg/m}^3$ , segons defineix la taula E.1 de l'annex E del DB-SI del Codi tècnic de l'edificació.

- Comprovació de les sol·licitacions

Un cop obtingudes totes aquestes dades, s'iniciarà a les comprovacions mitjançant el càlcul de flexió simple. Les primeres comprovacions que es faran seran per l'Estat Límit Últim (ELU), és a dir, la comprovació a flexió i a tallant. Seguidament es passarà a les comprovacions de Estat Límit de Servei (ELS), és a dir, Integritat dels elements constructius, Confort dels usuaris (si és el cas), Aparença a l'obra. Al ser un treball extens es comprovarà i dimensionarà una bigueta del forjat de la coberta.

○ Comprovació a Flexió:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{Md}{W_y}$$

$$W_y = \frac{I_y}{\frac{h}{2}} = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$\sigma_{m,d}$  Tensió de càlcul a flexió

$f_{m,d}$  Resistència de càlcul a flexió

$Md$  Moment

$W_y$  Mòdul resistent

○ Comprovació a Tallant:

$$\tau_d = f_{v,d}$$

$$f_{v,d} = K_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} \cdot K_{sys}$$

$f_{v,k}$  Valor característic

Com s'ha mencionat anteriorment a la segona part del càlcul es farà la comprovació dels ELS:

$$\delta_{dif} = \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def}$$

$\delta_{ini}$       Deformació elàstica

$k_{def}$       Factor de fluència

$\Psi_2$       Coeficient de simultaneïtat

S'acabarà de calcular les deformacions de ELS seguint els passos de CTE-DB-SE, apartat 4.3.2. Utilitzant la combinació característica del punt 2 (4.6) i la combinació quasi permanent del punt 4 (4.8).

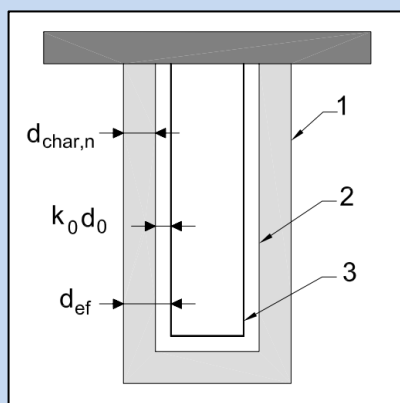
Un cop totes les comprovacions siguin positives es desenvoluparà la Seguretat Estructural de la fusta en cas d'incendi (CTE-DB-SI. Annex E: Resistència al foc d'estructures de fusta). El càlcul per avaluar la resistència al foc de les nostres seccions, es realitzarà per el Mètode de la secció reduïda. Segons el tipus d'ús s'ha de complir una resistència al foc, amb ella i altres factors podrem conèixer la profunditat eficaç de carbonatació.

$$d_{ef} = d_{chard,n} + K_0 \cdot d_0$$

$d_{chard,n}$       Profunditat de carbonatació nominal de càlcul

$d_0$               7 mm

$K_0$               “de valor igual a 1 para un tiempo, t, mayor o igual a 20 minutos y t/20 para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo de inicio de la carbonización, tch, sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo tiempo del inici de la carbonización, tch, sea mayor que 20 minutos se considerará que  $K_0$  varía linealmente desde cero hasta uno durante el intervalo de tiempo comprendido entre cero y tch, siendo constante e igual a uno a partir de dicho punto”.



30. Definició de la secció residual i eficaç.

Font: Codi tècnic de l'edificació

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t$$

$\beta_n$  Velocitat de carbonatació nominal. Següent taula.

$t$  Temps d'exposició al foc

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo, $\beta_n$ , de maderas sin protección	
	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Coníferas y haya</b>	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
<b>Frondosas</b>	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de $290 \text{ kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
<b>Madera microlaminada</b>	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

<sup>(1)</sup> Para densidad característica comprendida entre 290 y  $450 \text{ kg/m}^3$ , se interpolará linealmente

31. Velocitat de carbonització nominal de càlcul de fustes sense protecció.

Font: Codi tècnic de l'edificació



Un cop es coneix el valor de la profunditat eficaç de carbonatació, es resta la secció pels laterals on estarà en contacte amb el foc. Així es troba la nova secció. En aquesta secció s'ha d'aplicar, per segona vegada, el CTE-DB-SE-M. És a dir, ha de passar totes les comprovacions que ha passat la secció original.

Aquestes comprovacions queden explicades al full de càlcul de l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.9.

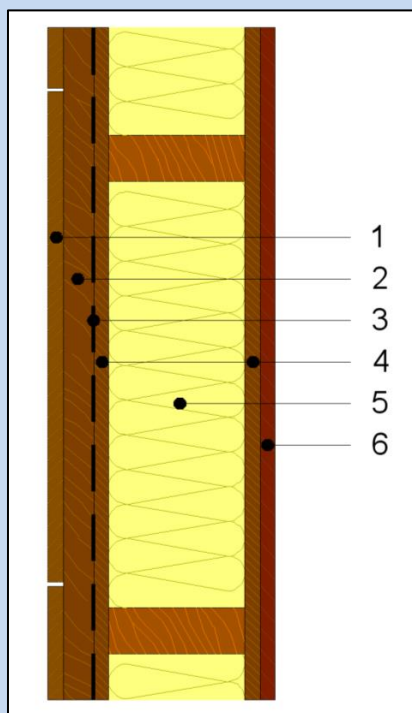
## **2.2.3. SISTEMA ENVOLVENT**

### **2.2.3.1. Tancaments verticals**

#### Tancament vertical tipus 1

El tancament vertical tipus 1 del present projecte té un gruix de 30 cm i està constituït per una façana ventilada on la fulla exterior de revestiment són taulers contraxapats fenòlics de pi (1) de 2 cm de gruix. Aquesta, està fixada mecànicament amb tirafons a una subestructura formada de rastells de fusta de pi (2) de 40x60 mm de secció, clavats al tauler estructural de fusta OSB tipus 3 (4), de 2 cm de gruix, de la fulla principal. A la cara exterior del tauler estructural va fixada una làmina impermeable transpirable tipus Tyvek (3). La fulla principal està formada per muntants estructurals de fusta laminada encolada de pi de secció 60x180 mm. L'interior d'aquests hi ha l'aïllament tèrmic de llana d'ovella (5), de 18 cm de gruix, tancat per l'interior i l'exterior amb taulers estructurals de fusta OSB (4), anomenats anteriorment. L'interior està acabat amb plaques d'argila tipus Ecoclay (6), de 2 cm de gruix, fixades mecànicament amb cargols anticorrosiu als taulers estructurals de fusta OSB. Aquestes aniran pintades amb pintura d'argila de la mateixa casa comercial.

Aquest tancament vertical tipus 1 es troba a les façanes est, sud i oest de l'aulari.



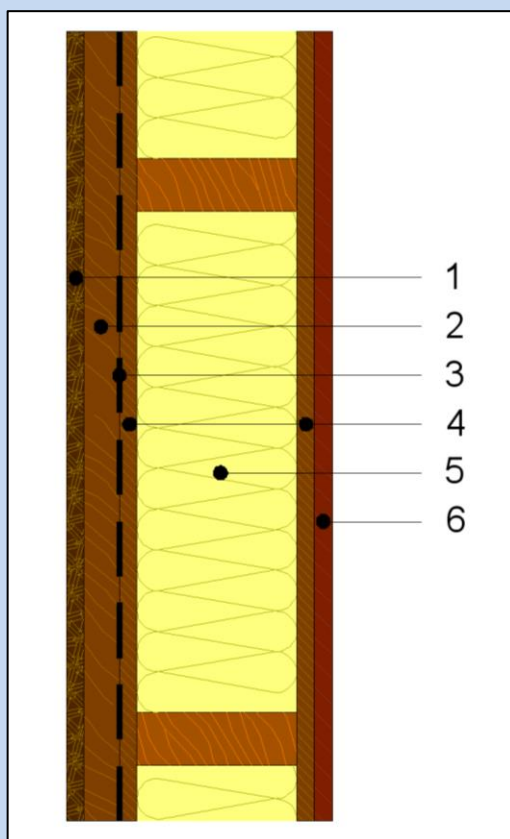
32.Detall constructiu tancament vertical tipus 1.

Font: Pròpia

### Tancament vertical tipus 2

El tancament vertical tipus 2 del present projecte té un gruix de 30 cm i es resol igual que l'anterior tancament, però substituint el revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi per plaques d'escorça surera (1), de 2 cm de gruix, fixades mecànicament amb tirafons a la subestructura de rastells de fusta de pi (2).

Aquest tancament vertical tipus 2 només es troba a la façana nord de l'aulari.



33.Detall constructiu tancament vertical tipus 2.

Font: Pròpia

El tancament vertical tipus 3 del present projecte té un gruix de 22 cm i està constituït pels mateixos components que el tancament vertical tipus 1, però la fulla principal està formada per muntants estructurals de fusta serrada estructural de pi de secció 45x120 mm i l'aïllament tèrmic de llana d'ovella té un gruix de 12 cm. L'interior està acabat amb el mateix tauler estructural de fusta OSB i no s'acaba amb una placa d'argila tipus Ecoclay com en el tancament vertical tipus 1 i 2.

The diagram illustrates a cross-section of a wellbore. From left to right, the layers are: a dark brown casing, a thick layer of cement (light brown), and a gravel pack (yellow with a cross-hatch pattern). A dashed line runs vertically through the center of the gravel pack. Five numbered points are marked: 1 is on the casing, 2 is on the cement, 3 is on the gravel pack, 4 is on the casing, and 5 is on the gravel pack.

**Font:** Pròpia

Els paràmetres bàsics que s'han tingut en compte a l'hora de l'elecció del sistema de tancament de la façana ha estat la zona climàtica, el grau d'impermeabilitat, la transmissió tèrmica, les condicions de propagació exterior i de resistència al foc, les condicions de seguretat d'utilització referent als buits, elements de protecció i elements sortints i les condicions d'aïllament acústic determinats pels

documents bàsics DB-HS-1 de Protecció enfront a les humitats, DB-HS-5 d'Evacuació d'aigües, DB-HE-1 de Limitació de la demanda energètica, DB-SI-2 de Propagació exterior, DB-SUA-1 de Seguretat enfront al risc de caigudes i DB-SUA-2 de Seguretat enfront al risc d'impacte i d'atrapament i DB-HR de Protecció enfront al soroll.

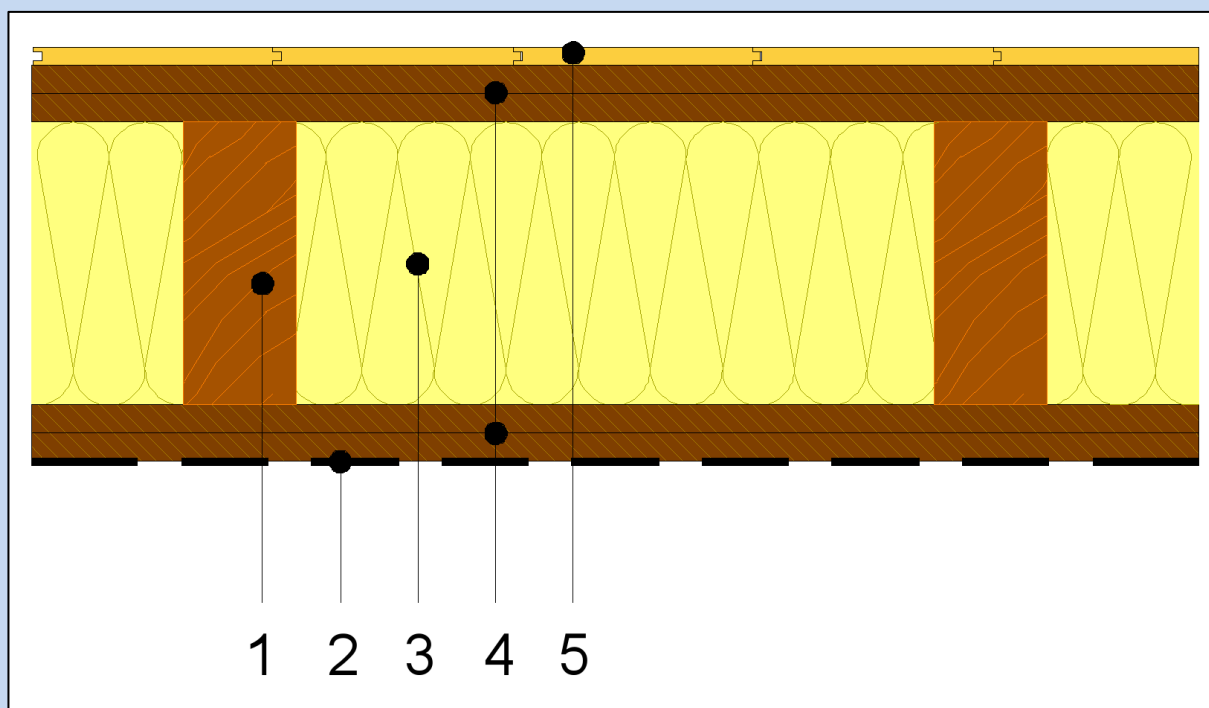


### 2.2.3.2. Tancaments horitzontal

#### Forjat inferior

El forjat inferior de l'aulari té un gruix de 29 cm i està constituït per un entramat de biguetes de fusta laminada encolada de pi (1) de secció 80x200 mm, a l'interior de les quals està ubicat l'aïllament tèrmic de llana d'ovella (3). Aquest va encaixonat entre els dos taulers estructurals interiors i exteriors de fusta OSB tipus 3 (4) de 2 cm de gruix. Aquests taulers van fixats a les biguetes mecànicament amb tirafons. A la cara exterior del tauler estructural va fixada una làmina impermeable transpirable tipus Tyvek (2). L'acabat de l'interior és un paviment de linòleum (5) format per panells de 90x30x0,98 cm que s'uneixen a partir del sistema click.

En canvi, el forjat inferior dels banys té un gruix de 24 cm i està constituït per un entramat de biguetes de fusta serrada estructural de pi de secció 60x150 mm. També una de les diferències és que l'aïllament tèrmic de llana d'ovella té un gruix de 15 cm.



35. Detall constructiu forjat inferior.

Font: Pròpia

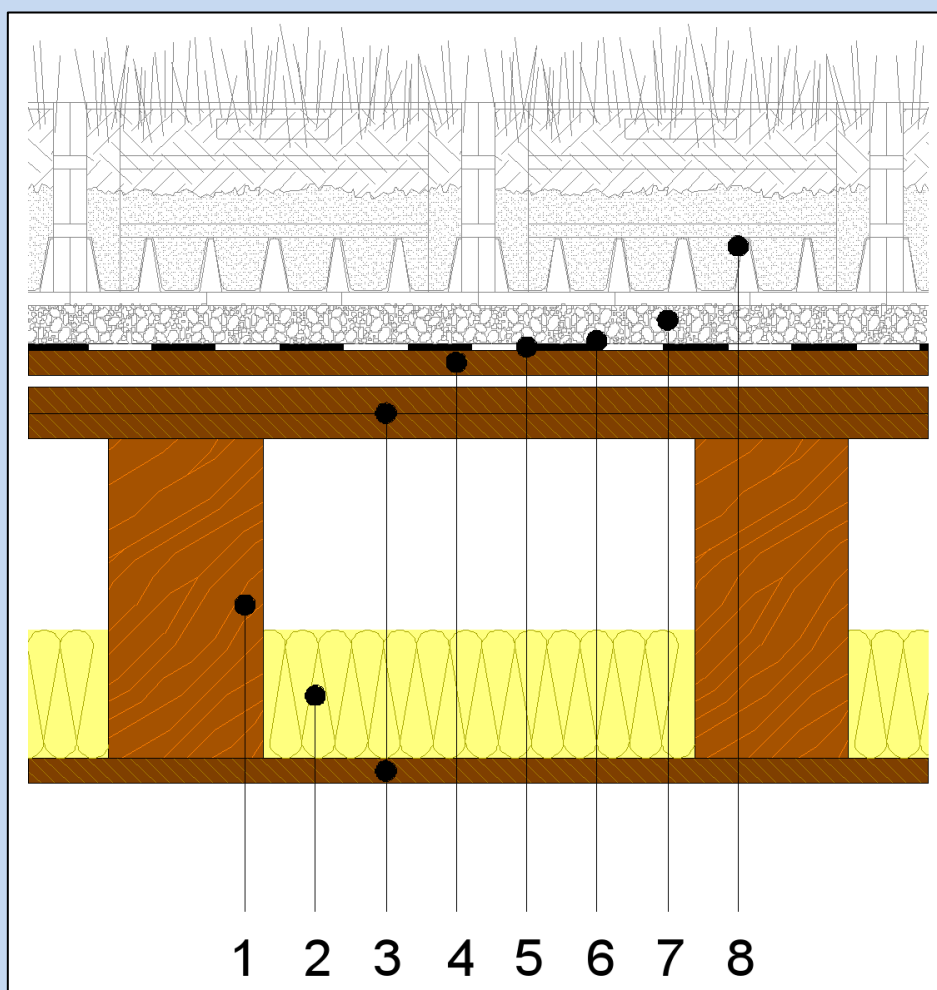
Els paràmetres bàsics que s'han tingut en compte a l'hora de l'elecció del forjat inferior han estat la zona climàtica, la transmitància tèrmica, el grau de impermeabilitat i drenatge de l'aigua del terreny,

determinats pels documents bàsics DB-HS-1 de Protecció enfront de la humitat i DB-HE-1 de Limitació de la demanda energètica i DB-HR de protecció enfront del soroll.

### Coberta plana

El forjat de la coberta plana de l'aulari està constituït per un entramat de biguetes de fusta laminada encolada de pi (1) de secció 120x250 mm, en el qual al seu interior està ubicat l'aïllament tèrmic de llana d'ovella (2), de 10 cm de gruix, col·locat entre els dos taulers estructurals de fusta OSB tipus 3 (3), de 2cm de gruix, a la cara exterior i un tauler a la cara interior. Aquests taulers van fixats a les biguetes mecànicament amb tirafons.

En canvi, la coberta plana dels banys està constituït per un entramat de biguetes de fusta serrada estructural de pi de secció 60x150 mm.



36. Detall constructiu coberta plana enjardinada.

Font: Pròpia

Tant la coberta de l'aulari com la dels banys és enjardinada o coberta vegetal i està constituïda per una formació de pendents mitjançant uns taulers OSB tipus 3 (4) de 2cm de gruix. Sobre aquesta superfície s'ubica la membrana impermeabilitzant soldada (5). Aquesta és una membrana impermeabilitzant de poliolefina sintètica tipus Texsalon Mat de la marca comercial Texsa de 2,4 mm de gruix, que cobrirà tota la superfície de la coberta i es remuntarà fins muret perimetral d'aquesta. Sobre la membrana impermeabilitzant s'ubicarà una làmina antiarrels (6), que impedeixi la penetració de les arrels en el forjat i garanteixi la idoneïtat del sistema de coberta. A més, sobre aquesta làmina es deixarà un llit de graves (7) per poder anivellar el suport i protegir la membrana impermeabilitzant.

Per tal de facilitar el muntatge i la reutilització de la coberta enjardinada s'utilitzaran unes caixes de plàstic (8) al llarg de tota la coberta, ocupant tot l'espai. Les caixes de plàstic són reutilitzades d'algun comerç de verdures. A l'interior d'aquestes, es col·locaran unes oueres de plàstic, també reutilitzades d'algun comerç, fent la funció de capa de drenatge que elimini l'excés d'aigua de la pluja i eviti la putrefacció de les arrels. Seguidament es posarà un filtre geotèxtil amb la funció d'impedir el pas dels fins del substrat. Tot seguit, hi haurà una capa de substrat vegetal, on la seva missió serà retenir la humitat i nutrients, i drenar l'aigua excedent. Finalment, la capa d'acabat estarà constituïda per espècies vegetals que majors s'adaptin als condicionants del clima de l'emplaçament.

En el moment d'uniformitzar tota la coberta, s'inclourà substrat vegetal en totes les juntes entre caixa i caixa, creant així, una superfície homogènia.

La coberta del present projecte és de tipus extensiva o ecològica, ja que té una capa vegetal de poc espessor amb plantes autòctones, en el que el proveïment d'aigua i de nutrients s'efectua per processos naturals. El seu manteniment és nul o molt escàs.

En aquest cas, les plantes han de ser seleccionades acuradament per resistir de forma espontània les condicions climàtiques extremes, ja que el reg i el manteniment són nuls o mínims. Per això, a cada regió, a l'hora de decidir l'espècie que es va a plantar, es tindrà en compte, òbviament, les condicions particulars del clima, sobretot el règim de pluges.

A continuació s'exposen diferents espècies de plantes que es poden trobar a la coberta enjardinada extensiva.

- Sedum

El Sedum és un gènere que comprèn moltes espècies originàries d'Europa meridional, de Mèxic i també d'Àfrica central considerades plantes suculentas.

El gènere Sedum pertany a la família crassulàcies, un gran grup de plantes suculentas originàries d'Europa meridional, de Mèxic i també d'Àfrica central.

Són plantes gairebé totes perennes i molt rústiques amb un creixement més aviat expansiu. Són plantes que són molt boniques des d'un punt de vista estètic, amb fulles d'un verd molt particular i atractiu i formen flors de gran efecte decoratiu.

Tant les tiges com les fulles són carnosas i tenen la funció d'emmagatzemar aigua, per aquesta raó no necessiten grans regs. Les fulles són disposades alternativament al llarg de la tija i revestides d'una substància cerosa o d'una lleugera pelussa.

Les flors són comunament en forma d'estel i de dimensions molt diferents segons l'espècie, però més aviat són petites. Segons l'espècie, floreixen de març a setembre.

El gènere comprèn un nombre molt elevat d'espècies, prop de 450.



37.Sedum.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Planta y flor blogspot

- Echeveria

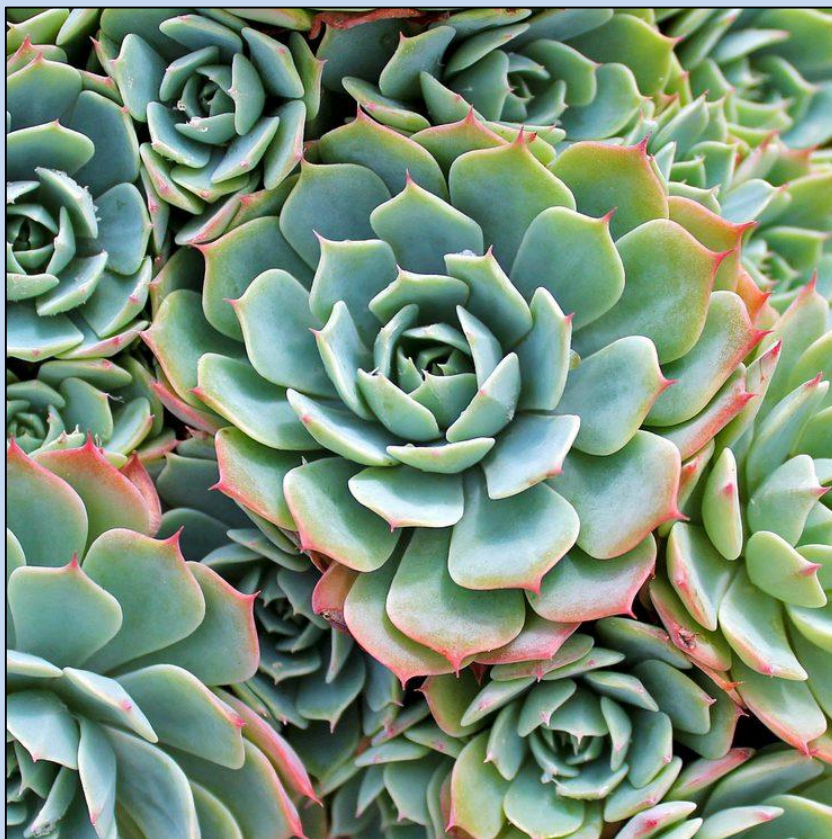
Echeveria és un gran gènere de plantes amb flors dins al família crassulàcies. Aquest grup de plantes suculentes és originari d'Amèrica central (sobretot Mèxic) fins al nord-oest d'Amèrica del Sud, de zones caracteritzades per fortes oscil·lacions climatològiques entre el dia i la nit.

Rep el nom en honor del botànic Atanasio Echeverría y Godoy. Moltes de les seves espècies són plantes ornamentals i resistents a la sequera. Es mostren tolerants a l'ombra i les gelades. Es poden reproduir vegetativament mitjançant fulles tallades o per llavors.

La particularitat d'aquestes plantes són les fulles carnosos, de forma més aviat aovada i disposades en roseta (tipus carxofa), molt compactes. Les flors es desenvolupen sobre una llarga tija que creix des del centre. Floreix a partir de la primavera i durant tot l'estiu.

El color és variat del verd intens, al blau pàl·lid, al gris-blavós, al verd rosat.

El gènere comprèn un nombre molt elevat d'espècies, prop de 393.



38.Echeveria.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Mountain crest gardens



- Mammillaria

El gènere Mammillaria comprèn un gran quantitat d'espècies, totes apreciades per la seva forma arrodonida, molt agradable, i per la seva facilitat de cultiu.

El gènere Mammillaria pertany a la família cactàcies i comprèn nombroses espècies originàries de Nord Amèrica i Mèxic. En particular aquest gènere és originari de les zones desèrtiques, tant que forma part del gran grup de plantes anomenades plantes del desert, adaptades per tant a viure en condicions impossibles: sol molt calent de dia i nits sovint fredes, si no gelades. Estan adaptades per tant, a viure en condicions que farien morir a qualsevol altra planta, això gràcies a l'estructura de les seves tiges, que són capaces d'emmagatzemar l'aigua que no es perd.

Com totes les plantes pertanyents a la família Cactàcies, també són anomenades plantes crasses perquè es presenten com a plantes carnosos per les seves tiges grans i polposos. La dicció més correcta, no obstant això, és plantes suculentes perquè en els seus teixits acumulen sabia, per tant suc.

La seva particularitat més notable, que permet de distingir-la de les altres Cactàcies, és la presència de petits tubercles que les revesteixen completament, disposats en espiral. Les flors apareixen a l'estiu i es disposen de manera que formen una corona sobre el cim de la planta.



39.Mammillaria.

Fotografia: José Manuel Bazán Ruiz / Font: Flickr

- Opuntia

Opuntia és un gènere de plantes de la família de les cactàcies que consta de més de 300 espècies, totes del continent americà, i que habiten des del nord d'Estats Units fins a la Patagònia, on creixen de forma silvestre. Van ser introduïdes a Europa pels conqueridors espanyols per aprofitar sòls poc productius del sud de la Península Ibèrica, i d'aquí, va passar a Itàlia, on va existir una petita indústria lligada a ella i al nord d'Àfrica.

L'espècie coneguda popularment com nopal, estudiantina o chumbera; els seus fruits comestibles, les estudiantines o figues chumbos, són molt populars a Mèxic, Xile, Nord-oest d'Argentina, Perú, Sicília, en el sud d'Itàlia, les Illes Canàries, Andalusia, en el sud de Castella, i el Llevant espanyol, on fins i tot es fan productes tals com a suc, dolços o cervesa amb els seus fruits.

Aquest extens gènere abasta plantes de moltes grandàries diferents, des de petites fins a espècies arbustives o arbòries amb tronc i copa. Són plantes molt rústiques i ramificades, amb branques molt esteses o inclinades.



40. Opuntia.

Fotografia: Desconegut / Font: Cactuseros

- Avantatges

La coberta enjardinada comparteix els avantatges de la coberta invertida, ja que el substrat i la vegetació actuen com a aïllament i com a protecció de l'impermeabilitzant. Però no són solament avantatges energètics els que es troben en una coberta vegetal, també s'obtenen altres beneficis mediambientals.

- Avantatges pel clima, al retenir pols i altres substàncies contaminants. Les plantes filtren les partícules de l'aire, produint oxigen. L'atmosfera es neteja de substàncies i gasos d'efecte hivernacle i la temperatura exterior no s'incrementa.
- S'obté espai útil en comptar amb una gran superfície enjardinada. Amb la construcció d'una coberta enjardinada augmenta la superfície verda i es reposa la vegetació ocupada per la construcció de l'edifici.
- La vegetació ofereix una gran protecció contra la radiació solar al no permetre que s'escalfi la coberta. En la mesura en què es protegeix el punt més vulnerable de l'edifici, que és la coberta, es minimitzen els fluxos energètics entre ambients exteriors i interiors.
- S'incrementa l'aïllament tèrmic, ja que tant el substrat com la vegetació retenen aire en el seu interior, la qual cosa els proporciona propietats aïllants.
- En la coberta enjardinada, tant les plantes com el substrat actuen com a bons absorbidors acústics, reduint el soroll ambiental.
- Com en la coberta invertida, la coberta enjardinada protegeix la làmina d'impermeabilització de la radiació solar, dels canvis bruscs de temperatura i dels esforços mecànics.



*41.Coberta enjardinada extensiva.*

Fotografia: Desconegut / Font: Smart Homes



Per a l'estimació del pes propi dels diferents elements que constitueixen les cobertes s'ha seguit l'establert en DB-ES-AE.

Els paràmetres bàsics que s'han tingut en compte a l'hora de l'elecció del sistema de coberta han estat la zona climàtica, el grau d'impermeabilitat i recollida d'aigües pluvials, les condicions de propagació exterior i de resistència al foc i les condicions d'aïllament acústic determinats pels documents bàsics DB-HS-1 de Protecció enfront de la humitat, DB-HS-5 d'Evacuació d'aigües, DB-HE-1 de Limitació de la demanda energètica, DB-SI-2 de Propagació exterior i DB-HR de protecció enfront del soroll.

### **2.2.3.3. Materials sistema envoltent**

- Làmina impermeable transpirable

Com ja s'ha anomenat anteriorment, la làmina impermeable transpirable que s'ha escollit pel present projecte és una làmina tipus Maydilit / Tyvek Pro de la casa comercial Maydisa.

És una làmina impermeable i que respira. Està fabricada a base de fibres microscòpiques de polietilè i polipropilè (HDPE/PP) no teixit, entrelaçades segons un procés de filat que dona com resultat una fibra microporosa inobstruïble per la qual les molècules de vapor poden passar cap a l'exterior, per difusió, al mateix temps que la seva minúscula dimensió impedeix que les gotes d'aigua arribin a penetrar a l'interior.



42.Col·locació làmina impermeable transpirable Tyvek.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Maydisa

És imprescindible protegir qualsevol edifici dels elements externs com la pluja, la neu, el vent i també controlar la circulació de la calor, l'aire i la humitat dins de l'edifici. Aquests serien els aspectes pels quals es col·loca una làmina impermeable transpirable.

Aquesta làmina és completament impermeable a l'aigua, tant a la pressió hidrostàtica com a l'impacte dinàmic i també transpirable, ja que està formada per un laberint de microfibras, garantint la impermeabilitat i la transpirabilitat. La transpirabilitat aconsegueix un edifici sa i ventilat, ja que s'elimina la humitat.



Actua com una barrera contra la pluja, neu, vent i evita corrents d'aire, garantint el control de circulació de la calor, l'aire i la humitat dins de l'edifici i una eficaç actuació de l'aïllament utilitzat, la qual cosa redueix les pèrdues de calor i permet un considerable estalvi energètic.

És respectuosa amb l'entorn, ja que es fabrica amb materials 100% reciclables. Contribueix a una arquitectura sana i sostenible, ja que millora l'eficàcia energètica dels edificis. Garanteix un aïllament tèrmic eficaç contribuint a la reducció de les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera.

Els rotllos tenen un pes reduït, ja que són lleugers. Permeten una manipulació sense esforços i allibera la coberta i la façana d'una càrrega excessiva. La unió entre làmines es realitza fàcilment pel solap entre les mateixes. En cada rotllo ve perfectament senyalitzada la zona d'unió.

Al ser molt mal·leable, la seva col·locació en racons i superfícies irregulars de qualsevol coberta i en façanes i en murs de soterranis resulta una operació senzilla. La seva ràpida col·locació estalvia temps i repercuteix en un estalvi directe en el cost de mà d'obra. Si fos necessari fixar la làmina amb tirafons, no suposa cap problema. La penetració d'aquests no altera les propietats impermeables del producte, ja que l'exclusiu sistema de fabricació utilitzat, de fibres entrelaçades, permet que la làmina quedi perfectament emmotllada al voltant del tirafons, sense risc de filtració de l'aigua. Mai ha de fixar-se amb grapes, ja que s'estripen les fibres.

És molt resistent al trencament i tolera temperatures extremes, tant en èpoques de fred com de calor.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica del present material.

- Aïllament tèrmic

Com ja s'ha anomenat anteriorment, l'aïllament tèrmic que s'ha escollit pel present projecte és llana d'ovella de la casa comercial RMT-NITA, Recuperació de materials tèxtils S.A.

Els flocs de llana d'ovella són l'opció escollida com a aïllament tèrmic pel forjat sanitari, ja que és l'opció més compatible amb el sistema de muntatge que s'ha projectat. Aquesta es col·locarà a taller entre les bigues, formant caixons tancats i adaptant-se a les regularitats que poden haver-hi.



*43.Col·locació d'aïllament tèrmic amb flocs de llana d'ovella.*

**Fotografia:** Josep Bunyesc / **Font:** Josep Bunyesc

En canvi, la manta de llana d'ovella és l'opció escollida com a aïllament tèrmic pels tancaments verticals de façana i el forjat de coberta, ja que és l'opció més compatible amb el tipus d'estructura que s'ha projectat.

En el cas del forjat de coberta, aquesta es col·locarà a taller entre les bigues formant una U i fixant-la mecànicament en aquestes.

En el cas del tancament vertical de façana, aquesta es col·locarà a taller entre els muntants fins omplir el caixó i es fixaran mecànicament amb llistons de fusta.



*44.Col·locació d'aïllament tèrmic amb manta de llana d'ovella.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Bio clima team

Aquest material lleuger reuneix les condicions d'aïllant tant tèrmic com acústic i té la capacitat d'absorbir i regular les concentracions d'agents tòxics i la humitat ambiental interior.

El consum energètic durant l'elaboració del producte final és mínim, en comparació amb la fibra de vidre, només consumeix un 14% de l'energia incorporada, això significa que l'aïllament amb llana d'ovella estalviarà en el curt termini més energia que la necessària per la seva producció.



*45.Aïllament tèrmic de llana d'ovella.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Aisla en verde

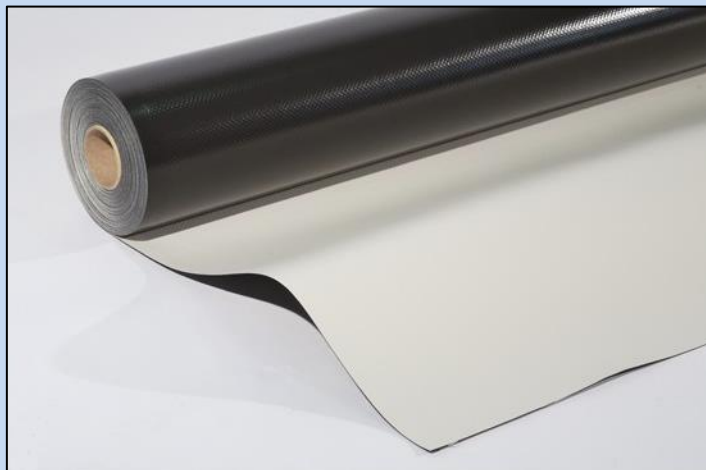
La seva fibra s'obté mitjançant l'esquilat que es realitza un cop l'any, després es procedeix al seu tractament per netejar-la, protegir-la i reforçar-la. Se li aplica un tractament antiarnes amb permetria (piretroide sintètic) o sals de bòrax amb propietats fungicides i insecticides, ja que en el seu estat natural pot ser atacada per arnes. També són tractades per retardar l'acció del foc pel que és auto extingible, encara que a una temperatura de 560°C és auto inflamable.

És la versió natural i ecològica dels aïllaments llanosos. A diferència de la llana de roca o la llana de vidre, la llana d'ovella s'obté de forma natural i no necessita d'un forn d'altres temperatures. És molt resistent i un potent regulador d'humitat, fet que contribueix enormement en el confort interior dels edificis.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica del present material.

- Membrana impermeabilitzant

Com ja s'ha anomenat anteriorment, la membrana impermeabilitzant soldada que s'ha escollit pel present projecte és una membrana impermeabilitzant de poliolefina sintètica tipus Texsalon Mat de la casa comercial Texsa.



46.Membrana impermeabilitzant Texsalon Mat.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Texsa

Aquesta membrana sintètica és de poliolefina modificada, obtinguda a través de l'extrusió d'una fibra de vidre. La capa gris superior està caracteritzada per una resistència molta alta al temps i als raigs ultraviolats, mentre que la capa negra subjacent es caracteritza per una resistència mecànica i a la perforació.

Alguns dels avantatges d'aquesta membrana impermeabilitzant són l'adaptabilitat als moviments de l'estructura, una flexibilitat excel·lent a les baixes temperatures i una bona capacitat davant la soldadura.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica del present material.

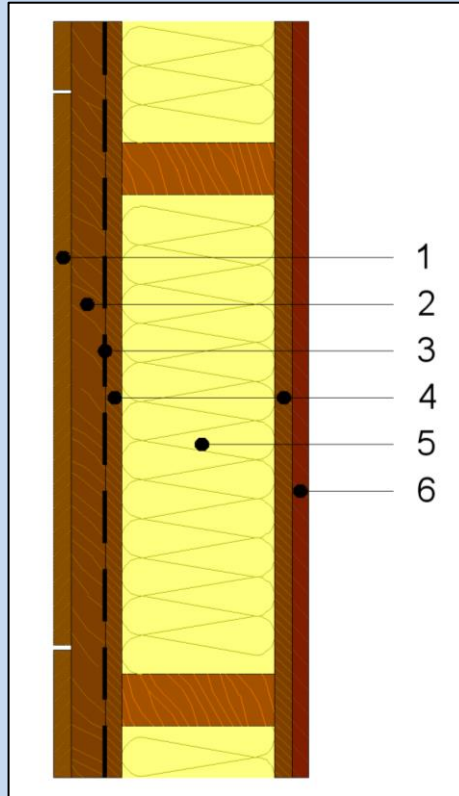
#### **2.2.3.4. Avaluació tèrmica del sistema envolvent**

Aquesta avaluació es fa mitjançant el Document Bàsic HE – Estalvi d'energia, la secció HE 1 – limitació de la demanda energètica. Aquest Document Bàsic (DB) té per objecte establir regles i procediments que permeten complir el requisit bàsic d'estalvi d'energia.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.5, es mostra la caracterització i quantificació de l'exigència, les dades pel càlcul de la demanda i el procediment del càlcul segons el Document Bàsic HE – Estalvi d'energia, la secció HE 1 – limitació de la demanda energètica.



1. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de la Façana de l'aulari.



47. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de l'aulari.

Font: Pròpia

- **Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm (1):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 4 cm (2):**

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Aïllament tèrmic de llana d'ovella amb manta de 18 cm (5):**

$$e = 0,18 \text{ m} \quad \lambda = 0,043 \text{ W/m K}$$

- **Plaques d'argila de 2 cm (6):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,24 \text{ W/m K}$$

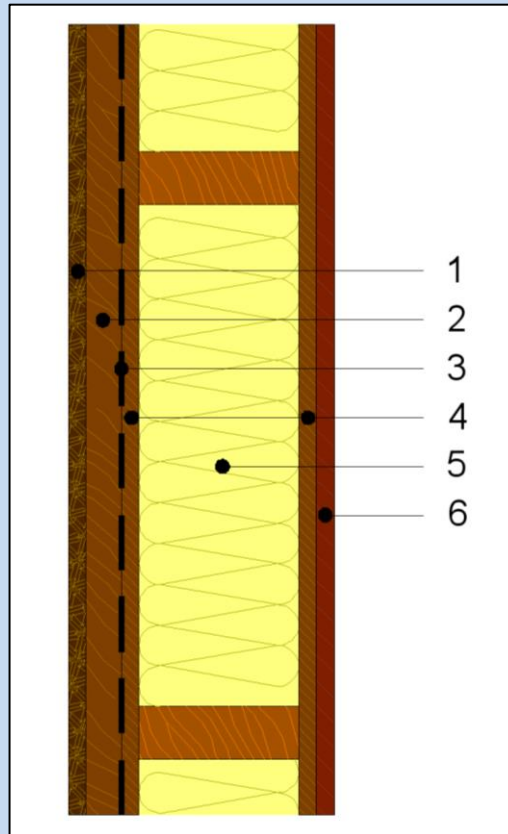
$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_T = 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,18/0,043 + 0,02/0,13 + 0,02/0,24 = 4,73 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 4,73 + 0,04) = 1/4,90 = \mathbf{0,204 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de la façana de l'aulari compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m²·K.

2. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de plaques d'escorça surera de la Façana de l'aulari.



48. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de plaques d'escorça surera de l'aulari.

Font: Pròpia

- **Revestiment exterior de plaques d'escorça surera de 2 cm (1):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,04 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 4 cm (2):**

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Aïllament tèrmic de llana d'ovella amb manta de 18 cm (5):**

$$e = 0,18 \text{ m} \quad \lambda = 0,043 \text{ W/m K}$$

- **Plaques d'argila de 2 cm (6):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,24 \text{ W/m K}$$

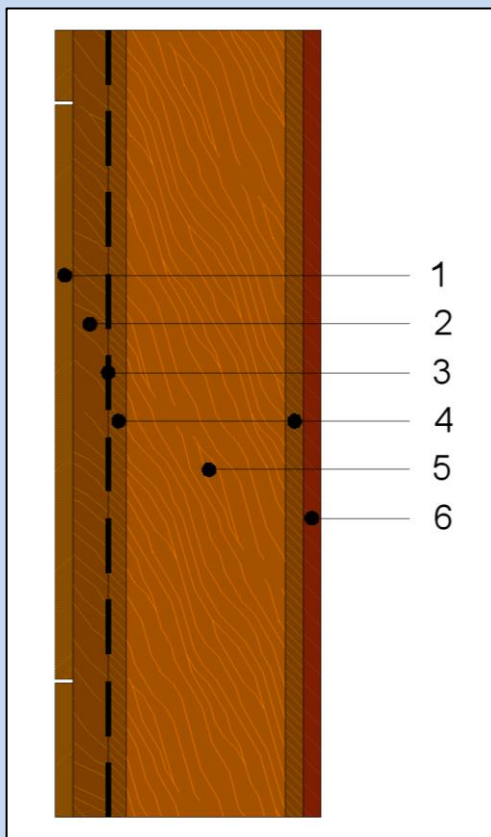
$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_T = 0,02/0,04 + 0,02/0,13 + 0,18/0,043 + 0,02/0,13 + 0,02/0,24 = 5,08 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 5,08 + 0,04) = 1/5,25 = \mathbf{0,191 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de plaques d'escorça surera de la façana de l'aulari compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m²·K.

3. Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana de l'aulari.



49. Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana de l'aulari.

Font: Pròpia

- **Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm (1):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 4 cm (2):**

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Travessers o muntants de fusta serrada estructural de pi de 18 cm (5):**

$$e = 0,18 \text{ m} \quad \lambda = 0,163 \text{ W/m K}$$



- **Plaques d'argila de 2 cm (6):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,24 \text{ W/m K}$$

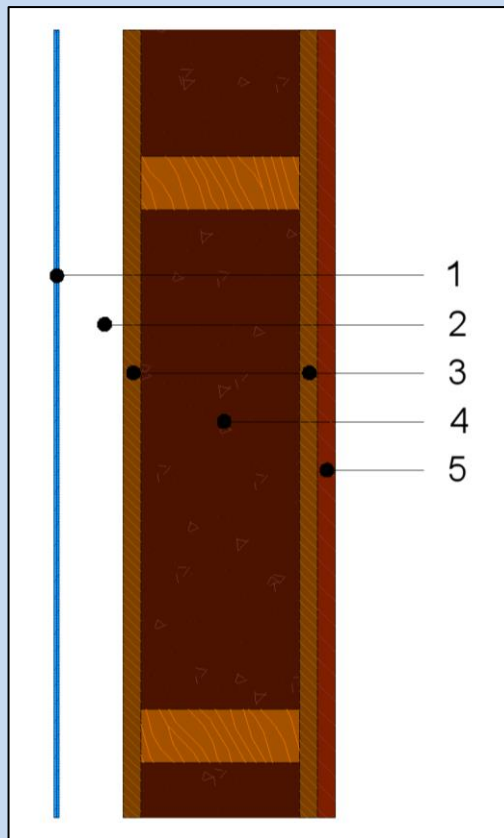
$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_T = 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,18/0,163 + 0,02/0,13 + 0,02/0,24 = 1,65 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 1,65 + 0,04) = 1/1,82 = \mathbf{0,549 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana de l'aulari compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m²·K.

4. Tancament vertical amb mur Trombe de la façana sud de l'aulari.



50. Tancament vertical amb mur Trombe de la façana sud de l'aulari.

Font: Pròpia

- **Vidre 3+3 (1):**

$$e = 0,006 \text{ m} \quad \lambda = 0,80 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 9 cm (2):**

$$e = 0,09 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (3):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Terra compactada de 18 cm (4):**

$$e = 0,18 \text{ m} \quad \lambda = 0,46 \text{ W/m K}$$

**- Plaques d'argila de 2 cm (5):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,24 \text{ W/m K}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

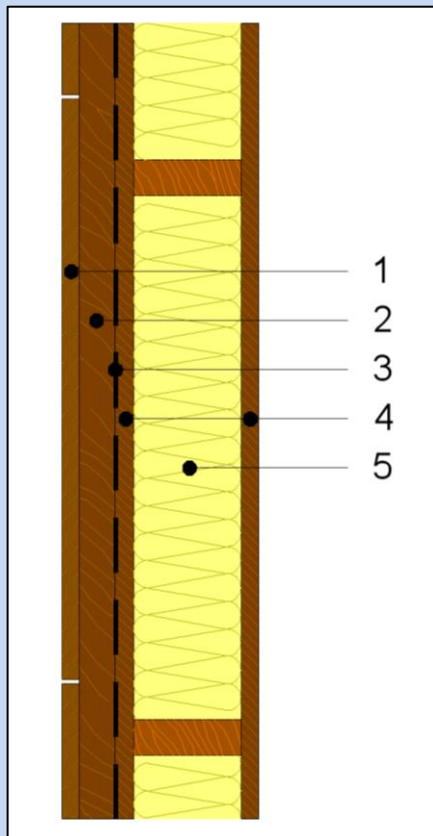
$$R_T = 0,006/0,80 + 0,02/0,13 + 0,18/0,46 + 0,02/0,13 + 0,02/0,24 = 0,79 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 0,79 + 0,04) = 1/0,96 = \mathbf{1,041 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb mur Trombe de la façana sud de l'aulari no compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m<sup>2</sup>·K.

Segons el document bàsic HE d'estalvi d'energia, les solucions constructives dissenyades per tal de reduir la demanda energètica, com és el mur trombe, de les quals les prestacions o comportament tèrmic no es descriuen adequadament mitjançant la transmitància tèrmica, poden superar els límits establerts.

5. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de la façana dels banys.



51. Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi dels banys.

Font: Pròpia

- **Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm (1):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 4 cm (2):**

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Aïllament tèrmic de llana d'ovella amb manta de 12 cm (5):**

$$e = 0,12 \text{ m} \quad \lambda = 0,043 \text{ W/m K}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/ W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

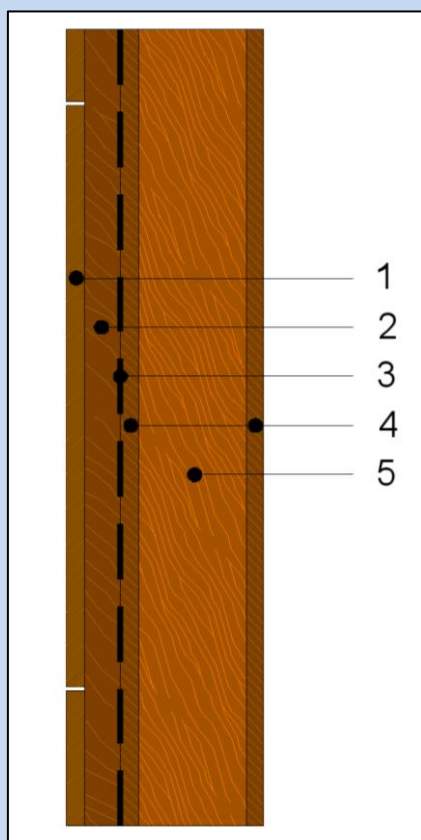
$$R_T = 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,12/0,043 + 0,02/0,13 = 3,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 3,25 + 0,04) = 1/3,42 = \mathbf{0,292 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de la façana dels banys compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m²·K.



6. Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana dels banys.



52. Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana dels banys.

Font: Pròpia

- **Revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de 2 cm (1):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire ventilada de 4 cm (2):**

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \lambda = 0 \text{ W/m K}$$

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Travessers o muntants de fusta serrada estructural de pi de 12 cm (5):**

$$e = 0,12 \text{ m} \quad \lambda = 0,163 \text{ W/m K}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/ W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$$R_T = 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,12/0,163 + 0,02/0,13 = 1,19 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,13 + 1,19 + 0,04) = 1/1,36 = \mathbf{0,735 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana dels banys compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica del mur a la zona climàtica C és de 0,75 W/m<sup>2</sup>·K.

**Font:** Pròpia

- $$e = 0,01 \text{ m} \quad \lambda = 0,15 \text{ W/m K}$$



The diagram shows a cross-section of a material with several layers. From top to bottom, the layers are: a thin yellow layer, a dark brown layer with diagonal hatching, a thick yellow layer with a repeating pattern of overlapping circles, another dark brown hatched layer, and a bottom dark brown hatched layer. Five points are marked with black dots and numbered 1 through 5 from left to right. Point 1 is in the bottom hatched layer. Point 2 is at the interface between the bottom hatched layer and the yellow circle-patterned layer. Point 3 is in the yellow circle-patterned layer. Point 4 is at the interface between the yellow circle-patterned layer and the top hatched layer. Point 5 is in the top hatched layer.

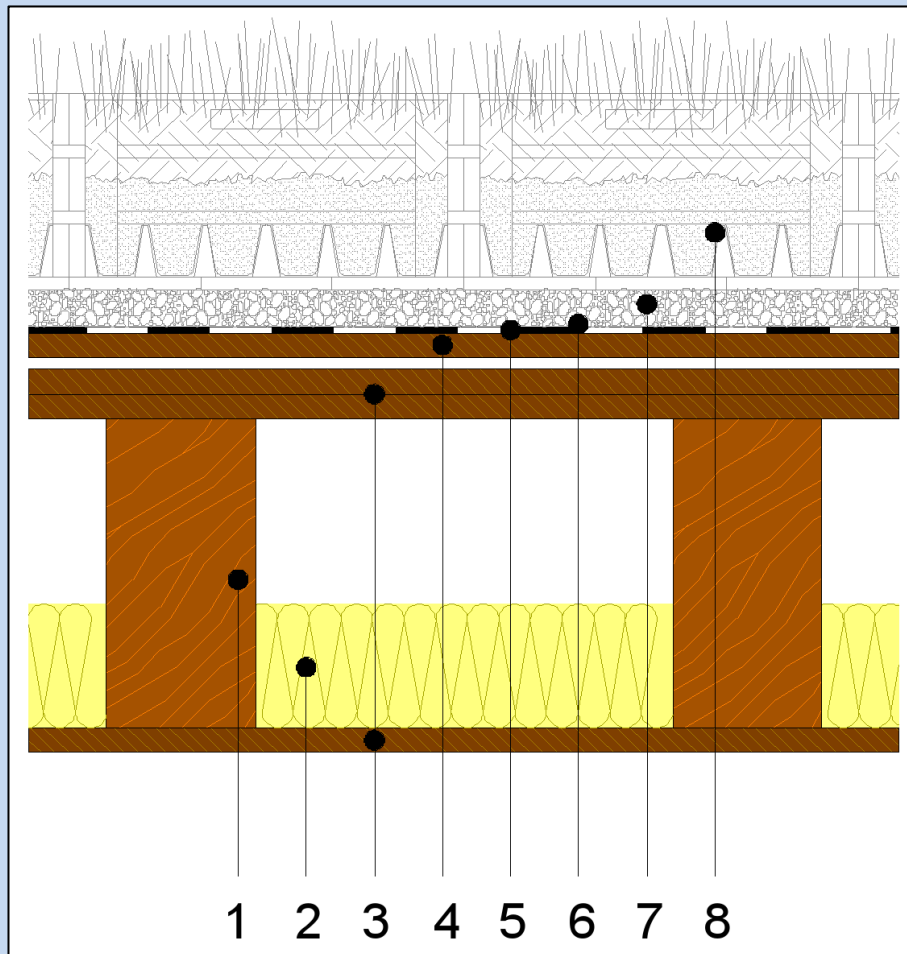
**Font:** Pròpia

- $$e = 0,01 \text{ m} \quad \lambda = 0,15 \text{ W/m K}$$



EPS  
Escola Politècnica Superior

9. Tancament horitzontal de l'aulari (Coberta enjardinada).



55. Tancament horitzontal de l'aulari (Coberta enjardinada).

Font: Pròpia

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (3) (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Aïllament tèrmic de llana d'ovella amb manta de 10 cm (2):**

$$e = 0,10 \text{ m} \quad \lambda = 0,043 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire no ventilada de 15 cm:**

$$e = 0,15 \text{ m} \quad \lambda = 0,16 \text{ W/m K}$$



- **Coberta enjardinada extensiva de 15 cm (no s'han considerat les làmines) (7)(8):**

$$e = 0,15 \text{ m} \quad \lambda = 0,25 \text{ W/m K}$$

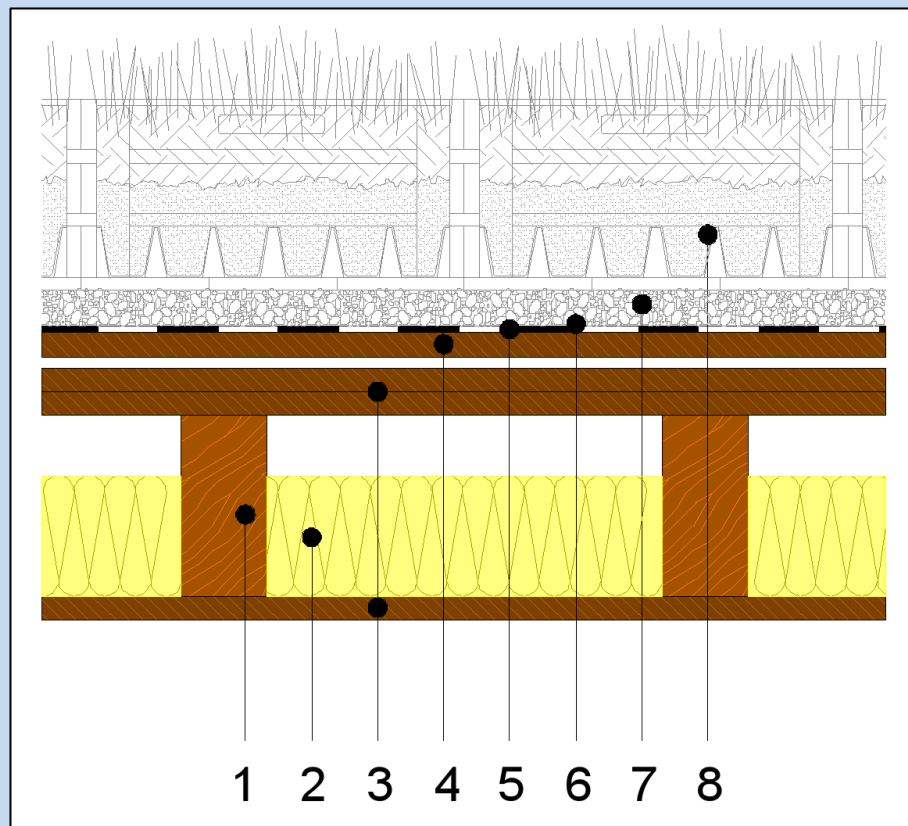
$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\begin{aligned} R_T &= 0,02/0,13 + 0,10/0,043 + 0,15/0,16 + 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,15/0,25 \\ &= 4,48 \text{ m}^2 \text{ K/W} \end{aligned}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,10 + 4,48 + 0,04) = 1/4,62 = \mathbf{0,216 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}}$$

La transmitància del tancament horitzontal de l'aulari compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica de la coberta enjardinada a la zona climàtica C és de 0,50 W/m²·K.

10. Tancament horitzontal dels banys (Coberta enjardinada).



56. Tancament horitzontal dels banys (Coberta enjardinada).

Font: Pròpia

- **Tauler estructural de fusta OSB de 2 cm (3) (4):**

$$e = 0,02 \text{ m} \quad \lambda = 0,13 \text{ W/m K}$$

- **Aïllament tèrmic de llana d'ovella amb manta de 10 cm (2):**

$$e = 0,10 \text{ m} \quad \lambda = 0,043 \text{ W/m K}$$

- **Cambra d'aire no ventilada de 5 cm:**

$$e = 0,05 \text{ m} \quad \lambda = 0,16 \text{ W/m K}$$

- **Coberta enjardinada extensiva de 15 cm (no s'han considerat les làmines) (7)(8):**

$$e = 0,15 \text{ m} \quad \lambda = 0,25 \text{ W/m K}$$

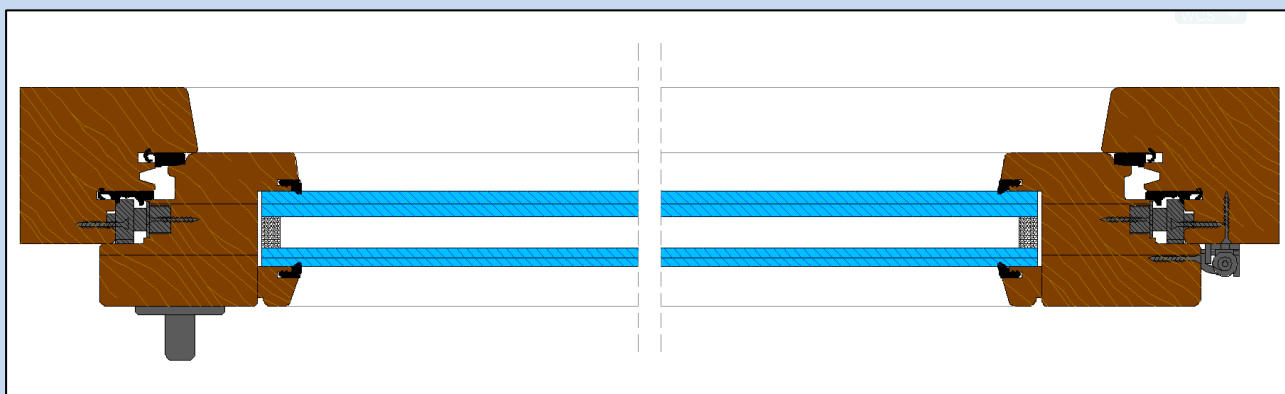
$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad , \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_T = 0,02/0,13 + 0,10/0,043 + 0,05/0,16 + 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,02/0,13 + 0,15/0,25 \\ = 3,85 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_T = 1/(0,10 + 3,85 + 0,04) = 1/3,99 = 0,250 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

La transmitància del tancament horitzontal dels banys compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica de la coberta enjardinada a la zona climàtica C és de 0,50 W/m<sup>2</sup>·K.

#### 11. Fusteria.



57.Fusteria de fusta.

Font: Pròpia

Segons la fitxa tècnica de les fusteries, la transmitància tèrmica d'aquestes és de 1,1 W/m<sup>2</sup>·K. Per tant, la transmitància de totes les obertures compleix amb la normativa espanyola, ja que la transmitància màxima tèrmica dels buits en la zona climàtica C és de 3,10 W/m<sup>2</sup>·K.

## **2.2.4. SISTEMES D'ACABATS**

### **2.2.4.1. Paraments exteriors**

En el present projecte hi ha dos tipologies d'acabat en els paraments exteriors. A continuació s'exposaran els dos tipus.

#### *Parament exterior vertical tipus 1*

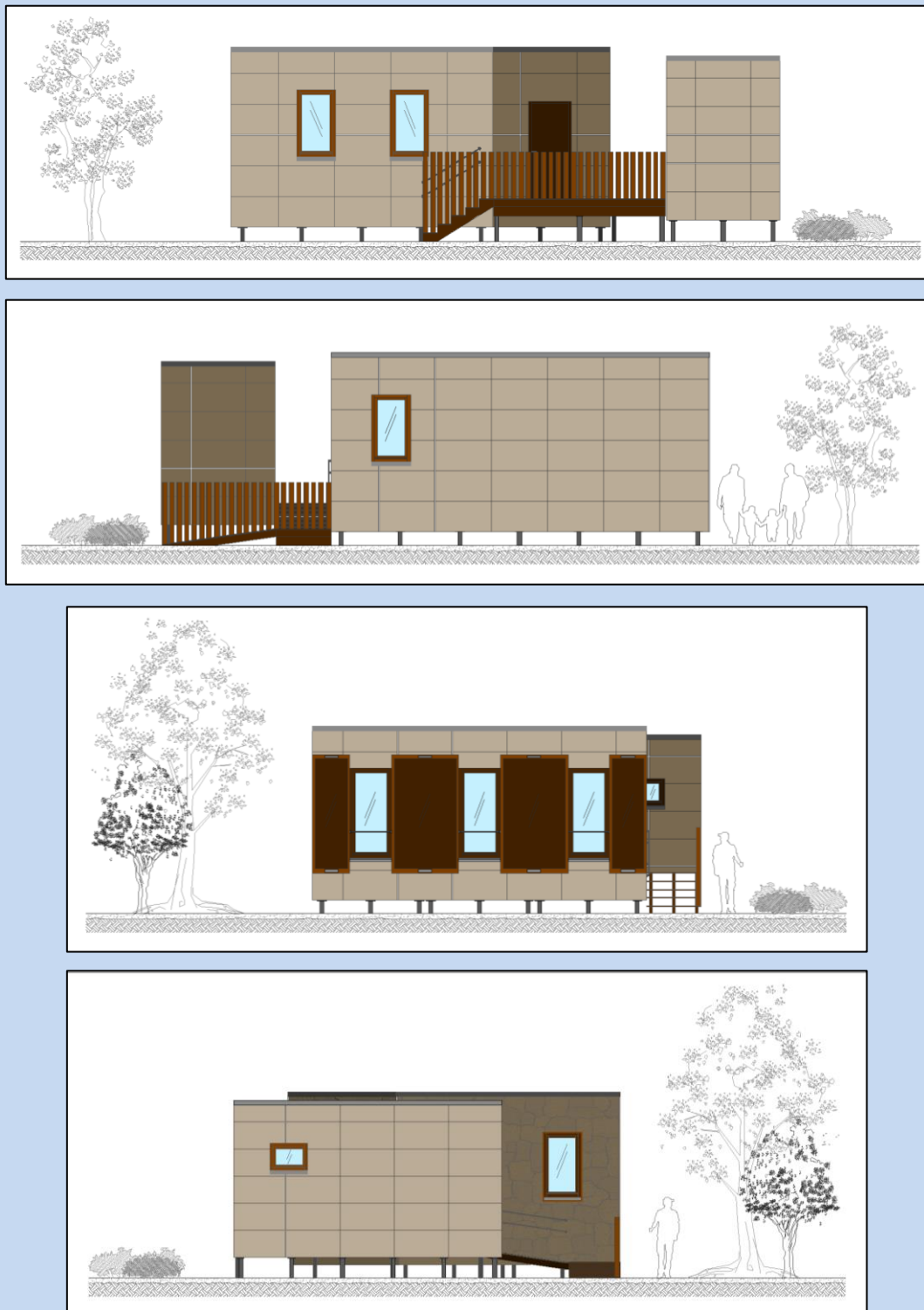
L'acabat del parament exterior tipus 1 del present edifici està constituït per una façana ventilada on la fulla exterior de revestiment són taulers contraxapats fenòlics de pi de dimensions 120x60x2 cm. Aquesta, està fixada mecànicament amb tirafons a una subestructura formada de travessers de fusta de pi ancorats en el tauler estructural de fusta OSB tipus 3 de la fulla interior principal. A la cara exterior del tauler estructural va fixada una làmina impermeable transpirable tipus Tyvek.



*58.Exemple revestiment exterior de tauler contraxapat fenòlic de pi.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Macusa

Aquest acabat del parament exterior tipus 1 es troba a les façanes est, sud i oest de la construcció de l'aulari i a totes les façanes de la construcció dels banys.



59. Alçat de l'acabat del parament exterior tipus 1.

Font: Pròpia



Parament exterior vertical tipus 2

L'acabat del parament exterior tipus 2 del present edifici es resol, igual que l'anterior, substituint el revestiment exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi, per plaques d'escorça surera fixades mecànicament amb tirafons a la subestructura de travessers de fusta de pi.

L'escorça és extreta de l'empresa Corcho del Pais, S.A de Cassà de la Selva. Per tal d'obtenir un material apte pel revestiment de la façana s'hauran de buscar les plaques més planeres. Aquestes s'hauran d'escollir, ja que és una empresa que treballa amb aquest material per fer taps de suro i no pas pel subministrament d'aquest material per a la construcció.



60.Exemple revestiment exterior de plaques d'escorça surera.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Bioarkiteco

Aquest acabat del parament exterior tipus 2 es troba només a la façana nord de la construcció de l'aulari.

#### **2.2.4.2. Paraments interiors**

El parament interior està acabat amb plaques d'argila model EcoclayPLAC de dimensions 130x60x2 cm fixades mecànicament amb cargols anticorrosiu als taulers estructurals de fusta OSB.

EcoclayPLAC ofereix una solució 100% natural en la construcció en sec de paraments en interiors. Es tracta de plaques compostes per argila, sorra, fibra vegetal a diferents granulometries i malla de jute sense tractaments químics per ambdues cares i amb tractament a base de silicat en la part interior de la placa per prevenir qualsevol possible aparició de microorganismes. Entre les seves propietats destaquen la regulació de la humitat relativa de l'estada, la seva permeabilitat al vapor d'aigua, la seva baixa conductivitat i alta inèrcia tèrmica per aconseguir el màxim confort amb un menor cost energètic. A més, afavoreix la neutralització d'olors i partícules tòxiques en la seva estructura per generar ambients nets. És totalment reciclable i un efectiu absorbent acústic. EcoclayPLAC reuneix tots els avantatges de l'argila natural sense additius.

La seva presentació en forma de tauler converteix a ecoclayPLAC en un material completament modern i idoni per a la bioconstrucció i l'arquitectura ecològica.



61. Parament interior amb plaques ecoclayPLAC.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Ecoclay

Les plaques d'argila es fixen mecànicament sobre estructures preexistents mitjançant cargols anticorrosius (es recomana un mínim de 12 cargols per placa i una distància entre centres de

munts de 30 cm). Els taulers es poden tallar amb facilitat amb cúter o serra per adaptar-se a les mesures requerides en obra i afavorir la seva col·locació. Tallar la malla de jute que està adherida a la placa per ambdues cares segons la mesura desitjada, col·locar la placa sobre una superfície amb cantonada i partir-la manualment. Convé la utilització de màscara ja que pot produir pols en suspensió.

El rejuntat de les plaques d'argila s'efectua amb tires de malla de jute i s'aplica una capa de 2 mm de morter d'argila ecoclay BASE per allisar tota la superfície.

Per a l'acabat es pintarà amb pintura d'argila al silicat. Aquesta és només component, lliure de compostos lliures volàtils, lliure d'olors, olis, dissolvents i diòxid de titani. Per tant, altament saludable. Creadora d'ambients confortables ja que està produïda amb colors naturals de la terra. Minimitza la condensació i deté la floridura. Pel seu pH bàsic actua com biocida. Té resistència estàtica, per aquest motiu no reté la pols. Duradora amb alt poder de cobriment, ignífuga i no esquerda. Adequada per a parets i sostres interiors. Presenta acabat mat i permet transpirar a la paret.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica del present material.

### **2.2.4.3. Sostres**

El sostre estarà acabat amb el tauler vist de OSB tipus 3 utilitzat, principalment, per l'ús estructural fent la funció d'unir l'estructura projectada. Principalment l'envolvent està estudiat per tal que no hi hagin problemes en l'acústica de l'interior, però en el cas que hi fossin, es posarien plaques acústiques de fibra de fusta fixades al sostre per tal de donar una bona acústica.

### **2.2.4.4. Paviments**

El paviment escollit pel projecte d'estudi és un paviment de linòleum, exactament és el paviment Marmoleum Click de la casa comercial Forbo. S'ha escollit un color moon, per tal que contrasti amb l'acabat pintat de la paret de plaques d'argila.



*62.Exemple del paviment Marmoleum Click color Moon.*

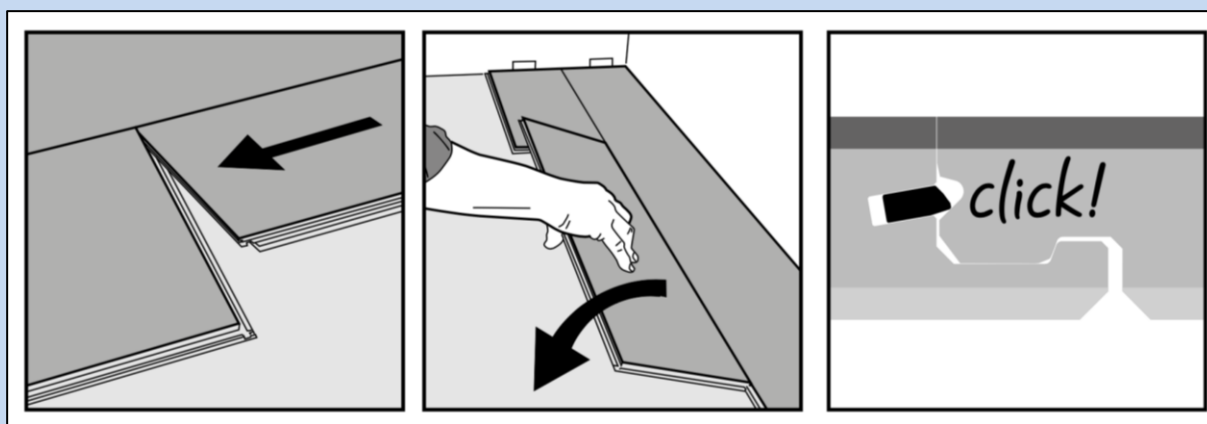
**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Forbo

Aquest és un paviment natural elaborat a partir d'un 97% de matèries primeres naturals, del 70% de les quals es renoven ràpidament, juntament amb un 43% de material reciclat. Entre les principals matèries primeres que s'utilitzen per a la seva fabricació s'inclou l'oli de llinassa (que s'obté de les llavors de la planta del lli), la farina de fusta (procedent d'una producció controlada) i el jute (el revés natural sobre el qual es calandra el linòleum).

Es fabrica totalment a partir de matèries primeres obtingudes en el seu hàbitat natural, on creixen i es renoven, sovint en tan sols 12 mesos. El jute i el lli s'obtenen de collites anuals que es recol·lecten de la mateixa manera que el blat o el blat de moro. L'extracció de la resina és un procés continuat,

mentre que la farina de fusta, un material residual de la indústria de la fusta, s'obté de la producció forestal europea.

Aquests panells estan elaborats amb fibra d'alta densitat resistent a l'aigua, amb una capa de linòleum 2,5 mm en la superfície i un revés de suro que absorbeix el soroll. El panell escollit té unes dimensions de 90x30 cm i un grossor total de 9,8 mm. La capa de linòleum de 2.5 mm a la part superior és tan duradora que manté les seves propietats fins i tot en zones exigents.



63.Sistema d'assemblatge del paviment Marmoleum Click.

Font: Forbo

S'instal·la ràpidament i fàcilment, ja que no precisa l'ús d'adhesiu gràcies al sistema d'assemblatge que van proveïdes que encaixen perfectament unint-se les unes amb les altres. Com els panells són amples i no presenten cap junta quan estan connectats, resulta senzill obtenir un acabat bonic i suau en molt poc temps.

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica del present material.



## **2.2.4.5. Fusteries**

### Finestres

Les finestres que s'han escollit pel present projecte són de fusta model Finestra fusta 69 de la casa comercial Finestres Soldevila.

La fusteria de fusta està constituïda per un gruix de fulla laminada de 69 mm, on el bastiment o marc de fusta té un gruix de 70 x 80 mm. El perfil de fusta de 69 mm. suporta el vidre i la ferramenta i permet col·locar vidres de fins a 34 mm de gruix.

També permet aconseguir unes prestacions de CLASSE 4 permeabilitat a l'aire UNE-EN 12207, CLASSE 9A estanquitat a l'aigua UNE-EN 12208, CLASSE C5 resistència al vent UNE-EN 12210 i CLASSE 3 durabilitat UNE-EN 12400.



64.Fusteria model Finestra fusta 69.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Finestres Soldevila

A continuació, s'exposaran diferents característiques de la fusteria del present projecte.

- Oscil·lobatent practicable:

El sistema d'obertura de la fulla amb l'eix vertical permet que es puguin obrir cap a la dreta o cap a l'esquerra amb una molt bona ventilació perpendicular i ventilació superior en posició oscil·lobatent. Té molt bones possibilitats de neteja.

- Material fusta de Pi:

L'albor és groc pàl·lid i el duramen ocre-vermellós. S'enfosqueix amb la llum (raigs UV). De textura mitja i uniforme, fibra recte i gra molt variable (des de fi a gruixut) depenent de la zona de procedència. Conté nombrosos nusos (que es poden evitar amb la utilització de fusta laminada) i un percentatge de resina del 2,5% aprox. Procedència: Europa.

- La fusta massissa laminada i encolada:

Consisteix a unir, encolar per la cara plana, diferents posts o taulons de gruix variable, però al voltant dels 3 cm. D'aquesta forma, es poden aconseguir peces de gran cantell (múltiples de 3 cm) i llargada il·limitada a base d'empalmar per testa els taulons. Resisteix perfectament la humitat, sense produir esquerdes ni deformacions.

- Vernís a l'aigua:

El procés de vernís a l'aigua produeix una pel·lícula plena que assegura una resistència alta a l'aigua, al vapor, als raigs ultraviolats i a l'envelliment.

Amb una alta capacitat de bany que permet millorar la definició del porus en les fustes latifòlies i de reduir la inflamació de la fibra en les fustes coníferes.

La transparència al moment de la pel·lícula de vernís fa tornar visible el color de la fusta.

Són molts els avantatges del vernís a l'aigua: no produeix emissions nocives ni olors desagradables, és molt fàcil d'aplicar i amb ell s'obté uns resultats estètics de qualitat que aporten una gran resistència a l'acabat.

Amb el vernís a l'aigua es redueixen els dissolvents orgànics volàtils i es coopera així amb l'eliminació i la reducció al mínim de tots els factors que puguin arriscar seriosament la salut de les persones i provocar danys irreversibles al medi ambient.

- Vidre:

El vidre també contribueix en gran mesura a la millora del confort dins de l'hàbitat o lloc de treball. La gran varietat de tipus de vidres i les seves múltiples funcions satisfan plenament les exigències del confort actual.

La fusteria permet col·locar vidres de fins a 34 mm de gruix. El vidre de la fusteria del present projecte està compost per un vidre exterior de 4+4 amb una cambra d'aire de 14 cm i finalment un vidre interior de 6+6.

En les finestres es pot escollir la composició del vidre en funció de la necessitat de cada instal·lació, i bàsicament són:

- Aïllament tèrmic

Un tancament de vidre generalment separa dos ambients que estan a diferent temperatura.

El tancament de vidre està format per un doble vidre que permet obtenir un millor aïllament tèrmic.

El principi de doble tancament consisteix a tancar entre dos vidres una càmera d'aire, immòbil i sec, que limita els intercanvis tèrmics per convecció aprofitant la baixa conductivitat tèrmica de l'aire. Si es vol millorar el sistema, i fer que les transferències per conducció i convecció disminueixin, es substitueix l'aire que es troba entre els dos vidres per un gas més pesat que tingui una conductivitat tèrmica més baixa (generalment argó).

- Aïllament acústic

La contaminació acústica és un gran problema que cada cop creix més en les grans ciutats i és una de les principals causes d'estrès i cansament mental.

Amb un bon aïllament acústic s'elimina una gran part d'aquestes molèsties. S'ha de tenir en compte que la suma dels elements que formen la finestra, marc, fulles, vidre, gomes i juntes és el que determina les característiques de la finestra i el seu grau d'aïllament acústic.

La combinació de vidres pot evitar que els sorolls entrin dins l'edifici, bàsicament amb la utilització del vidre càmera, format per dues llunes separades per una càmera d'aire i segellada pels costats amb material plàstic.

La millora de les prestacions acústiques dels vidres s'obté, principalment, augmentant el gruix i la asimetria dels vidres en el tancament, ja que els vidres laminats es comporten pràcticament igual que un vidre monolític.

- Ferramenta:

La ferramenta utilitzada en les finestres està fabricada amb aliatge d'acer i de zinc modelat sota pressió d'alta qualitat, galvanitzada i bicromatitzada, segons el sistema de tractament color plata. Amb una aplicació en tres línies de revestiment d'alta tecnologia.

- Gomes:

Les juntes i gomes d'estanqueïtat que segellen la finestra han estat dissenyades i adaptades al producte amb les millors solucions a l'aïllament de l'aigua, aire, brutícia, etc. Estan fabricades amb polipropilè (el cos rígid interior) i polietilè (la part externa que cobreix el perfil).

- Manetes:

La maneta incorpora una funció de bloqueig automàtic per a més seguretat. Impedeix el desplaçament de la ferramenta des de l'exterior.

Les manetes per finestres amb sistema Secustik© de HOPPE, incorporen una funció de bloqueig automàtic patentat, per a més seguretat bàsica. Aquesta funció impedeix un desplaçament de la ferramenta des de fora. Un element d'unió entre la maneta i el llistó quadrat actua de díode mecànic. Aquest element permet accionar la maneta des de l'interior, però la bloqueja quan algú intenta manipular-la des de fora a través de la ferramenta.

- Airejador:

Airejador dissenyat especialment per ser encastat en la llinda del marc de la finestra. L'airejador porta incorporat una vàlvula antiretorn que l'obre automàticament segons la diferència de pressió entre l'interior i l'exterior. Amb aquesta vàlvula antiretorn s'eviten possibles corrents no controlades dins de l'habitatge que podrien utilitzar l'airejador en la direcció contrària. Aquest, està fabricat en xapa galvanitzada pintada en qualsevol color RAL.

El seu cabdal nominal és de 10l/s amb una diferència de pressió de 20Pa. L'airejador té un alt aïllament a  $D_{n,e,w}$  39dB i incorpora un filtre contra la brutícia classe G3.

Els paràmetres bàsics que s'han tingut en compte a l'hora de l'elecció de la fusteria exterior han estat: la zona climàtica, la transmitància tèrmica, el grau de permeabilitat, les condicions d'accessibilitat per façana, les condicions de seguretat d'utilització referent als buits i elements de protecció, les condicions d'aïllament acústic determinats pels documents bàsics DB-HE-1 de Limitació de la demanda energètica, DB-SI-5 Intervenció de bombers, DB-SUA-1 Seguretat enfront del risc de

caigudes i DB-SUA-2 Seguretat enfront del risc d'impacte i atrapament i DB-HR de protecció enfront del soroll.

### Portes

Les portes que s'han escollit pel present projecte són de fusta de la casa comercial Canomar. La fusteria de fusta està constituïda per un gruix de fulla massissa de 45 mm, on el bastiment ò marc de fusta té un gruix de 90 x 60 mm.



65. Porta de fusta massissa de la casa comercial Canomar.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Canomar

A continuació, s'exposaran diferents característiques de la porta del present projecte.

#### - Material fusta de Pi:

L'albor és groc pàl·lid i el duramen ocre-vermellós. S'enfosqueix amb la llum (raigs UV). De textura mitja i uniforme, fibra recte i gra molt variable (des de fi a gruixut) depenent de la zona de procedència. Conté nombrosos nusos (que es poden evitar amb la utilització de fusta laminada) i un percentatge de resina del 2,5% aprox. Procedència: Europa.

#### - Ferramenta:

La ferramenta utilitzada en portes està fabricada amb aliatge d'acer i de zinc modelat sota pressió d'alta qualitat, galvanitzada i bicromatitzada, segons el sistema de tractament color plata. Amb una aplicació en tres línies de revestiment d'alta tecnologia.



- Gomes:

Les juntes i gomes d'estanqueïtat que segellen la finestra han estat dissenyades i adaptades al producte amb les millors solucions a l'aïllament de l'aigua, aire, brutícia, etc. Estan fabricades amb polipropilè (el cos rígid interior) i polietilè (la part externa que cobreix el perfil).

#### **2.2.4.6. Proteccions solars**

Els dispositius de protecció solar exclusivament de la radiació solar, estan compostos per un sistema de control solar de lames de fusta inclinades de desenvolupament horitzontal, ja que s'impedeix la radiació provinent del sol segons interressi. Aquestes lames estaran unides a partir de dos travessers laterals que estaran fixats al batent de l'obertura de la finestra i també fixats a partir de dos tirants metàl·lics anclats a la façana. Aquest sistema eliminarà la radiació directa, però no la difusa, i permet la funció d'il·luminació i la circulació d'aire.

En canvi, els dispositius de protecció a la transmissió de calor dels buits del present projecte es desenvolupen en paral·lel al vidre i a poca distància per crear una càmera d'aire entre tots dos. Aquestes són les cortines interiors, que protegeixen i obstrueixen total o parcialment el pas del sol, arribant-se a utilitzar algunes per a l'enfosquiment complet dels locals.

## **2.2.5. SISTEMES D'ACONDICIONAMENT I INSTAL·LACIONS**

### **2.2.5.1. Fontaneria**

#### Descripció de la instal·lació

La instal·lació de fontaneria s'ha previst al mòdul dels banys, ja que al mòdul de l'aulari no és necessària. Aquesta haurà de complir l'apartat de "Subministra d'aigua" del document bàsic de Salubritat HS4 del Codi Tècnic de l'edificació i l'apartat de "Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària" del document bàsic d'Estalvi energètic HE4 del Codi Tècnic de l'Edificació.

La instal·lació del mòdul dels banys serà d'aigua freda sanitària i d'aigua calenta sanitària. El subministrament d'aigua arriba de l'edifici principal existent i d'aquest sortirà un ramal on arribarà als banys i alimentarà tots els punts de consum.

La instal·lació haurà de garantir unes propietats i l'aigua haurà de complir unes condicions per a ser apta per al consum humà. S'hauran de tenir en compte els materials utilitzats a la instal·lació, vigilant que no afectin al subministrament ni que alterin la naturalesa de l'aigua.

#### **- Subministrament d'aigua potable**

El subministrament d'aigua potable arribarà des del comptador situat a l'edifici principal del recinte de la fundació amb un valor de pressió considerat de 30 m.c.a. D'allà sortirà un subministrament d'aigua que anirà cap als banys. Aquesta línia anirà soterrada fins arribar als mòdul i després pujarà fins a l'interior de la construcció. Aquest subministrament es farà a partir de canonades de Polietilè de la marca comercial de Ferroplast.

#### **- Xarxa interior del mòdul dels banys**

La canonada d'aigua entrarà al mòdul per la part inferior fins arribar al punt on es col·locarà l'aixeta de pas. A partir d'aquesta clau es distribuirà per la paret del tancament fins tots els punts de consum. La producció d'aigua calenta sanitària es farà mitjançant un termo elèctric, per tant, des de la clau de pas anirà una canonada fins aquest i sortirà l'aigua calenta sanitària fins tots els punts de consum. Aquest subministrament es farà a partir de canonades de Polietilè reticulat de la marca comercial de Ferroplast.

El pas de les canonades d'aigua fred s'ha d'executar de tal forma que no resultin afectades per punts de calor i per consegüentment han d'estar separades de les canalitzacions d'aigua calenta a una distància de 4 cm, com a mínim. Quan les dues canonades estiguin en un mateix pla vertical, l'aigua

freda anirà sempre per sota de l'aigua calenta. Les canonades d'aigua també aniran sempre per sota de qualsevol canalització o element que contingui dispositius elèctrics o electrònics, guardant una distància en paral·lel de almenys 30 cm.

- Grups de pressió

Els grups de pressió no seran necessaris en aquest cas, ja que la pressió que arriba en el punt més desfavorable és suficient segons normativa. Tot i així, en l'apartat de càlculs queda justificat.

En l'apartat de documentació gràfica, en el plànol número 8.26 es mostra la distribució de la instal·lació de fontaneria del bany del present projecte.

### Càlculs de la instal·lació

- Justificació del sistema de càlcul

- Càlcul diàmetres

Per calcular el diàmetre de les canonades es fa a través de la hidràulica. S'aplicarà un coeficient de simultaneïtat (K) a la suma del cabal instantani dels aparells.

$$K = 1/(\sqrt{n} - 1)$$

n      Nombre d'aixetes

Tot seguit, es busca el cabal simultani de cada tram a partir de la següent fórmula.

$$Q_s = Q_t \cdot K$$

Q<sub>s</sub>      Cabal simultani

Q<sub>t</sub>      Suma del cabal instantani dels aparells

Per últim, un cop s'han obtingut els cabals simultanis, es calcularà la secció per obtenir els diàmetres teòrics a partir de la següent formula, suposant una velocitat de 1 m/s.

$$(\pi \cdot d^2)/4 = Q_s/v$$

$d$       Diàmetre teòric (mm)

$Q_s$       Cabal simultani (l/s)

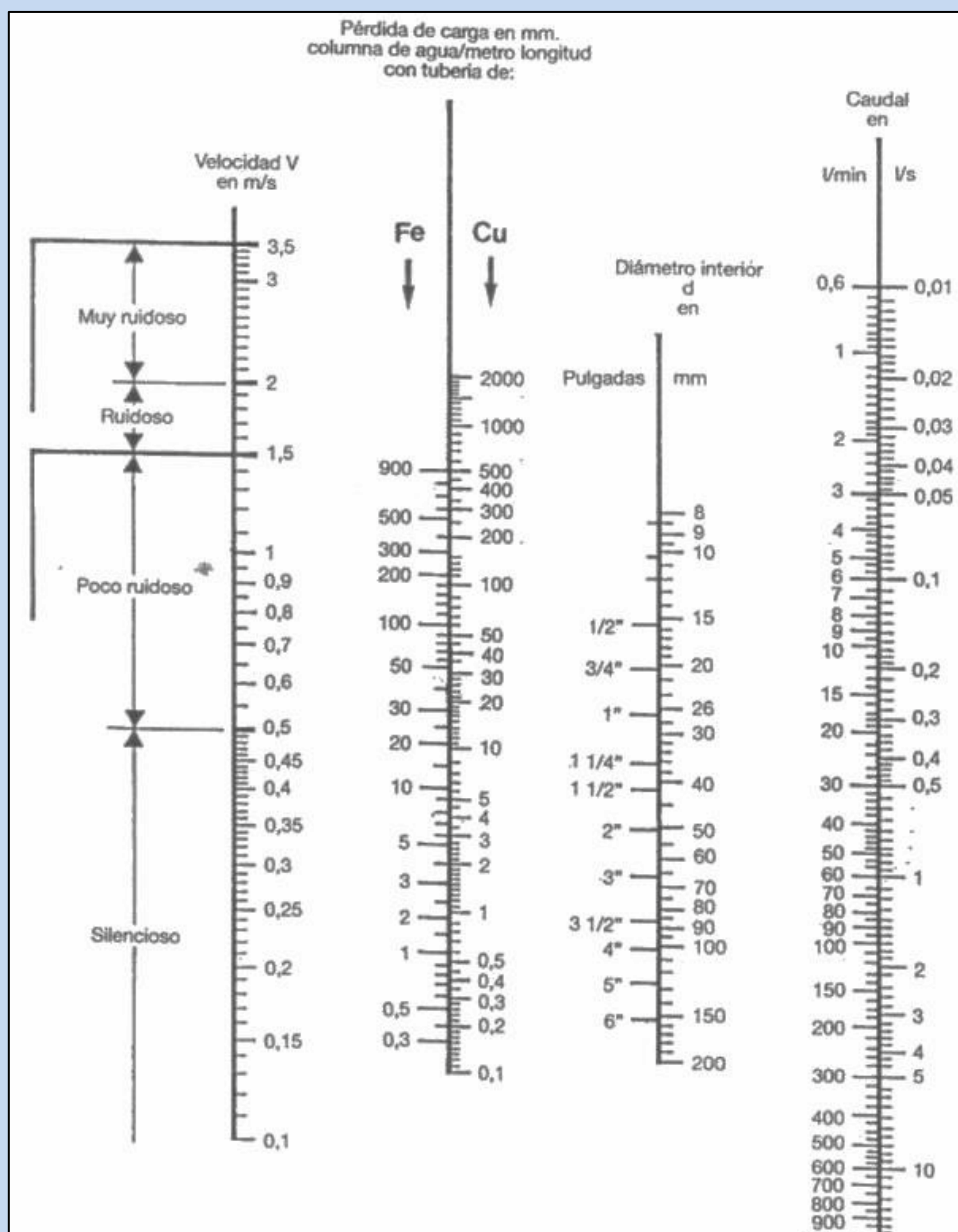
$v$       Velocitat de l'aigua (m/s)

Un cop s'ha trobat el diàmetre teòric de cada tram s'haurà de triar el diàmetre comercial, tenint en compte que el resultat obtingut anteriorment es tracta del diàmetre interior.

Els càlculs dels diàmetres teòrics quedaran adjuntats a la taula de l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.8.

○ Càlcul Pressions

Les pressions es calcularan mitjançant un àbac en el que s'hi marcaran els cabals obtinguts anteriorment i la velocitat. Es traçarà una línia, tot unint aquestes dues dades, i s'obindrà la pèrdua de càrrega. S'ha utilitzat l'àbac suposant que el tub de plàstic tindrà una pèrdua de càrrega d'un tub de coure. L'àbac en qüestió és el que es mostra a continuació.



66.Àbac.

Font: David Duran Sánchez Blogspot



Tot seguit, s'aplicarà la següent fórmula per obtenir la pressió final del tram.

$$P_o = P_f \pm H + J(L + L_e)$$

P<sub>o</sub> Pressió inicial (m.c.a)

P<sub>f</sub> Pressió final (m.c.a)

H Alçada manomètrica (m.c.a)

J Pèrdua de càrrega

L Longitud real (m)

L<sub>e</sub> Longitud equivalent (m), es valora com el 30% de la longitud real

Cal recordar que la pressió final d'un tram és la pressió inicial del tram que dona continuïtat. Un cop s'han obtingut els diàmetres, cal comprovar amb la normativa per assegurar que el diàmetre que s'ha calculat és el correcte.

Els càlculs de les pressions quedaran adjuntats a la taula de l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.8.

- Càlcul del termo elèctric

A partir de la següent fórmula i considerant que es necessitarà un volum d'aigua calenta de l'acumulador per tal d'abastir tres punts de consum durant 10 min.

$$V_A \cdot \Delta T = V_C \cdot \Delta T$$

$$0,05 \text{ l/s} \cdot 3 \text{ punts de consum} \cdot 5 \text{ min} \cdot 60 \text{ segons} = 45 \text{ l a } 40^\circ\text{C}$$

$$V \cdot (60 - 10) = 45 \cdot (40 - 10)$$

$$V = \frac{45 \cdot 30}{50} = 27 \text{ l a } 60^\circ\text{C}$$

Segons el catàleg comercial agafarem un acumulador de 30 litres.

**- Requisits mínims de la instal·lació**

A continuació s'exposaran les condicions mínimes establertes pel subministrament d'aigua segons el document bàsic de Salubritat del Codi tècnic de l'edificació.

La instal·lació haurà de subministrar als aparells i equips del equipament higiènic els cabals que figuren a la següent taula 2.1 de l' apartat de subministra d'aigua.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato		
Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaros con grifo temporizado	0,15	-
Urinaros con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

67.Cabal instantani mínim per cada tipus de punt de consum.

Font: Codi tècnic de l'edificació

També tots els punts de consum hauran de tenir una pressió mínima de 10 m.c.a per a aixetes comunes i 15 m.c.a per a fluxors i calderes. La pressió a qualsevol punt de la instal·lació de la construcció no podrà superar els 50 m.c.a.

La temperatura de ACS en els punts de consum ha d'estar compresa entre els 50°C i els 65°C i la temperatura de l'aigua a l'acumulador ha d'estar compresa entre 60°C i 80°C, per a poder evitar la bactèria de la legionel·la, segons l'ITE.

En referència a la velocitat, s'estableix una velocitat entre 0,5 m/s i 2 m/s en canonades metàl·liques i entre 0,50 m/s i 3,5 m/s en canonades termoplàstiques i multicapa. És aconsellable no tenir una velocitat superior a 1,50 m/s.

Els trams de la instal·lació s'obtidran a partir del càlcul explicat anteriorment, però s'hauran de verificar amb la següent taula, agafant sempre el diàmetre superior entre el diàmetre nominal teòric i el diàmetre nominal de càlcul. El diàmetre dels trams d'aigua calenta sanitària tindran el mateix diàmetre que els calculats pels trams d'aigua freda sanitària.

<b>Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos</b>		
<b>Aparato o punto de consumo</b>	<b>Diámetro nominal del ramal de enlace</b>	
	<b>Tubo de acero</b>	<b>Tubo de cobre o plástico (mm)</b>
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

68. Diàmetres mínims dels trams.

Font: Codi tècnic de l'edificació

## **2.2.5.2. Sanejament**

### Descripció de la instal·lació

La instal·lació de sanejament del mòdul dels banys consistirà en una xarxa de recollida d'aigües residuals, ja que les aigües pluvials obtingudes en el mòdul de l'aulari i el dels banys no s'embocaran a la xarxa pública de recollida d'aigües, sinó que s'embocaran al terreny vegetal. Aquesta haurà de complir el document bàsic d'evacuació d'aigües HS 5 del Codi tècnic de l'edificació.

Les canonades de la xarxa d'evacuació hauran de tenir el traçat més senzill possible, amb unes distàncies i pendents que facilitin l'evacuació dels residus. L'evacuació d'aigües residuals es farà per gravetat fins la xarxa de clavegueram municipal que passa per la via pública.

En el nostre cas, pel que fa a la depuració, no es trobarà cap sistema encarregat de depurar les aigües provinents de la instal·lació, ja que partim d'un sistema de recollida que aboca a la xarxa pública i aquesta és l'encarregada de realitzar el tractament corresponent de les aigües residuals.

La instal·lació d'aigües residuals no serà molt complexa, ja que només es compondrà per tres lavabos i tres vàters i es realitzarà tal i com s'ha representat als plànols adjuntats. Aquesta es desaiguarà per gravetat fins arribar a la xarxa de clavegueram públic.

Per una banda es tindran dos punts de desguàs, que seran lavabos, que s'uniran per espina de peix a un col·lector penjat a la part inferior del forjat i que aniran a buscar el baixant més proper. Per altra banda es tindran dos punts de desguàs, que seran vàters, que s'uniran entre ells i aniran al baixant. Finalment es tindran tres punts de desguàs més, que seran un vàter, un lavabo i el col·lector comentat anteriorment, que s'uniran i aniran al baixant.

Aquests dos baixants, anomenats anteriorment, s'uniran a partir d'un col·lector enterrat d'una pendent de 2% com a mínim. El col·lector haurà de finalitzar amb una arqueta sifònica, d'aquesta manera s'impedirà que les males olors passin a l'interior del mòduls dels banys. A partir d'aquesta arqueta es buscarà el col·lector enterrat, de la resta de la instal·lació de l'edifici principal, que es connectarà a la xarxa pública de clavegueram que està a la via pública.

S'hauran de tenir en compte una sèrie de punts per a les rases per canonades enterrades de materials plàstics. Aquestes seran de parets verticals i l'amplada serà el diàmetre del tub més 50 cm i com a mínim 60 cm. La profunditat que s'adoptarà serà en funció del tram de la pendent donada. Les canonades es recolzaran en tota la seva longitud sobre un llit de material granular que pot ser sorra,

grava o terra. Es tancarà la rasa a partir de capes de 10 cm, compactant cada una d'aquestes fins a 30 cm del nivell superior que es realitzarà un últim abocament i la compactació final.

### Càlculs de la instal·lació

- Justificació del sistema de càlcul

El sistema de càlcul s'ha realitzat mitjançant unes taules adjuntades al document bàsic d'Evacuació d'aigües del Codi tècnic de l'edificació.

- Càlcul de la instal·lació de sanejament d'aigües residuals

Per dimensionar les derivacions individuals s'ha utilitzat la taula 4.1 que s'adjunta a continuació, en la qual es mostren l'adjudicació de UD a cada tipus d'aparell i els diàmetres mínims dels sifons i d'aquestes derivacions en funció del ús.

<b>Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios</b>				
<b>Tipo de aparato sanitario</b>		<b>Unidades de desagüe UD</b>		<b>Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)</b>
		<b>Uso privado</b>	<b>Uso público</b>	<b>Uso privado      Uso público</b>
Lavabo		1	2	32      40
Bidé		2	3	32      40
Ducha		2	3	40      50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40      50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100      100
	Con fluxómetro	8	10	100      100
Urinario	Pedestal	-	4	-      50
	Suspendido	-	2	-      40
	En batería	-	3.5	-      -
Fregadero	De cocina	3	6	40      50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-      40
Lavadero		3	-	40      -
Vertedero		-	8	-      100
Fuente para beber		-	0.5	-      25
Sumidero sifónico		1	3	40      50
Lavavajillas		3	6	40      50
Lavadora		3	6	40      50
Cuarto de baño	Inodoro con cisterna	7	-	100      -
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con fluxómetro	8	-	100      -
Cuarto de aseo	Inodoro con cisterna	6	-	100      -
(lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con fluxómetro	8	-	100      -

69. Unitats de desguàs i diàmetre de diferents aparells sanitaris.

Font: Codi tècnic de l'edificació

Els diàmetres indicats a l'anterior taula es consideren vàlids per ramals individuals que la seva longitud sigui igual a 1,5 m. Per ramals majors s'haurà d'efectuar un càlcul en funció de la longitud, la pendent i el cabal a evacuar.



Els sifons individuals han de tenir el mateix diàmetre que el de la vàlvula de desguàs connectada a la derivació individual.

A continuació, es pot apreciar la taula 4.3 en la qual s'obtenen el diàmetre dels ramals de col·lectors, segon el nombre màxim d'unitats de desguàs, entre els aparells sanitaris i la baixant.

<b>Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante</b>			
<b>Máximo número de UD</b>			<b>Diámetro (mm)</b>
<b>1 %</b>	<b>Pendiente 2 %</b>	<b>4 %</b>	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

70. Diàmetre col·lectors entre aparells sanitaris i la baixant.

Font: Codi tècnic de l'edificació

En el nostre cas, si es sumen les unitats de desguàs que hi ha a la instal·lació, que són 4 unitats, es tindrà un col·lector de pendent de 2% amb un diàmetre mínim de 50mm. L'altre aparell sanitari que es té, va directament al baixant pròxim. En els càlculs anteriors no s'ha tingut en compte cap vàter, ja que el seu col·lector anirà directament al baixant, no connectarà amb cap col·lector dels altres aparells sanitaris.

S'haurà de tenir en compte que, si a la suma d'unitats totals li correspon un diàmetre inferior de 100 mm i a la instal·lació hi ha un vàter, llavors, li correspondrà un diàmetre superior a 100 mm, és a dir, el diàmetre serà de 110 mm com a mínim.

Per a calcular el col·lector de recollida de les diferents derivacions, s'haurà de conèixer el nombre d'unitats totals que hi ha en el present edifici. En total es tenen tres vàters i tres lavabos, que sumen un total de 21 d'unitats de desguàs. A partir de la següent taula 4.5 s'obtindrà el diàmetre d'aquest col·lector.

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

71. Diàmetre col·lectors horitzontals.

Font: Codi tècnic de l'edificació

Mitjançant la taula anterior, es troba que el diàmetre del col·lector principal haurà de ser com a mínim de 75 mm, però tenint els vàters amb un diàmetre superior a 75 mm, és a dir, de 110 mm, no podrà ser. Per tant, s'atorgarà un diàmetre del col·lector principal de 125 mm.

A continuació es calcularan els diàmetres dels baixants, en funció de les unitats de desguàs i les plantes de l'edifici, mitjançant la taula 4.4 següent.

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD**

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

72. Diàmetre baixants.

Font: Codi tècnic de l'edificació

Al nostre cas es té un baixant que engloba dos vàters, per tant, calculant les unitats de desguàs, és a dir, 10, segons la taula anterior s'agafarà el diàmetre 50 mm. Com són vàters i el seu desguàs és de 110 mm mínim, s'agafarà aquest valor.

A l'altre baixant, s'ha de considerar que hi desaigua un vàter i tres lavabos, per tant, com en el cas anterior, s'agafarà el valor de 110 mm. ja que hi ha un vàter i amb la suma de totes les unitats de desguàs no supera aquest valor.

**- Càlcul de la instal·lació de sanejament d'aigües pluvials**

Pel càlcul de la instal·lació d'aigües pluvials només s'haurà d'obtenir el nombre d'embornals que s'hi posarà a la coberta i el càlcul del baixant fins a cota de terreny, ja que, com anteriorment s'ha explicat, aquesta aigua pluvial s'abocarà al terreny.

El nombre mínim d'embornals que s'ha de disposar està indicat a la següent taula 4.6, en funció de la superfície projectada horitzontalment de la coberta.

<b>Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta</b>	
<b>Superficie de cubierta en proyección horizontal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Número de sumideros</b>
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

*73. Nombre d'embornals en funció de la superfície de la coberta.*

**Font:** Codi tècnic de l'edificació

La coberta de l'aulari té una superfície total de 53,76 m<sup>2</sup> i segons la taula anterior s'hauran de tenir com a mínim 2 punts d'embornals. La coberta dels banys té una superfície de 14,53 m<sup>2</sup>, per tant s'hauran de tenir com a mínim 2 punts d'embornals, com el cas de la coberta de l'aulari.

De la mateixa manera, es calcula el diàmetre del baixant d'aigües pluvials en funció de la superfície en projecció horitzontal de la coberta en qüestió. Aquest valor s'obtindrà a partir de la taula 4.8 següent.

<b>Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h</b>	
<b>Superficie en proyección horizontal servida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro nominal de la bajante (mm)</b>
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

*74. Diàmetre dels baixants d'aigües pluvials.*

**Font:** Codi tècnic de l'edificació

Com s'ha comentat anteriorment, la coberta de l'aulari té una superfície total de 53,76 m<sup>2</sup> i segons la taula anterior, el diàmetre nominal dels dos baixants haurà de ser de 50 mm. En el cas de la coberta dels banys es podrà considerar també un baixant de 50 mm, ja que la coberta és de 14,53 m<sup>2</sup>.

### Materials utilitzats

La instal·lació estarà composta per les canonades d'aigua, de les quals hi ha les derivacions individuals, els col·lectors i els baixants, els sifons dels aparells sanitaris i l'arqueta sifònica registrable.

En l'apartat de documentació gràfica, en el plànol número 8.27 es mostra la distribució de la instal·lació de sanejament del les construccions del present projecte.

### **2.2.5.3. Electricitat i il·luminació**

#### Descripció de la instal·lació

La instal·lació d'electricitat del present projecte s'ha previst al mòdul de l'aulari i al dels banys. Aquesta s'ha dissenyat i dimensionat perquè es pugui dur a terme l'activitat a realitzar.

La instal·lació d'electricitat haurà de complir el document bàsic d'estalvi energètic l'apartat de "limitació de la demanda energètica" HE1 i l'apartat de "eficiència energètica de la instal·lació d'il·luminació" HE3 del Codi tècnic de l'edificació, el document bàsic de seguretat d'utilització l'apartat de "seguretat front el risc causat per il·luminació inadequada" SUA4 del Codi tècnic de l'edificació, el reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT), les instruccions tècniques complementàries al REBT, les normes UNE de referència en el REBT i les condicions tècniques i de seguretat de la companyia subministradora (FECSA-ENDESA).

#### **- Característiques de subministrament**

La Fundació Mona té un subministrament individual de potència dels voltants de 15kW. Per tant, s'està al grup d'aquells subministraments trifàsics que són de naturalesa individual, alimenten un sol complex. El subministrament és trifàsic per tal de poder electrificar les tanques metàl·liques dels recintes dels animals.

#### **- Escomesa i comptador**

Aquest subministrament disposa d'una sola escomesa subterrània, que alimenta directament un sol conjunt de protecció i mesura a través d'una caixa general de protecció (C.G.P.). Aquesta està instal·lada, separada del conjunt de protecció i mesura, en el límit de la propietat. En tots els casos és un lloc de lliure i permanent accés.

Prèviament a la caixa de protecció i mesura (C.P.M.), es troba la caixa de seccionament (C.S.) de la companyia. Aquesta està situada juntament amb la caixa de seccionament de la companyia (C.S.) en un nínxol que estarà sempre en un lloc de lliure i permanent accés.

La part inferior de la caixa de protecció i mesura (C.P.M.) i de la caixa de seccionament de companyia (C.S.) està situada a una alçada de 0,5 m del nivell del terra a la tanca dintre d'un nínxol amb porta metàl·lica de mínim 2 mm de gruix, ventilada, amb grau de protecció IK10 i protegida contra la corrosió.



L'escomesa subterrània s'efectua amb "entrada i sortida" de línia de distribució i derivació a la caixa general de protecció. La línia general d'alimentació (L.G.A.) va de la caixa general de protecció (C.G.P.) fins a la instal·lació interior. En el present cas es tindran dues línies generals d'alimentació, ja que una línia anirà directament a l'edifici principal existent i l'altra anirà cap a l'aulari.

- Instal·lació interior

El quadre general de comandament i protecció es col·locarà a l'entrada de l'aulari a una alçada mesurada des del nivell del terra de 1,5 m i formada per una sèrie d'interruptors.

L'interruptor de control de potència (I.C.P.) és un dispositiu que limita la quantitat de corrent que es consumeix de manera simultània, en funció de la potència que s'hagi contractat. És obligatori que sigui a tots als edificis d'acord amb la normativa vigent. En conclusió, els ICP serveixen per interrompre el corrent elèctric quan es supera la potència contractada.

L'interruptor general automàtic (I.G.A.) de tall omnipolar, és un dispositiu que protegeix la instal·lació contra curtcircuits o sobrecàrregues i evita que la potència consumida excedeixi la màxima que admet la seva instal·lació. En conclusió, desconnecta el corrent si es supera la potència màxima que admet la instal·lació.

L'interruptor protector contra sobretensions (P.C.S.) evita que els aparells elèctrics es puguin danyar a causa de sobretensions originades per qualsevol motiu. Aquest serveix per interrompre el corrent elèctric si hi ha un augment de la tensió.

L'interruptor diferencial general (I.D.) és un interruptor que detecta derivacions en la instal·lació que poden ser perilloses. Protegeix a les persones interrompent el corrent en cas de contacte amb algun element. En conclusió, desconnecta el corrent elèctric de l'edifici si hi ha una fuga elèctrica a terra. Es tindrà un de general per a tots els circuits, i un per a cada 6 circuits.

Cada circuit disposarà d'un interruptor automàtic (P.I.A.) de tall omnipolar, que protegeix contra curtcircuits i sobrecàrregues tots els circuits de la instal·lació i els aparells que hi estan connectats. En conclusió, els PIA serveixen per interrompre el corrent elèctric en cadascun dels circuits elèctrics de la instal·lació.

A partir del quadre de comandament i protecció, els conductors de coure aniran dins de canaletes de superfície fixades a la paret fins a les caixes de derivació de superfície que siguin necessàries. A partir d'aquestes, es derivaran cap a interruptors i commutadors de superfície fins a una altura de 110

cm. respecte el nivell del paviment, cap a les bases d'endoll de superfície fins a una altura de 24 cm respecte el nivell del paviment i cap als punts de llum de superfície.

### Càlculs de la instal·lació

#### - Previsió de les càrregues

La previsió de càrregues s'obté amb la suma de les potències previstes de la construcció. Segons l'apartat 10 del Reglament electrotècnic per baixa tensió es podrà considerar 100W/m² per locals comercials i oficines. Com no hi ha una consideració per aules, s'agafarà aquest valor per obtenir les càrregues totals.

<i>Previsió de càrregues</i>	<i>Potència (W)</i>	<i>Superfície útil (m²)</i>	<i>Unitats</i>	<i>Potència total (W)</i>
Aulari	100	44,56	-	4456
Bany	100	11,04	-	1104
Exterior	20	-	6	120
<b>TOTAL</b>	<b>5680</b>			

75.Previsió de càrregues.

Font: Pròpia

#### - Justificació del sistema de càlcul

- Dimensionat conductor fase

Per tal de calcular la secció del conductor de fase, primerament s'haurà d'obtenir la intensitat teòrica del circuit. Al tractar-se d'un subministrament trifàsic tindrem la següent fórmula.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi}$$

I      Intensitat en Ampers (A)



P      Potència en Watts (W)

V      Voltatge en Volts (V)

A partir de l'anterior fórmula, es calcularà la intensitat teòrica.

$$I = \frac{5680}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 10,24 \text{ A}$$

La intensitat màxima admissible, segons la taula 5 de l'apartat 7 del Reglament electrotècnic per baixa tensió, que correspon a conductors de coure en una instal·lació enterrada serà de 72 A, que equival a una secció nominal de 6 mm<sup>2</sup>, pel que fa a una terna de cables unipolars aïllats amb polietilè reticulat.

SECCIÓ NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolars (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPUS D'AÏLLAMENT					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

76. Intensitat màxima admissible per a cables amb conductors de coure en instal·lació enterrada.

Font: Reglament electrotècnic per baixa tensió

El factor de correcció per una terna de cables unipolars a l'interior d'un mateix tub per a línies enterrades és de 0,8, per tant:

$$I_{\text{correcció}} = I_{\text{màxima}} \cdot F_{\text{correcció}} = 72 \cdot 0,8 = 57,6 \text{ A}$$

$$57,6 \text{ A} > 10,24 \text{ A} \rightarrow \text{Compleix}$$

La següent fórmula servirà per tal de comprovar la caiguda de tensió.

$$S = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot e \cdot V}$$

S	Secció de la línia (mm <sup>2</sup> )
P	Potència (W)
l	Distància LGA+DI (m)
$\gamma$	Conductivitat del conductor
e	Caiguda de tensió (V)
V	Voltatge (V)

A partir d'aquí, es comprovarà la present línia segons la caiguda de tensió, tenint en compte la màxima per normativa. Per línies generals d'alimentació destinades a comptador centralitzat.

$$e_{màx} < 0,5\% \cdot V < 0,5\% \cdot 400 < 2V$$

$$e = \frac{5680 \cdot 60}{56 \cdot 300 \cdot 400} = 0,05 \text{ V}$$

$$0,5\% \cdot 400 \text{ V} = 2 \text{ V}$$

$$0,05 \text{ V} < 2 \text{ V} \rightarrow \text{Compleix}$$

- Dimensionat conductor neutre

A continuació, pel dimensionat del cable neutre es farà servir la taula 1 de l'apartat 9 del Reglament electrotècnic per baixa tensió, que correspon a la secció del conductor neutre en funció de la secció dels conductors de fase.

Conductors fase (mm <sup>2</sup> )	Secció neutre (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

77. Secció mínima del conductor neutre en funció de la secció dels conductors de fase.

Font: Reglament electrotècnic per baixa tensió

Segons la secció del conductor de fase de 6 mm<sup>2</sup>, que s'ha calculat anteriorment, s'ha obtingut una secció del neutre de 6 mm<sup>2</sup>.

- Dimensionat conductor protecció

Pel dimensionat del cable de protecció es farà servir la taula 2 de l'apartat 18 del Reglament electrotècnic per baixa tensió, que correspon a la relació entre les seccions dels conductors de protecció i els de fase.

Secció dels conductors de fase de la instal·lació <b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	Secció mínima dels conductors de protecció <b>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

78. Relació entre les seccions dels conductors de protecció i els de fase.

Font: Reglament electrotècnic per baixa tensió

Segons la secció del conductor de fase de 6 mm<sup>2</sup>, com és inferior a 16 mm<sup>2</sup>, la secció mínima del conductor de protecció serà la mateixa.

Finalment s'obté el dimensionat de la Línia General d'Alimentació (L.G.A.): Cu - XLPE 3x6 mm<sup>2</sup> + 1x6mm<sup>2</sup> + 1x6 mm<sup>2</sup>.



- Dimensionat circuits interiors

Pel càlcul de les línies dels circuits interiors es farà servir la taula 1 de l'apartat 25 del Reglament electrotècnic per baixa tensió, la qual determinarà la secció mínima necessària per a cada circuit.

Circuit d'utilització	Potència prevista per presa (W)	Factor simultaneïtat Fs	Factor utilització Fu	Tipus de presa (7)	Interruptor automàtic (A)	Màxim nre. de punts d'utilització o preses per circuit	Conductors secció mínima mm <sup>2</sup> (5)	Tub o conducte Diàmetre mm (3)
C <sub>1</sub> Il·luminació	200	0,75	0,5	Punt de llum <sup>(9)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Preses d'ús general	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cuina i forn	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Rentadora, rentaplats i termos elèctric	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinades amb fusibles o interruptors automàtics de 16 A <sup>(8)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Bany, cuina	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>8</sub> Calefacció	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire condicionat	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Assecadora	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatització	<sup>(4)</sup>	---	---	---	10	---	1,5	16

79. Característiques elèctriques dels circuits.

Font: Reglament electrotècnic per baixa tensió

La següent taula s'utilitzarà per calcular la intensitat nominal de ICP segons la màxima potència que s'ha contractat.

POTENCIA MÁXIMA (kW) QUE SE PUEDE CONTRATAR		TRIFÁSICO																				
		17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	43,64	55	69	87	111	139	173	218	277	346	436	554	693		
PROTECCIÓN DIFERENCIAL	Intensidad nominal (A)	40		63					Transformador toroidal													
	Sensibilidad (mA)	30 ó 300					30 ó 300															
I.G.A.		El que corresponda según la potencia máxima admisible por la instalación interior																				
PROTECCIÓN DE SOBRETENSIÓN		- Obligatoria para la protección contra las sobretensiones permanentes - Para la protección contra las sobretensiones transitorias, según la ITC-BT-23 del REBT																				
ICP-M / INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN E INTENSIDAD REGULABLE	Int. nominal (A)	25	30	35	40	45	50	63	160				400				630				1000	
	Poder de corte (kA)	≥ 4,5							10				20				30				50	
	Térmico (A)	25	30	35	40	45	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000		
	Magnético (A)	5 veces la intensidad de regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0,02 segundos																				

80. Intensitats nominals comandaments segons potència màxima contractada.

Font: Guia Vademècum

### Materials utilitzats a la instal·lació

A continuació, s'explicaran els materials que s'han utilitzat per realitzar la part elèctrica del projecte.

#### - Il·luminació

- Il·luminària interior de superfície pel sostre de l'aulari i dels banys de la marca comercial GREENICE i del model MO-PLAF-C-24 W. Aquesta Il·luminària té una superfície circular de dimensions Ø295x38 mm, una potència nominal de 24W i una lluminositat de 1900Lm.

Facilitat de la instal·lació en qualsevol tipus de sostre, llarga vida de la lluminària LED, més de 30.000 hores i lliure de manteniment.



81. Il·luminària interior de superfície model MO-PLAF-C-24W de GREENICE.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** GREENICE

- Il·luminària exterior de superfície de forma circular de la marca comercial GREENICE i del model HO-COBWALL-1X20 W. Aquesta il·luminària té una superfície circular de dimensions Ø108x198 mm, una potència nominal de 20W i una lluminositat de 2000Lm. Llarga vida útil, alt grau de protecció IP i LED d'última generació.



82. Il·luminària exterior de superfície model HO-COBWALL-1x20W de GREENICE.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** GREENICE

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunten els documents de les fitxes tècniques de la il·luminària.

- Interruptors, endolls i altres mecanismes

Es realitzarà tota la instal·lació interior excepte les caixes de derivació i regletes amb productes de la casa comercial SIMON i es seleccionarà el model SIMON 73 LOFT, ja que és un model de superfície que té molt bones prestacions. D'aquest model utilitzarem diferents materials, com els interruptors, les bases per endolls, etc.



83. Interruptors i endolls model SIMON 73 LOFT de la casa comercial SIMON.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** SIMON

Per les caixes de derivació i regletes s'han escollit unes caixes especials per anar a la superfície de la paret de la casa VIMAR.

Caixa de derivació superficial IP44, amb sortida de cables, tapa a pressió, grisa RAL 7035. Dimensions 80x80x40 mm.



84. Caixa de derivació model V55003 de la casa comercial VIMAR.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** VIMAR

- Mecanismes de control i protecció en quadre de protecció i mesura

En aquesta instal·lació es col·locaran diferents sistemes de control i protecció al quadre elèctric que està situat a l'aulari. Col·locarem aquest mecanismes de control i protecció de la marca SEYMEVAL.

En l'apartat de documentació gràfica, en el plànol número 8.24 es mostra la distribució de la instal·lació d'electricitat dels edificis del present projecte.

#### **2.2.5.4. Calefacció i climatització**

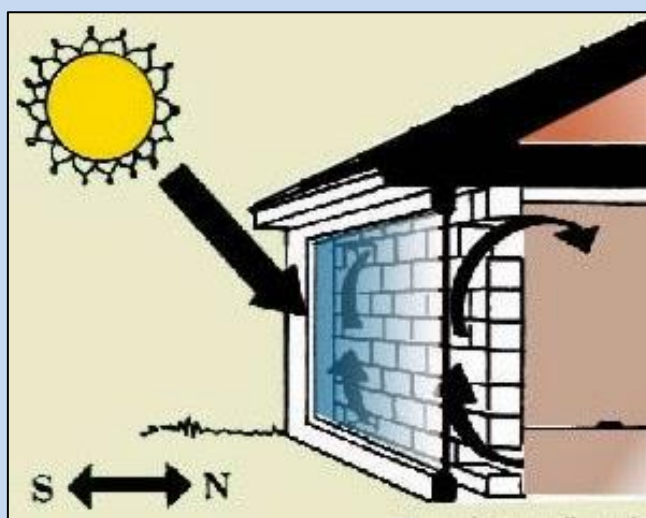
##### Mur Trombe

Des de l'antiguitat, la gent ha utilitzat gruixuts murs de pedra o tova per captar la calor del sol durant el dia i alliberar-ho lentament durant la nit per mantenir les cases calentes. Els habitatges bioclimàtics han recollit i millorat aquesta vella tècnica incorporant un sistema d'emmagatzematge i distribució de la calor que es denomina Muro Trombe-Michel.

El mur Trombe és un sistema d'escalfament solar passiu indirecte. Edward Morse va patentar el disseny en 1881, però aquest va ser ignorat fins a 1964. En els anys 1960 el disseny va ser popularitzat per les construccions que utilitzaven els principis de les cases solars passives a Font-Romeu, Odeillo (França), per l'enginyer Felix Trombe i l'arquitecte Jacques Michel.

Un mur Trombe o Trombe-Michel és un mur o paret orientat cap al sol. Està construït amb materials que puguin acumular calor sota l'efecte de massa tèrmica, combinat amb un espai d'aire i una làmina de vidre.

El mur Trombe és un sistema passiu de recol·lecció d'energia solar de forma indirecta, que es pot utilitzar per a l'escalfament intern d'habitatges per mitjà de la transferència de calor. És un sistema indirecte, ja que la captació la realitza a través d'un element disposat entre el vidre i l'interior de l'habitatge, i es tracta d'un sistema passiu perquè no utilitza elements mecànics en el seu funcionament.



85. Esquema mur Trombe.

Font: La Casa Rot

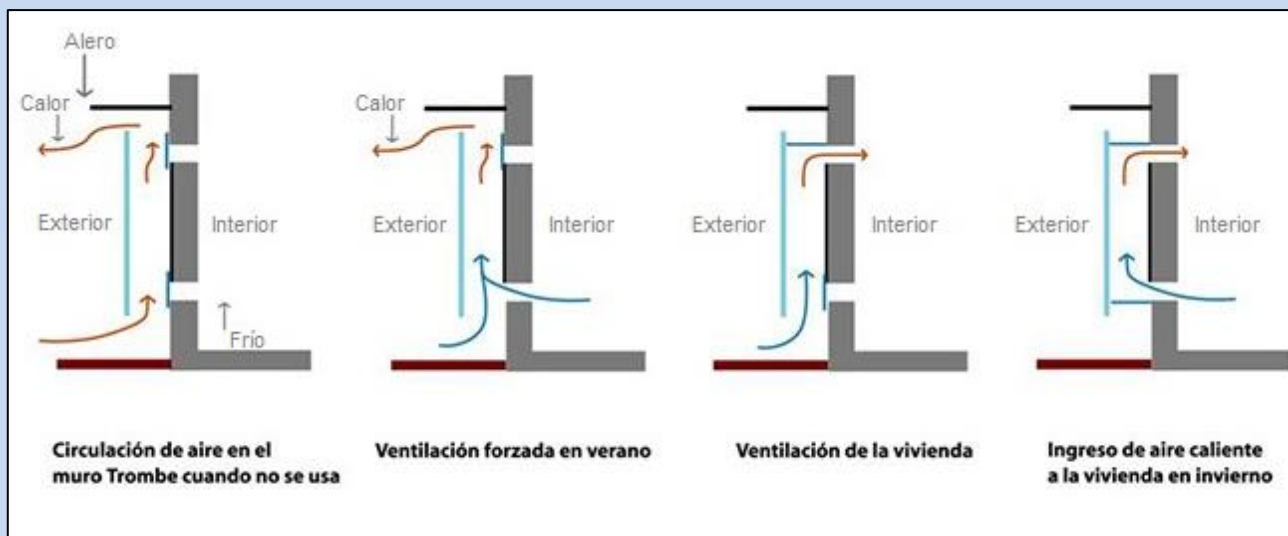


- Aspectes de funcionament

El mur de Trombe treballa, bàsicament, absorbint radiació solar en la cara exterior i transferint aquesta calor a través de la paret per conducció. Les seves funcions són la captació, l'acumulació de l'energia aportada per la radiació solar i la restitució de la calor per radiació a l'espai habitable. Gestionat adequadament, allibera calor durant els mesos freds i permet una millor refrigeració en els mesos càlids a través d'una ventilació forçada natural.

Basat en l'efecte hivernacle, consta d'un vidre exterior que es col·loca entre uns 2 a 15 cm de la paret per generar un espai petit o cambra d'aire (en la qual no es pugui produir efectes conductius) i un element confinador o paret de massa de 20 a 40 cm de grossor. El seu component principal, un mur orientat cap a la posició del sol més favorable al llarg del dia (variant segons l'hemisferi, al sud en l'hemisferi nord i al nord en l'hemisferi sud) construït amb materials de gran inèrcia tèrmica que li permetin absorbir la calor com a massa tèrmica, com la pedra, l'aigua o la terra.

La radiació solar d'ona curta travessa el vidre i escalfa el mur. La radiació emesa pel mur, d'ona llarga, no pot travessar una altra vegada el vidre produint-se l'efecte hivernacle i com a conseqüència d'això, s'escalfa l'aire que hi ha a la càmera. En la versió original del mur Trombe s'inclouen dos conjunts d'orificis en la paret de massa, un a la part superior i un altre a la base, de manera que quan l'aire de la càmera s'escalfa per l'energia solar aportada, ascendeix per convecció natural i, travessant el mur pels orificis superiors, passa a l'interior del local. El buit que es crea en la cambra d'aire succiona, a través dels orificis inferiors del mur, l'aire fred de l'interior del local, que es troba estratificat per la seva temperatura. D'aquesta forma es crea l'anomenat bucle convectiu o termosifó, que fa circular l'aire fred de l'estada a la cambra d'aire, s'escalfa, i torna a entrar a l'interior. L'aire continuarà circulant i escalfant l'edifici.



86.Diferents usos del mur Trombe.

Font: 0 grados

Adicionalment és possible col·locar una pel·lícula fosca sobre la paret en la part exterior per absorbir part de l'espectre solar visible i emetre una petita porció del rang infraroig. Aquesta absorció transforma aquesta llum en calor en la superfície de la paret disminuint la reflexió. En general, les parets són d'elements de baixa difusivitat tèrmica perquè existeixi un emmagatzematge rendible d'energia durant el dia, i en la nit mitjançant un procés lent aquesta sigui transmesa a l'interior de la casa o de l'habitatge.

Aquesta alternativa proposa potenciar l'energia solar que rep un mur i així convertir-ho en un senzill sistema de calefacció. La relativa senzillesa d'una paret solar correctament concebuda pot permetre interessants estalvis d'energia mitjançant reduccions en la demanda energètica anual dels edificis.

- Factors importants a considerar en el disseny

S'ha considerat que l'edifici que és més important per instal·lar un sistema bioclimàtic de mur Trombe és l'edifici de l'aulari, ja que té tota una façana orientada totalment cap al sud sense cap altre edifici o objecte que li faci ombra.

- Factors externs: Cal tenir en compte el clima, la latitud i les necessitats de calefacció (pèrdues de calor), que es poden definir com els factors externs:
  - Clima

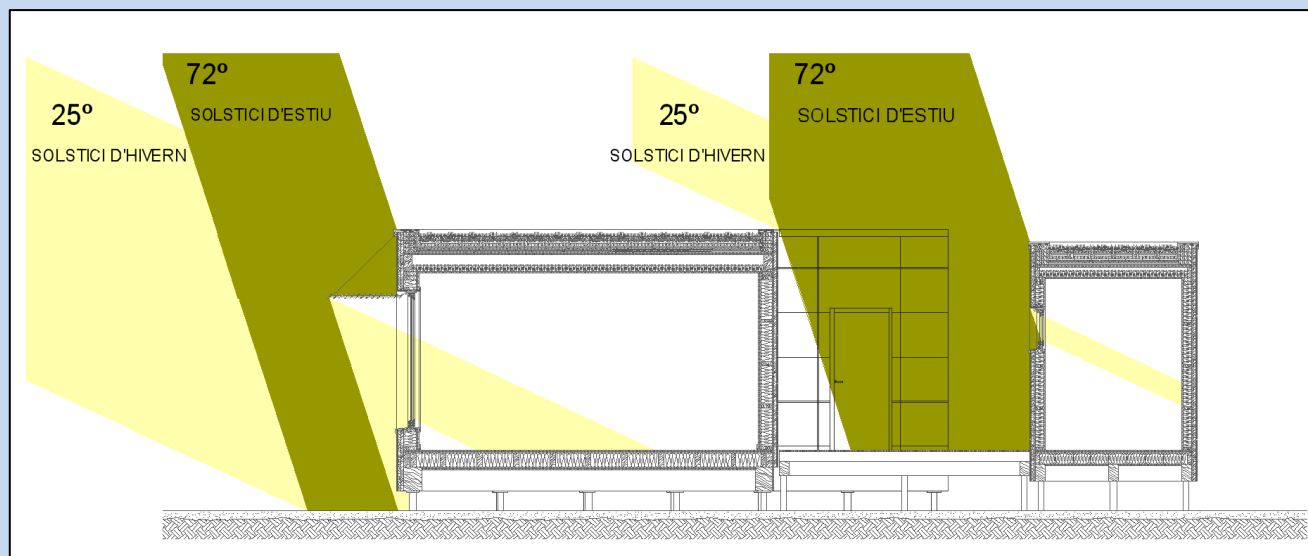
La quantitat de calor perduda pel mur depèn necessàriament de la diferència entre la temperatura externa i interna de la cambra. Com més gran sigui la diferència majors seran les pèrdues, per això, per a climes molt freds s'haurà de sobredimensionar el mur. Com ja s'ha especificat anteriorment, la zona climàtica de l'emplaçament és una zona temperada càlida, amb unes temperatures mitjanes màximes que es situen entorn dels 19°C i unes temperatures mitjanes mínimes de 12°C.

- Latitud

L'energia solar incideix sobre la façana sud per a latituds per sobre de l'equador i sobre la façana nord per a les latituds per sota de l'equador. Com a regla general cal incrementar la grandària del mur a mesura que s'augmenta de latitud, ja que es rep menys calor. És important també, tenir en compte la trajectòria del sol durant les diferents èpoques de l'any.

L'energia solar incideix sobre la façana sud per a latituds per sobre de l'equador, com és en el cas de l'emplaçament del projecte, a Riudellots de la Selva.

Gràcies a la carta solar de l'emplaçament del projecte, que s'ha exposat anteriorment, s'ha interpretat que la inclinació del sol el 21 de juny, en el solstici d'estiu, és de 72° (quan el sol està més alt) i que la inclinació del sol el 21 de desembre, en el solstici d'hivern, és de 25° (quan el sol està més baix).



87. Inclinació del sol als solsticis d'hivern i d'estiu.

Font: Pròpia

- Orientació del mur

Per a les persones de l'hemisferi nord ha d'estar situat, de forma ideal, a 5° del veritable sud. A 15° segueix funcionant i a l'estiu es redueixen els problemes de sobreescalfament. A partir de 30° comença a deixar de ser efectiu.

La orientació del mur Trombe de l'aulari serà exactament al sud.

- Factors interns

Defineixen principalment l'espessor del mur en funció del material. Aquests factors depenen bàsicament de la conductivitat tèrmica (baixa) i de la resistència del mur (k) (major). Per això, és summament important tenir en compte el grossor del mur, és a dir, ha d'existir un grossor òptim, perquè si no, es pot produir un sobreescalfament de la paret.

L'espessor òptim per a un mur s'incrementa quan la conductivitat també augmenta, és a dir, un mur amb un valor molt alt transfereix ràpidament la calor de la superfície exterior a l'interior de la cambra i per això s'ha de sobredimensionar perquè el transport de calor sigui utilitzat al moment requerit, és a dir en la nit. Al contrari, si un mur té una conductivitat baixa, s'ha de reduir el seu espessor. El rendiment del mur creix amb la conductivitat del mateix, com més gran és la conductivitat, major calor es transfereix a través del mur.

- Altres factors
  - Tipus i col·locació de les finestres

Tipus i col·locació de les finestres de l'aulari, ja que aquestes contribueixen al manteniment de la temperatura interior. Es suggereix que les finestres situades en el sector nord de la casa no superin el 4% de l'àrea total de mur, per tal d'evitar les grans pèrdues energètiques.

La superfície de la façana nord és de 28,85 m<sup>2</sup>, per tant, el 4% d'aquesta façana és d'1,15 m<sup>2</sup> d'obertura.

Com podem observar a la següent fotografia, les obertures de la façana sud són el doble de grans que les de la façana nord.



88.Façana sud i nord.

Font: Pròpia

- Envolupant tèrmica de l'edifici

Així com és important el mur, és a dir l'element que emmagatzema l'energia, també és important que l'energia emmagatzemada no es perdi a través de la resta de tancaments de l'habitatge.

Com ja s'ha anomenat anteriorment, l'aïllament tèrmic que s'ha escollit pel present projecte és llana d'ovella de la casa comercial RMT-NITA, Recuperació de materials tèxtils S.A.

- Color de la superfície

Com més gran sigui l'absorció d'energia en la cara exterior del mur major serà la transmissió de calor cap a l'interior. Per això, una paret fosca (negra) té una absorció del 95%, en canvi, el blau fosc proporciona un 85% de rendiment. Per això és important la selecció d'un color adequat.



**- Càlcul i dimensionat del mur Trombe**

El problema de dimensionament entre la capacitat tèrmica de la construcció i la superfície de captació necessària es planteja permanentment en tots els sistemes solars passius.

El sistema s'ha de dissenyar de forma adequada i amb les proteccions solars necessàries, ja que a l'estiu es podrà utilitzar com a sistema de ventilació per eliminar el calor de l'interior i per tant, servir al refredament de l'edifici. La solució passaria per dimensionar el percentatge de captació necessari a l'hivern, per després calcular les proteccions que hem d'utilitzar a l'estiu i estacions intermèdies.

El criteri bàsic per dimensionar un mur de Trombe en un habitatge sense sistema de calefacció és que aquest transmeti al llarg del dia suficient energia tèrmica. Això suposa, que l'energia transmesa pel mur ha de ser suficient per mantenir una temperatura mitjana a l'interior de 18°C a 24°C durant 24 hores. A partir d'aquest criteri es poden establir proporcions necessàries per unitat de superfície útil.

- Criteris orientatius pel dimensionat del mur Trombe

La següent taula mostra criteris orientatius pel dimensionament dels murs Trombe en funció de les condicions climàtiques d'hivern i de la superfície útil a calefactar.

En cada marge es triarà el coeficient segons la latitud. Per a latituds baixes, s'ha de prendre el valor menor del marge i per a latituds altes el valor major.

Temperatura mitja exterior d'hivern	Superfície de paret necessària per unitat de superfície útil a calefactar.
	Mur d'obra
<i>Climes freds</i>	
-10°C	0,72-1,00
-7°C	0,60-1,00
-4°C	0,51-0,93
-1°C	0,43-0,78
<i>Climes temperats</i>	
+2°C	0,35-0,60
+5°C	0,28-0,46
+6°C	0,25-0,41
+7°C	0,22-0,35
+8°C	0,19-0,30

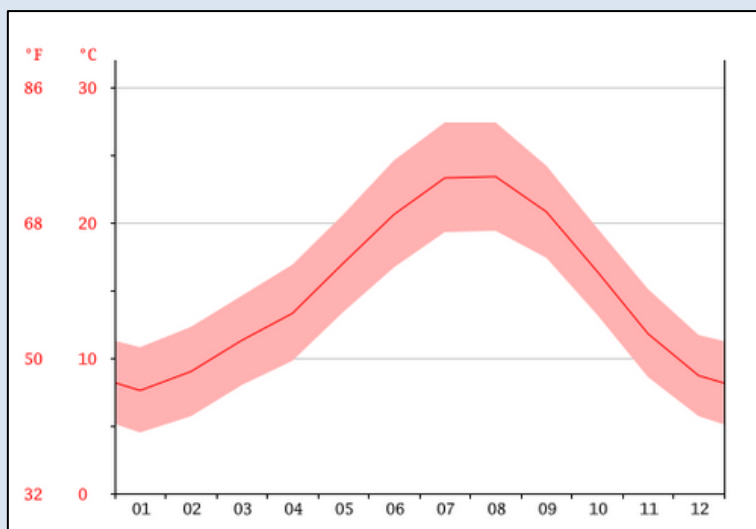
89. Criteris orientatius pel dimensionat dels murs Trombe.

Font: Mazria, "Libro de la energía solar pasiva"

- Zona climàtica en l'emplaçament

Per aquest cas en concret s'ha obtingut la següent taula, on es pot observar la temperatura mínima, temperatura màxima i la temperatura mitjana a Riudellots de la Selva.

Com podem observar, a continuació, l'emplaçament del projecte, és a dir a Riudellots de la Selva, està situat a una zona on el clima és temperat càlid, on hi ha una temperatura mitjana màxima de 19°C i una temperatura mitjana mínima de 12°C.



month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	50	50	69	62	68	50	33	58	72	110	63	66
°C	7.6	9.0	11.3	13.3	17.0	20.6	23.3	23.4	20.8	16.4	11.8	8.7
°C (min)	4.5	5.7	8.0	9.8	13.4	16.7	19.3	19.4	17.4	13.2	8.6	5.7
°C (max)	10.8	12.3	14.6	16.9	20.6	24.6	27.4	27.4	24.2	19.6	15.1	11.7
°F	45.7	48.2	52.3	55.9	62.6	69.1	73.9	74.1	69.4	61.5	53.2	47.7
°F (min)	40.1	42.3	46.4	49.6	56.1	62.1	66.7	66.9	63.3	55.8	47.5	42.3
°F (max)	51.4	54.1	58.3	62.4	69.1	76.3	81.3	81.3	75.6	67.3	59.2	53.1

90. Diagrama de temperatura i taula climàtica de Riudellots de la Selva.

Font: Climate-data

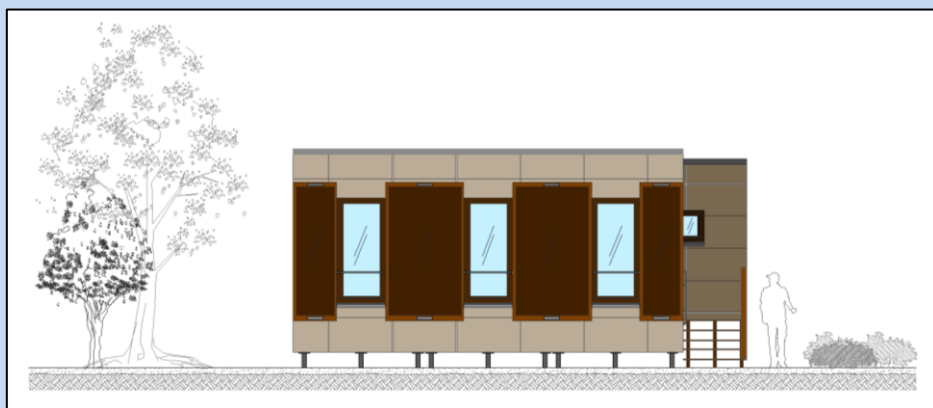
Considerant els 2 mesos més severos, Desembre (+8,7°C) i Gener (+7,6°C) la temperatura mitjana és de +8,1°C.

- Càlcul de la superfície del mur Trombe

A partir d'aquí, s'han pogut extreure conclusions de l'anterior taula. Tenint una temperatura mitjana exterior d'hivern en el clima temperat de  $+8,1^{\circ}\text{C}$ , la superfície de paret necessària per unitat de superfície útil a calefactar serà de 0,245 aproximadament. Aquest últim valor s'ha obtingut a partir de de la latitud, ja que la latitud de Riudellots de la Selva és una latitud mitjana i s'ha fet la mitjana dels dos valors.

Com ja s'ha obtingut el valor que relaciona la superfície útil en contacte amb l'estança, amb la superfície necessària de mur, sent aquest de 0,245 i també la superfície útil en contacte amb l'estança, sent aquest de  $44,56\text{ m}^2$ , ara ja es pot obtenir la superfície necessària de mur.

Es necessitaran  $10,92\text{ m}^2$  de mur Trombe en la façana orientada al sud. Com es pot observar a la següent imatge, s'ha distribuït el mur Trombe dividint-lo en quatre parts entremig dels buits de finestra, aprofitant al màxim el pany de paret.



91. Alçat del mur Trombe a la façana sud.

Font: Pròpia

- Càlcul de la superfície dels orificis del mur Trombe

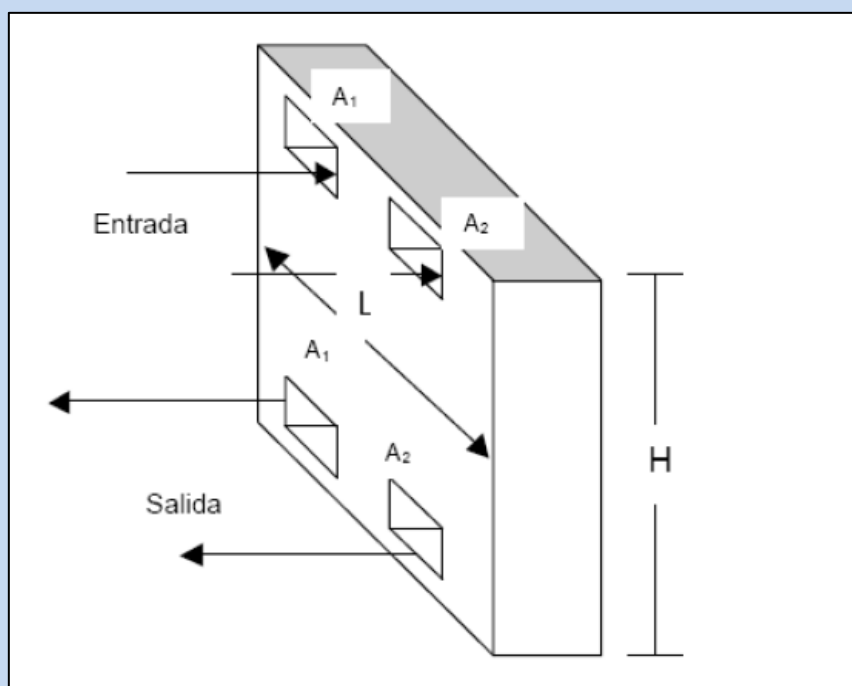
Una vegada s'ha calculat la superfície necessària de mur, es calcularà la superfície dels orificis pels quals es va a produir la convecció.

En un dia assolellat d'hivern, la temperatura de l'aire a la càmera entre paret i vidre pot aconseguir temperatures fins a  $60^{\circ}\text{C}$ . Situant obertures en la part alta i baixa de la paret de massa s'indueix la circulació natural d'aire calent dins de l'edifici. La convecció natural de l'aire calent continua efectiva 2 o 3 hores després de la posta de sol fins que la superfície de la paret es refreda.

A la nit es refreda l'aire dins de la cambra d'aire, augmentant la densitat, i descendeix originant l'efecte invers: la fuga de calor es produeix pels orificis superiors de l'interior (més calent) a l'exterior.

Per evitar aquests fluxos d'aire es recomana utilitzar comportes regulables en la cara interior i exterior dels orificis.

Per tant, no hi ha un paràmetre especial, però bàsicament l'àrea d'aquests orificis ha de ser suficient per garantir un flux uniforme i constant, sense produir moviments forts de l'aire en la seva circulació.



92. Càlcul dels orificis del mur Trombe.

Font: Juan Manuel Bohórquez

$$A_1 + A_2 = (L \times H)/100$$

$$A_1 + A_2 = (1,30 \times 2,74)/100$$

$$A_1 + A_2 = (3,56)/100$$

$$A_1 + A_2 = 0,0356 \text{ m}^2$$

$$A_1 = A_2 = 0,018 \text{ m}^2$$

Les obertures han de ser del 2% de la superfície, la qual cosa generalment és mig bloc, si el tancament es realitza amb blocs.

En aquest cas en particular s'ha obtingut una superfície d'orificis de 0,018 m<sup>2</sup> cada orifici, havent-hi un superior i un altre inferior a cada pany de mur Trombe.

La distància entre els orificis alts i baixos ha de ser el més gran possible. És important que els buits alts siguin almenys tan grans com els baixos, de manera que no impedeixin el flux d'aire.

○ Càlcul del grossor del mur Trombe

Una vegada s'ha calculat la superfície del mur necessària, així com la superfície dels orificis, es pot procedir a calcular el grossor del mur. Existeix un grossor òptim per a cada material, a causa que si es sobredimensiona pot produir-se un sobreescalfament de la paret. Com a referència, cal destacar que usualment s'han utilitzat espessors d'entre 20 i 30 cm en murs de tova, de 25 a 35 cm en murs de maó, i de 30 a 45 cm en murs de formigó. En el present cas, en particular, el mur del mur Trombe està constituït per un caixó de fusta a l'exterior i terra compactada a l'interior. Per tant, el grossor del mur serà de 22 cm aproximadament.

L'espessor òptim per a un mur s'incrementa quan la conductivitat també augmenta, així doncs, un mur amb un valor de conductivitat molt alt transfereix ràpidament la calor de la superfície exterior a l'interior de l'estança, i per això s'ha de sobredimensionar, perquè el transport de calor sigui utilitzat al moment requerit, a la nit, és a dir, quan el mur entra en operació. Al contrari, si un mur té una conductivitat baixa el seu espessor serà inferior.

Material	Conductivitat tèrmica (kcal/h m °C)	Espesor recomendado (cm)	Oscilación aproximada de la temperatura interior (°C) en función del espesor del muro <sup>1</sup>					
			10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
Adobe	0,45	20-30	—	10°	4°	4°	4,5°	—
Ladrillo común	0,63	25-35	—	13°	6°	4°	—	—
Hormigón en masa	1,0	30-45	—	15,5°	9°	5,5°	3,3°	2,7°
Ladrillo con magnesio <sup>2</sup>	3,3	40-60	—	19,5°	13°	9,5°	7°	5°
Agua <sup>3</sup>	—	15 o más	17°	10°	7°	6°	5,5°	5°

Notas: 1. Se supone un muro térmico con doble vidrio. Si se coloca una masa térmica suplementaria, con muros y/o pavimentos de obra, estas oscilaciones de temperaturas serán algo menores. Los valores mostrados son para días despejados de invierno.  
 2. El magnesio se utiliza en el ladrillo como aditivo para oscurecerlo. A la vez se incrementa fuertemente con ello la conductividad térmica del material.  
 3. Cuando se utiliza agua es recomendable utilizar recipientes cilíndricos como mínimo de 25 cm de diámetro (o 150 l de agua por metro cuadrado de vidrio).

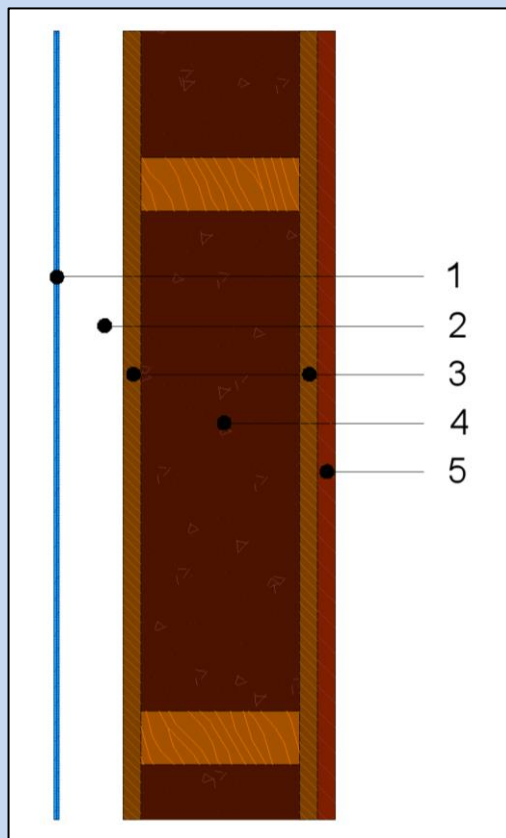
93.Efecte de l'espessor de la paret sobre l'amplitud de les oscil·lacions diàries de la temperatura de l'aire del local.

Font: Mazria, "Libro de la energía solar pasiva"

- Components del mur Trombe

Els principals elements que componen el mur Trombe són els següents: el mur (espessor, material i nombre i dimensions dels seus orificis), la superfície de vidre i l'espessor de la cambra d'aire.

L'arquitectura bioclimàtica es basa en un estudi rigorós de les condicions climàtiques de l'entorn, per tant no es poden fer càlculs generals. Com a regla de predimensionat bàsica, s'indica que la proporció de vidre (hivernacle) pel que fa a la superfície habitable que es pretén calefactar ha d'oscil·lar entre 1/2 en climes freds fins a 1/4 en climes temperats aproximadament. Amb un dimensionament adequat es pot aconseguir un econfortable sense consum energètic per calefacció.



94. Tancament vertical amb mur Trombe.

Font: Pròpia



- Envidriament

Un altre factor molt important a l'hora d'utilitzar aquest sistema i que també necessita d'una recerca del material idoni, és la superfície de vidre. El vidre ha de tenir un bon comportament a l'hivern, no deixant escapar el calor del mur, i permetent ingressar tota la radiació possible perquè aquesta escalfi el mur.

La superfície de vidre ha de tenir un bon comportament a l'hivern i no comprometre la refrigeració a l'estiu. Per això, normalment, s'utilitzen voladissos o altres sistemes que a l'estiu protegeixin el mur per ajudar a que no es produeixi un sobreescalfament indesitjable. En general, s'utilitza un vidre ordinari de forma vertical.

La funció del vidre en el mur Trombe és la de generar l'efecte hivernacle, impedit que la radiació retorni a l'exterior una vegada captada. La utilització de vidres amb una alta transmissió (monolític) maximitza els guanys solars a la paret de massa. En canvi, la utilització d'un doble envidriament aïllant pot millorar el rendiment del sistema en tenir una menor transmissió tèrmica i retenir cap a l'interior una major quantitat d'energia captada.

En el present cas s'ha escollit un envidriament doble de 3+3. El vidre exterior ha de ser durador, ja que estarà directament exposat a dures condicions meteorològiques i rajos ultraviolats. També, les temperatures aconseguides pel vidre exterior no seran tan elevades com a les que s'exposa el vidre interior.

- Cambra d'aire

Diversos factors han de tenir-se en compte a l'hora de decidir sobre la distància entre la part interior del vidre i l'exterior de la paret de massa d'un mur d'emmagatzematge tèrmic. Si l'espai és massa estret (menys de 2 cm), les pèrdues de calor seran molt grans i en el cas dels murs Trombe ventilats la circulació d'aire quedarà limitada.

Amb un gran espai d'aire, major de 15 cm, les pèrdues de calor poden ser grans en les parts superior i laterals, a més de causar un problema d'ombreig, ja que disminueix el factor solar del buit. Una cambra d'aire amb un ample major de 10 cm es tradueix a l'excés de convecció tèrmica a l'espai, la qual cosa redueix l'emmagatzematge de calor.

Com a regla general, l'espai entre el vidre i la paret de massa ha de ser d'entre 3 i 15 cm, estant el seu espessor òptim en 9 cm (segons dades d'Alex Wilson, New Mexico Solar Energy Association). Per tant, la cambra d'aire del mur Trombe del present projecte serà ventilada de 9 cm d'espessor.

- Mur acumulador. Paret de massa

S'han d'utilitzar materials d'alta capacitat calorífica i alta conductivitat i transmissió tèrmiques. És necessari parar atenció a la quantitat de calor que pot emmagatzemar un material i a la rapidesa amb que pot transmetre el calor (per conducció) a través del material per irradiar l'interior de l'espai a calefactar.

Aquestes característiques estan determinades per quatre propietats físiques dels materials:

Densitat ( $\text{Kg} / \text{m}^3$ ): Mesura el pes d'un determinat volum d'un material. En general, com més pesat (més dens) sigui un material, major serà la capacitat d'absorbir i emmagatzemar calor.

Conductivitat tèrmica ( $\text{W} / \text{m K}$ ): És la mesura de la rapidesa i facilitat amb que la calor pot passar a través d'un material. El moviment de calor sempre és a causa d'una diferència de temperatura. La calor passa de càlid a les parts més fredes de qualsevol material.

Calor específica ( $\text{W} / \text{Kg } ^\circ\text{C}$ ): Mesura la quantitat de calor que necessita un material per augmentar la seva temperatura en  $1\text{ }^\circ\text{C}$ .

Capacitat d'emmagatzematge tèrmic ( $\text{W} / \text{Kg}^3\text{ }^\circ\text{C}$ ): Quantitat de calor necessària per elevar la temperatura  $1^\circ\text{C}$  d'una unitat de massa de material.



95. Tancament vertical amb revestiment exterior de fusta mur Trombe.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Chaleur tranquille

En resum, la paret de massa en murs Trombe hauria de ser capaç d'emmagatzemar una gran quantitat de calor (alta capacitat d'emmagatzematge tèrmic) i deixar passar la calor fàcilment a través d'ella (alta conductivitat tèrmica).

La quantitat de calor solar que pot ser emmagatzemada, i més tard utilitzada en un mur de gran massa és limitada. Aquesta quantitat no augmenta linealment amb l'espessor de la paret. L'augment de l'espessor d'un mur de terra, més enllà d'uns 40 cm d'espessor, no millora la seva capacitat eficaç d'emmagatzematge i contribució solar.

Això és a causa que l'augment del grossor d'un mur, fa que augmenti la seva resistència tèrmica, per tant, en els dies ennuvolats la major part de la calor fluirà cap a fora, reduint-se progressivament el flux de calor cap a l'interior. Com a conseqüència d'això, és pràcticament impossible disposar d'emmagatzematge de calor utilitzable durant més d'un dia assolellat, fins i tot en gruixuts murs de maçoneria.

En un mur de terra, que és el que s'ha escollit pel mur Trombe, l'espessor recomanable en aquest tipus de material és de 20 – 30 cm. L'espessor que s'ha escollit és de 20 cm.

- Millores possibles
  - Protecció mòbil exterior

Pel correcte funcionament del sistema en els períodes sobreescalfats (estiu), quan és necessari evitar l'escalfament del mur, s'inclourà una protecció solar mòbil exterior.

Aquesta protecció consistirà en fixar amb un sistema de ganxos unes lones amb aïllant tèrmic a l'interior, a la cara exterior del mur Trombe.

### **2.2.5.5. Protecció contra incendis**

La instal·lació de protecció contra incendis haurà de complir el codi tècnic sobre seguretat en cas d'incendi (CTE-DB-SI) i segons aquesta normativa es disposarà a l'aulari d'un extintor portàtil de 6kg de Pols Polivalent d'eficàcia 21A-113B. L'extintor està situat a una alçada màxima de 1,70 m sobre un suport fixat al parament.



96.Extintor portàtil de 6kg de Pols Polivalent d'eficàcia 21A-113B.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Talleres calaforra

## **2.2.6. EQUIPAMENT**

### **2.2.6.1. Mobiliari interior**

#### Mobiliari aulari

El mobiliari interior de l'aulari està compost per pupitres tipus SLIM-PALA de la casa comercial Mobles Grau. L'estructura està formada per tubs de diàmetre 22 mm. La carcassa amb disseny anatòmic de polipropilè resistent. Pala ergonòmica abatible en compacte de 10 mm.



97.Pupitre tipus SLIM-PALA.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Mobles Grau

A la zona de recepció es disposarà d'una taula de informàtica tipus CPU i una cadira tipus SLIM de la casa comercial Mobles Grau. La taula està formada per tubs d'acer de diàmetre 44 mm i sobre en compacte hidròfug d'alta resistència. La cadira està formada per tubs de diàmetre 22 mm. La carcassa amb disseny anatòmic de polipropilè resistent.



98.Pupitre tipus SLIM-PALA.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Mobles Grau

### Mobiliari banys

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.6, s'adjunta el document de la fitxa tècnica dels presents mobiliaris.

Com a mobiliari dels banys, per criteris de disseny i funcionalitat, s'han escollit diferents models de la casa comercial ROCA.

Inodor amb sortida vertical al sòl, cisterna de doble descàrrega de 6/3 L, tapa i cercol amb caiguda esmorteïda model Victoria.



*99.Inodor Victoria.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Roca

Lavabo de porcellana suspès model Victoria, amb pedestal de porcellana model Victoria amb mesclador per lavabo amb desguàs automàtic model Victoria.



*100.Lavabo amb pedestal i mesclador Victoria.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Roca



També s'ha escollit un porta-rotlles amb tapa model Victoria.



*101.Portarollo Victoria.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Roca

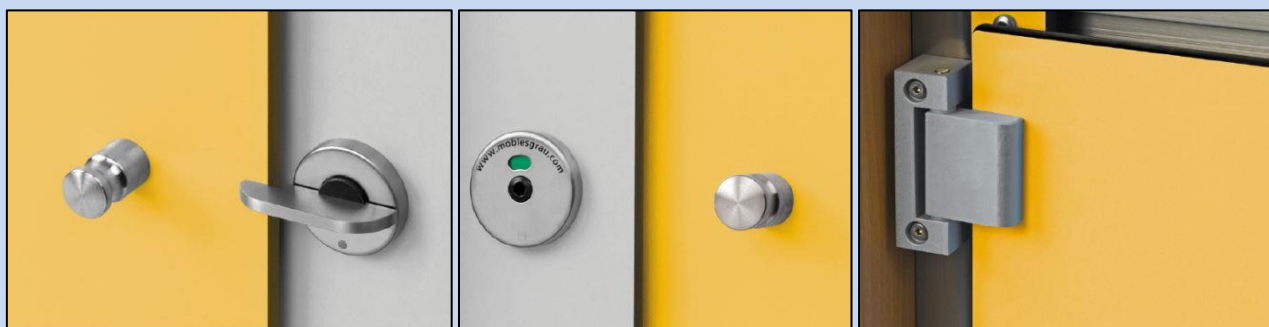
Al bany de minusvàlids s'ha escollit una nansa recta i una nansa abatible model Victoria.



*102.Nanses Victoria.*

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Roca

Finalment, s'han escollit unes cabines model COMPACTO de 10 mm de la casa comercial Mobles Grau als 3 banys. Els panells són de resina fenòlica de 10 mm amb perfils U d'alumini anoditzat, amb frontisses d'alumini anoditzat i eixos d'acer inoxidable d'alta qualitat. Els cargols són d'acer inoxidable de qualitat AISI-303 i la cornisa d'alumini anoditzat.



103.Cabina COMPACTO.

**Fotografia:** Desconegut / **Font:** Mobles Grau

### **2.2.7. APARTAT COMPLEMENTARI. ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA**

L'arquitectura bioclimàtica és un tipus d'arquitectura on l'equilibri i l'harmonia són una constant amb el medi ambient. Busca aconseguir un gran nivell de confort tèrmic, tenint en compte el clima i les condicions de l'entorn, per ajudar a aconseguir un benestar interior. Adquirint mitjançant l'adequació del disseny, la geometria, l'orientació i la construcció de l'edifici adaptat a les condicions climàtiques del seu entorn.

Juga exclusivament amb el disseny i els elements arquitectònics, sense utilitzar sistemes mecànics, que més aviat es consideren com a sistemes de suport. Es tracta d'una arquitectura adaptada al medi ambient, sensible a l'impacte que provoca en la naturalesa, i que intenta minimitzar el consum energètic i amb ell, la contaminació ambiental.

No s'ha d'oblidar, que una gran part de l'arquitectura tradicional ja funcionava segons els principis bioclimàtics, però el desenvolupament dels nous sistemes de condicionament ambiental, que antany suposaven baixos costos dels combustibles, a més de les tendències arquitectòniques del moment, va derivar en una arquitectura indiferenciada, repetitiva per a qualsevol situació climàtica. En aquest context, aconseguir un nivell de confort depèn únicament dels equips de climatització, amb el consegüent malbaratament energètic que suposa.

### 2.2.7.1. Estudi de l'emplaçament

Tradicionalment l'agrupació, la distribució, la forma i els materials amb els quals estaven construïts els edificis obeïen al clima i al lloc en el qual aquests es trobaven, després de la decantació del coneixement acumulat de les generacions anteriors a través de molts anys. Des de les cultures vernacles sempre havien observat els espais naturals per situar els habitatges en llocs, que permetessin el màxim aprofitament de les condicions climàtiques del lloc.

Mentre molts pobles del món van seguir vivint en harmonia amb el seu entorn natural, aquesta saviesa es va anar perdent gradualment, sobretot a partir de la segona meitat del segle XX, quan una suposada i imposada modernitat va anar homogeneïtzant l'edificació, principalment a les ciutats, a causa de la descoordinació i falta de regulació de les actuacions públiques i privades, arribant a convertir-se aquest oblit en un problema sanitari de primera magnitud.

Una de les màximes de Patrick Geddes , era *"Inspecció abans que projecte abans que construcció"* i no obstant això, avui dia seguim trobant edificis pensats i dissenyats per a un clima o una exposició als agents atmosfèrics que en construir-ho en un altre emplaçament no respon als paràmetres pels quals va ser concebut.



104. Edificacions de diferents climes.

Fotografia: Desconegut / Font: Desconegut

### Anàlisi de l'emplaçament

El clima en altituds mitjanes, com l'emplaçament del projecte, és temperat. En les latituds situades entre els 20° i els 60°, tant a l'hemisferi nord com al sud, l'altura solar màxima resulta molt variable al llarg de l'any, sent molt elevada durant l'estiu i baixa durant l'hivern. Això dona lloc a dos estacions tèrmiques clarament diferenciades, l'estiu, de càlid a molt calorós, i l'hivern, de fresc a molt fred. En general, les oscil·lacions anuals són molt elevades, mentre que les oscil·lacions diàries varien segons el major o menor grau d'humitat ambient.

El règim de pluges també és variable. En algunes regions, com l'àrea mediterrània, les pluges són escasses i centrades fonamentalment a la tardor i a l'hivern.

En les zones temperades càlides, com és en la ubicació del projecte, l'energia s'haurà d'utilitzar per buscar sistemes que protegeixin del sobreescalfament a l'estiu i aprofitar al màxim l'energia tèrmica del sol a l'hivern.

Degut als hiverns freds, l'aïllament tèrmic es converteix en una necessitat, com en els climes freds de latituds altes, però a diferència d'ells, en aquest existeix la possibilitat de la captació de la radiació solar. Durant l'estiu, sobretot en les zones més caloroses, és necessari protegir els buits i l'edifici, en general, de la radiació solar. També s'ha de fomentar la ventilació, tant per eliminar el sobreescalfament a l'estiu, com per evitar les humitats i condensacions a l'hivern.

Per això, les invariants de l'arquitectura popular en aquestes zones es basen en cinc estratègies bàsiques, totes elles basades en l'ús flexible dels components: flexibilitat davant la radiació solar (captació/protecció), flexibilitat en el disseny dels tancaments (massa tèrmica/aïllament tèrmic), i en l'ús d'estratègies que també són aptes per climes més freds o més calorosos que aquest, refredament evaporatiu, refredament radiant i ventilació.

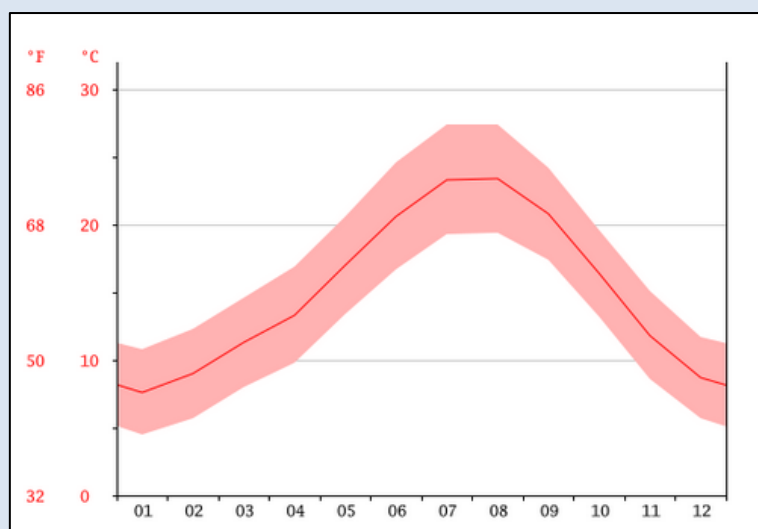
Es tracta d'utilitzar diferents estratègies per aconseguir sempre la comoditat, endolcint les condicions.

Amb l'objectiu de reduir els efectes de la radiació solar durant l'estiu cal recórrer a les proteccions solars, però han de ser suficientment flexibles com per permetre la seva captació durant l'hivern. La combinació de massa tèrmica i d'aïllament tèrmic permetrà establir les temperatures a l'estiu i protegir les captacions o produccions de calor de l'hivern.

Les estratègies típiques, segons les diferències climàtiques de la zona, són els espais assolellats, però amb porxades per protegir-se del sol de l'estiu i de la pluja, la presència de patis autosombrejats per l'edifici i on es pugui produir el refredament radiant o evaporatiu, l'ús de voladissos que

protegeixin del sol i de la pluja les façanes, els buits protegits amb elements que puguin obrir-se o tancar-se segons l'època de l'any (contrafinestres, persianes, cortinatges, etc.), l'ocupació de murs gruixuts i pesats per dotar l'edifici de massa tèrmica, la incorporació de materials aïllants tèrmics (fusta, cambres d'aire, etc.), la ventilació creuada entre façanes, etc.

Com podem observar, a continuació, l'emplaçament del projecte, és a dir a Riudellots de la Selva, està situat en una zona on el clima és temperat càlid. Hi ha una temperatura mitjana màxima de 19°C i una temperatura mitjana mínima de 12°C.



month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	50	50	69	62	68	50	33	58	72	110	63	66
°C	7.6	9.0	11.3	13.3	17.0	20.6	23.3	23.4	20.8	16.4	11.8	8.7
°C (min)	4.5	5.7	8.0	9.8	13.4	16.7	19.3	19.4	17.4	13.2	8.6	5.7
°C (max)	10.8	12.3	14.6	16.9	20.6	24.6	27.4	27.4	24.2	19.6	15.1	11.7
°F	45.7	48.2	52.3	55.9	62.6	69.1	73.9	74.1	69.4	61.5	53.2	47.7
°F (min)	40.1	42.3	46.4	49.6	56.1	62.1	66.7	66.9	63.3	55.8	47.5	42.3
°F (max)	51.4	54.1	58.3	62.4	69.1	76.3	81.3	81.3	75.6	67.3	59.2	53.1

105. Diagrama de temperatura i taula climàtica de Riudellots de la Selva.

Font: Climate-data



### La posició del Sol

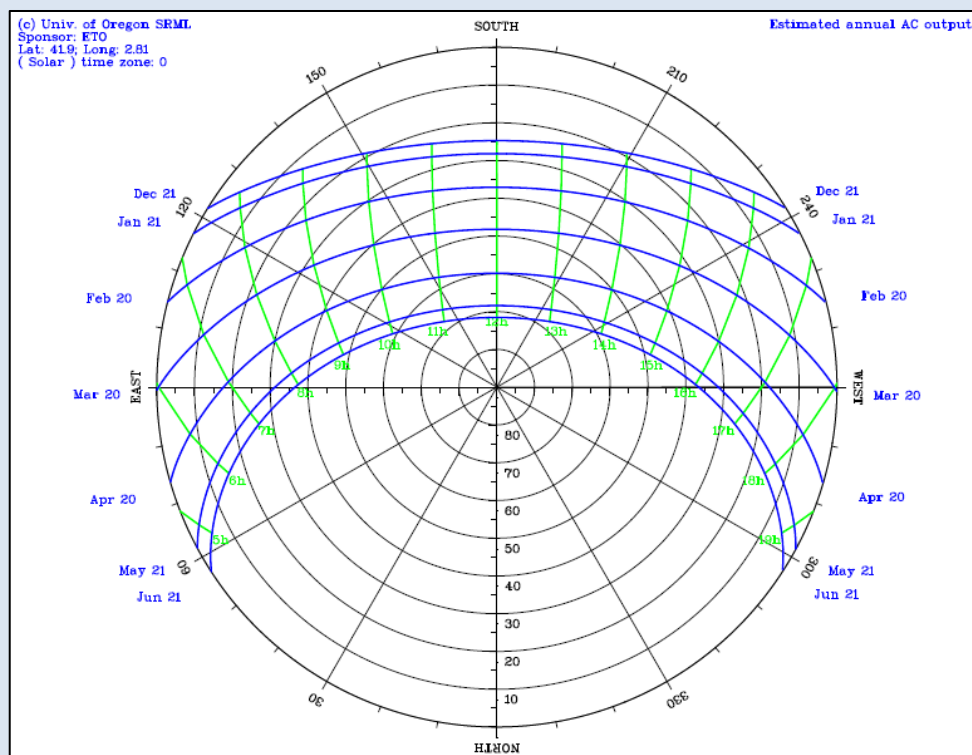
Tota la vida sobre la Terra, la temperatura que gaudim, la humitat que ens envolta i qualsevol dels fenòmens meteorològics que conformen els diferents climes i el temps atmosfèric de cada moment, estan provocats pel Sol.

Les qualitats del Sol han estat apreciades durant totes les èpoques i per totes les races i civilitzacions. Per això, el Sol, ha estat objecte de veneració i culte i s'han creat temples i monuments, des dels més primitius i simbòlics, als més evolucionats arquitectònicament i amb major càrrega científica.

Per a l'aplicació arquitectònica de la posició del Sol, és més fàcil treballar amb la hipòtesi de la variació del moviment del sol pel que fa a la terra (moviment aparent), que amb la realitat del moviment de la terra pel que fa al sol.

Per representar aquest moviment i plasmar gràficament les coordenades solars, s'ha utilitzat la carta solar de la ubicació del projecte, com es pot veure a continuació:

A l'apartat d'annexes de la memòria, a l'annex 7.7, s'adjunten els documents de la carta solar.



106. Carta solar de l'emplaçament del projecte.

Font: Solardat

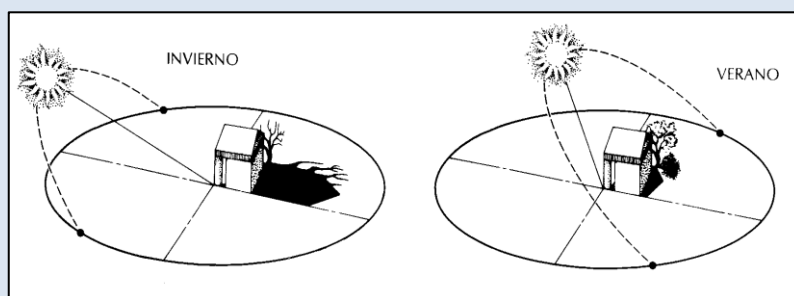
La taula que es pot observar a continuació és la informació que s'ha extret de la carta solar anterior. La informació que s'ha extret és la inclinació del sol a diferents dies de l'any, entre ells el solstici d'estiu, el solstici d'hivern i l'equinocci.

Mesos	Inclinació del sol
21 Desembre (Solstici d'hivern)	25°
21 Gener / Novembre	28°
20 Febrer / Octubre	37°
20 o 21 Març / 22 o 23 Setembre (Equinocci)	48°
20 Abril / Agost	60°
21 Maig / Juliol	68°
21 Juny (Solstici d'estiu)	72°

107. Inclinació del sol en els diferents mesos de l'any.

Font: Pròpia

De Març a Juny la posició del sol al migdia haurà anat elevant-se pel que fa a aquest punt màxim, per tornar a baixar fins a Setembre, seguir descendint en la seva posició fins al seu punt mínim, el 21 de Desembre, i una altra vegada elevar-se fins al 21 de Març.



108. Esquema de la posició del Sol a l'hivern i a l'estiu.

Font: Thales.cica

Al mateix temps, el sol des de l'alba fins a la posta de sol descriurà cada dia una trajectòria circular, la projecció de la qual en planta abastarà  $180^{\circ}$  en els equinoccis, aproximadament  $120^{\circ}$  en el solstici d'hivern i  $240^{\circ}$  en el solstici d'estiu.

### Assolellament

Les possibles ombres requereixen un estudi previ de l'assolellament<sup>1</sup>, tant les degudes a accidents geogràfics, com a condicions urbanístiques, la vegetació o l'arbrat circumdant.

La posició del sol a l'hivern exigeix unes distàncies grans entre edificis per assegurar un assolellament durant totes les estacions. En aquest projecte en concret no hi ha aquest problema, ja que no hi ha edificacions a l'entorn de la parcel·la.



109. Emplaçament Fundació Mona.

Font: Google Earth

La vegetació pot constituir una ombra de vegades desitjable. El paisatge de l'entorn de l'emplaçament es cobreix sobretot amb boscos caducifolis. L'efecte de plantes i arbres de fulla caduca permet comptar amb un element opac a l'estiu que impedeix l'accés als rajos de sol, mentre que a l'hivern permet el seu pas.

La vegetació del voltant de l'emplaçament està constituït bàsicament per Falses acàcies (*Robinia pseudoacacia*), Quercus palustres (*Quercus palustris*) i Ulmus minor (*Ulmus minor*). Aquestes tres espècies són caducifòlies, és a dir, a l'hivern perdran la fulla i deixaran passar els raigs de sol. Aquestes són vegetació de ribera, ja que necessiten humitat i aigua regular.

<sup>1</sup> Quantitat de radiació solar rebuda per un cos per unitat de superfície i per unitat de temps.

### L'orientació

Les diferents característiques de cada orientació són conseqüència de la posició del sol, i per tant, ha d'haver-hi una resposta tèrmica als edificis que respongui a aquesta circumstància. Mentre que en un plànol horitzontal (una coberta) rebrà al llarg de tot el dia l'acció del sol, un plànol vertical (una façana) tindrà unes característiques molt diferents conformement a la seva orientació i a les seves proteccions solars.



110. Emplaçament de l'aulari de la Fundació Mona (orientació sud-oest).

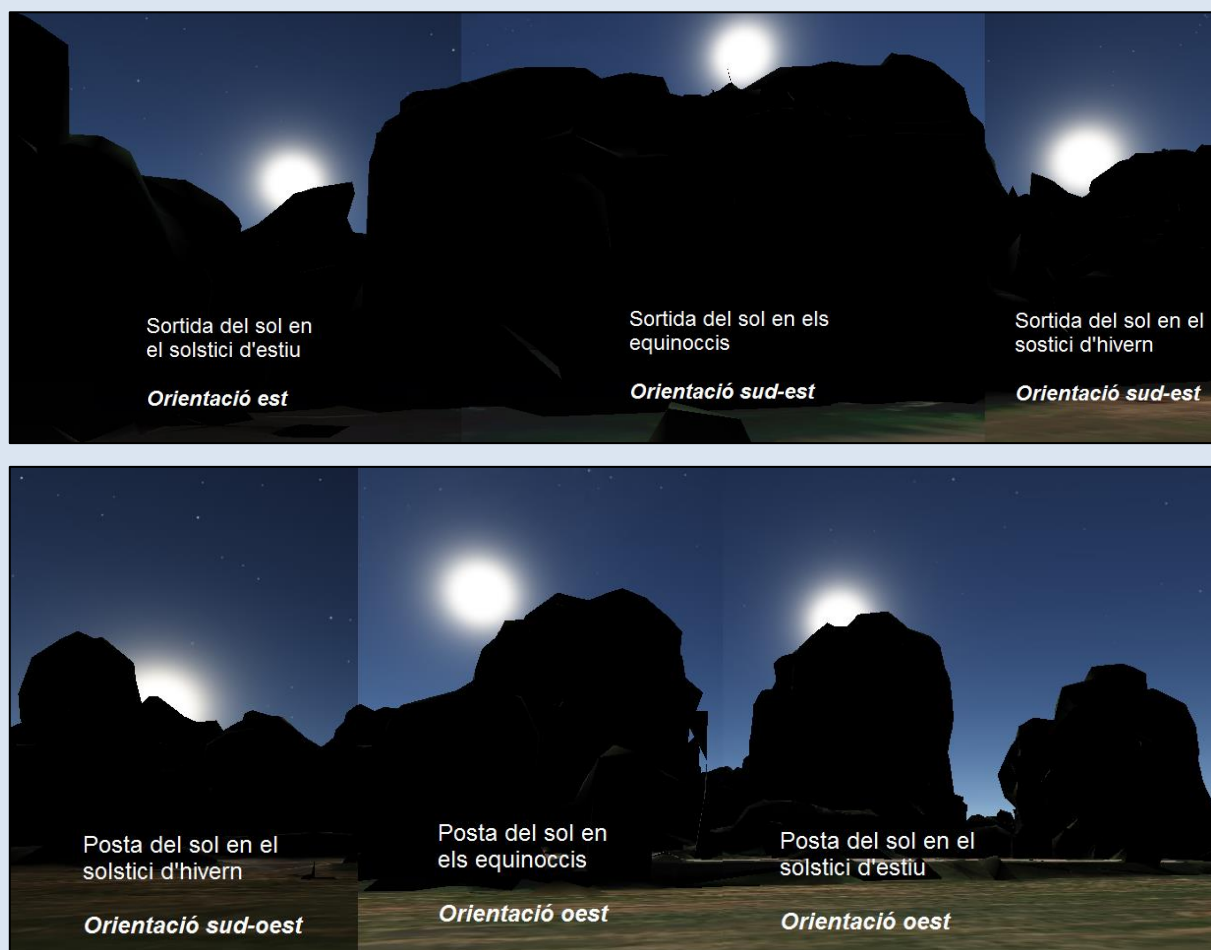
**Fotografia:** Adrià Mestre / **Font:** Pròpia

L'orientació sud d'un plànol vertical obtindrà les majors captacions solars en totes les estacions i al llarg de moltes hores diàries.

En canvi, l'orientació nord rebrà tan sols de forma obliqua, en el ortus i l'ocàs, alguns raigs solars en el solstici d'estiu, és a dir, al voltant del 21 de Juny.

D'una banda, l'orientació est rebrà la radiació tangencial i obliqua, en les primeres hores del matí en el solstici d'estiu, en els equinoccis i en el solstici d'hivern.

D'altra banda, l'orientació oest rebrà exactament la mateixa radiació que l'orientació est, però en les últimes hores del dia. La diferència està en què en les últimes hores del dia la temperatura ambient és molt superior a la de les primeres hores, amb el que l'efecte tèrmic és de sobreescalfament en aquesta última orientació.



111.Sortida i posta del sol en l'emplaçament del projecte.

Font: Pròpia / Google Earth.

Com es pot observar a les imatges anteriors, la sortida i posta de sol en el solstici d'estiu es realitzarà en una orientació est i oest respectivament.

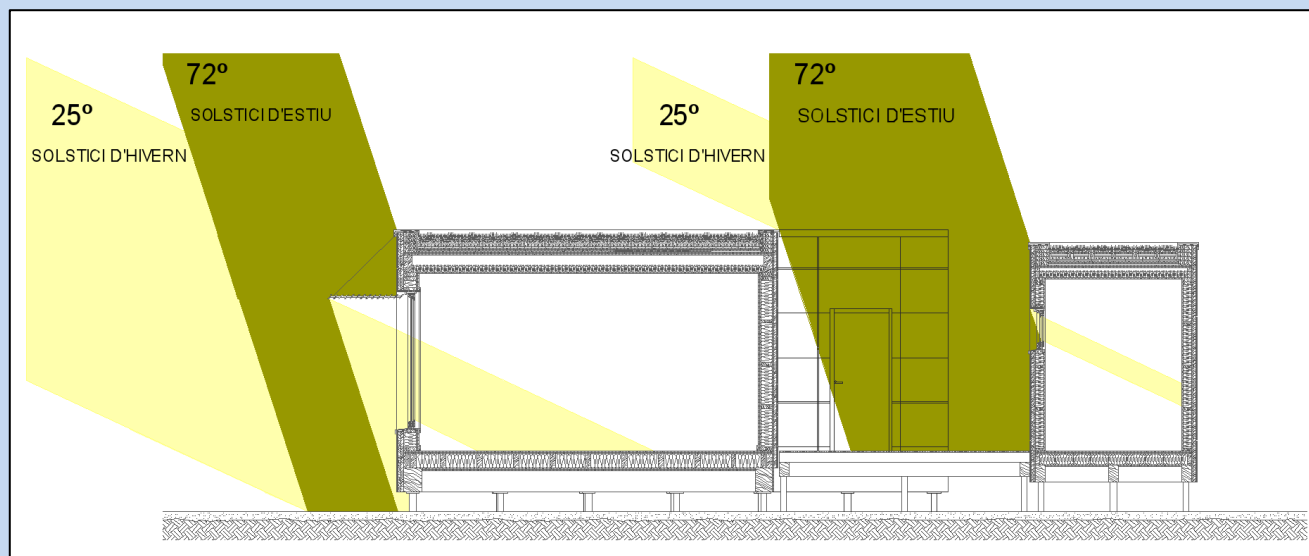
En canvi, la sortida i posta de sol en els equinoccis es realitzarà en una orientació sud-est, ja que hi ha una massa d'arbres i dificultarà la sortida del sol fins a aquesta orientació, i en una orientació oest respectivament.

També, la sortida i posta de sol en el solstici d'hivern es realitzarà en una orientació sud-est i sud-oest respectivament. Aquesta orientació és a conseqüència de l'azimut, ja que a l'hivern hi haurà un azimut menor que a l'estiu.



Gràcies a la carta solar de l'emplaçament del projecte, que s'ha exposat anteriorment, s'ha interpretat que la inclinació del sol el 21 de juny, en el solstici d'estiu, és de  $72^{\circ}$  (quan el sol està més alt) i que la inclinació del sol el 21 de desembre, en el solstici d'hivern, és de  $25^{\circ}$  (quan el sol està més baix).

Com es pot observar a la següent fotografia, l'energia solar incideix sobre la façana sud per a latituds per sobre de l'equador, com és en el cas de Riudellots de la Selva.



112. Inclinació del sol als solsticis.

Font: Pròpia

En l'apartat de documentació gràfica, el plànol número 8.19 mostra la inclinació del sol en els diferents mesos de l'any.

Pel que fa a la utilitat d'una o una altra orientació d'un edifici en funció de la seva destinació, l'orientació sud serà la preferible per a captació solar i per a la vida quotidiana.

En canvi, l'orientació nord serà desitjable per a usos en els quals es requereixi il·luminació, però no la radiació solar directa sinó la difusa, o per captar ventilacions més fresques i per a usos que hagin de protegir-se específicament del sol.

### **2.2.7.2. Estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'estiu**

En l'apartat de documentació gràfica, el plànol número 20 mostra les estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'estiu.

#### *La refrigeració i ventilació passives*

Dissenyar pensant en les condicions d'estiu és molt més difícil que fer-ho per a les condicions d'hivern, ja que no existeixen fonts naturals de refrigeració com a alternativa al sol. Però encara ho és més, si s'ha de compaginar a l'hora del disseny ambdues exigències, fred i calor, estiu i hivern.

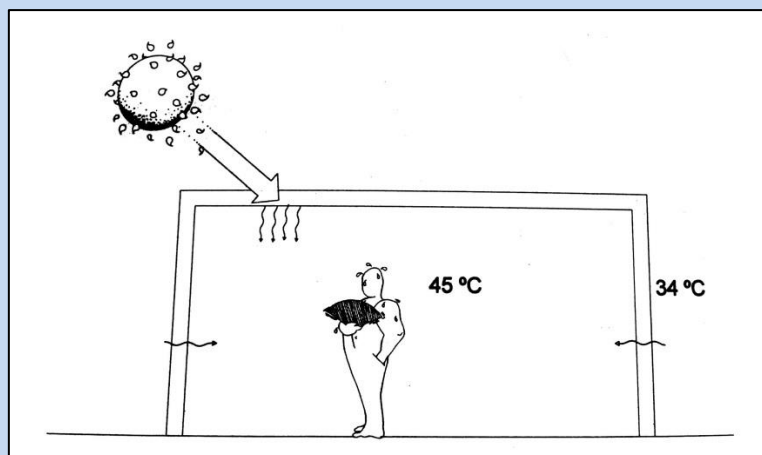
La dificultat radica en la pròpia naturalesa, que no ha estat tan generosa a l'estiu com ho és a l'hivern. En qualsevol part del món, per molt freda que sigui, i en qualsevol època de l'any, sempre es pot generar calor gratuïta aprofitant la radiació solar o la combustió de la biomassa. No obstant això, a l'estiu l'entorn no ens aporta mecanismes de refredament tan senzill com la radiació solar, i únicament en climes molt freds, on no és necessària la refrigeració a l'estiu, es pot trobar fonts energètiques fredes disponibles, aigua, aire o fins i tot, gel.

Inicialment, les estratègies bioclimàtiques per a situacions caloroses no haurien de diferir excessivament de les estratègies per a hivern; és a dir, la captació d'energia amb el signe adequat, la seva acumulació, la seva conservació i la seva correcta distribució.

No obstant això, en condicions d'estiu la conservació de energia resulta menys necessària que a l'hivern, ja que a l'hivern es capta o genera energia calorífica. En canvi, a l'estiu no hi ha una clara aportació de energia frigorífica, sinó una simple eliminació de l'excés de calor interior, el sobreescalfament, i, com a màxim, una introducció de la frescor exterior mitjançant la ventilació. Per això, en general, els edificis solen estar molt oberts per facilitar la ventilació.

El sobreescalfament és un fenomen que es produeix al llarg de tot l'any com a conseqüència de la transformació, en un espai tancat, de l'energia radiant d'origen solar en energia tèrmica.

Els mecanismes que actuen en un edifici a l'estiu són la transformació de la radiació, al ser absorbida per l'edifici, i l'efecte hivernacle, que evita la dispersió de la radiació d'ona llarga emesa des de l'interior. Com podem veure a la següent imatge, aquest fenomen provoca que els espais tancats durant l'estiu poden arribar en el seu interior a temperatures superiors a les de l'exterior.



113.El sobreescalfament d'origen solar.

Font: Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible

Per aquest motiu, les estratègies que cal incorporar en primer lloc en un edifici perquè funcioni en aquestes condicions, són les que controlin el sobreescalfament. Es poden agrupar en dues categories:

- Les estratègies de reducció del sobreescalfament: Reduir al màxim el seu efecte, evitant en tant que sigui possible, l'elevació de la temperatura interior. D'una manera molt simplificada, encara que existeixin càrregues internes<sup>2</sup> inevitables, es podria dir que totes aquestes actuacions es basen en protegir l'edifici de la radiació solar.
- Les estratègies d'eliminació del sobreescalfament: Substituir l'aire interior sobreescalfat pels elements climàtics dels quals no s'ha pogut protegir l'edifici o per les càrregues internes o per aire exterior menys calent.

<sup>2</sup> Són les càrregues per ocupació (la calor generada pels ocupants), les de l'enllumenat artificial i les dels equips energètics.

### Estratègies de reducció del sobreescalfament

Atès que el fenomen fonamental que es produeix a l'estiu és el sobreescalfament, les actuacions prioritàries hauran de ser aquelles destinades a lluitar contra ell. Totes aquestes actuacions tenen un caràcter plenament arquitectònic, basades en el disseny i en la configuració del conjunt de l'edifici i dels seus elements concrets. Qualsevol element constructiu, com la coberta, els murs, la selecció dels vidres, la forma de l'edifici, el color de les façanes, té un efecte directe sobre el sobreescalfament.

- Mesures preventives del sobreescalfament:

- Buits envidriats

Des del punt de vista energètic, els elements més febles de l'edifici són els envidriaments, no només perquè el seu coeficient de transmissió de calor és molt major que el d'un mur, sinó, perquè a través d'ells penetra la radiació solar gairebé sense cap reducció.

- Orientacions òptimes

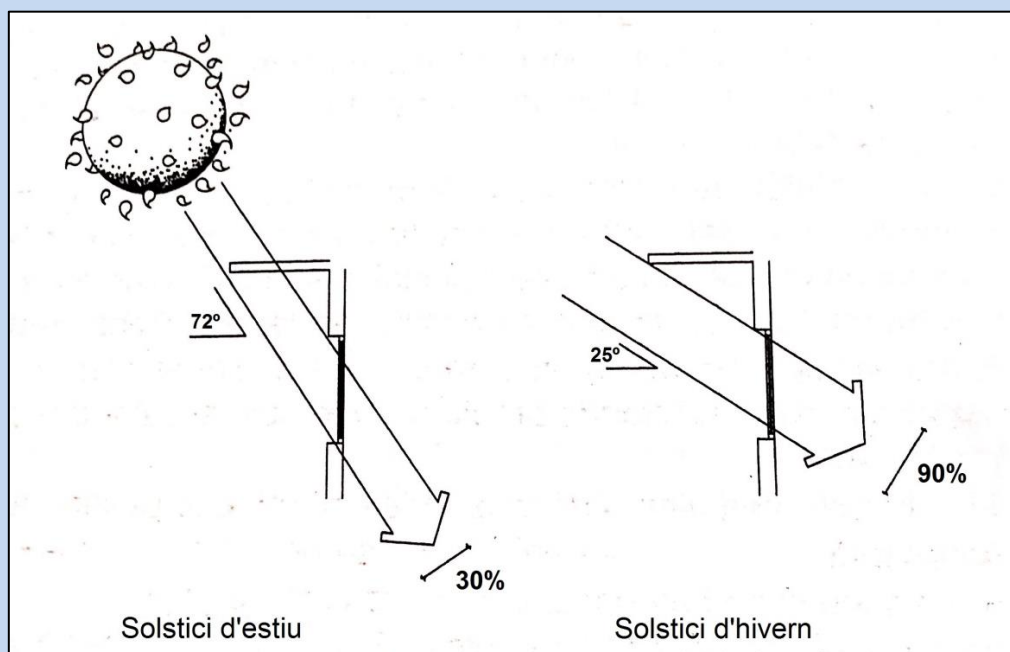
Des de la visió exclusiva de l'estiu, les orientacions òptimes són aquelles en les quals es rep la menor radiació al llarg del dia; és a dir, a Espanya, i en gran part de les latituds mitjanes del hemisferi nord, és l'orientació nord.

No obstant això, no cal oblidar que en molts climes, com el nostre, durant els hiverns també s'ha de captar l'energia, una cosa impossible a través d'un buit orientat a nord.

A causa de les condicions climàtiques comunes al nostre país, és necessari aprofitar, durant el període fred, la radiació solar captada directament a través dels envidriaments, i evitar-la durant l'estiu. Acceptant com premissa inicial que és necessària una certa distribució dels envidriaments, no hi ha dubte que, a efectes energètics, hi ha una distribució idònia d'aquestes finestres en les diferents façanes de l'edifici, que donaran lloc a un òptim energètic.

La dificultat radica en la definició d'aquest òptim energètic, ja que no es pot dissenyar independentment per a condicions d'hivern o per a condicions d'estiu, ja que atès que els òptims no coincideixen, les solucions adequades en una estació de l'any poden ser inadequades en unes altres. Per aquest motiu, cal contemplar globalment el problema de la distribució de l'envidriament. L'estudi al llarg de tot l'any de la distribució de la irradiància a través de vidres per diferents orientacions permet determinar, per a les nostres latituds, que l'orientació sud és la més favorable per l'envidriament.

En latituds mitjanes, com l'emplaçament del present projecte, durant l'hivern, els valors de la irradiància a través d'un vidre orientat al sud són majors que en qualsevol altra orientació, i fins i tot proporciona uns valors mínims a l'estiu, encara que el normal és que aquest mínim global s'obtingui en l'orientació nord. Per aquest cas en concret, a Riudellots de la Selva, l'altura solar al migdia del solstici d'estiu és de  $72^\circ$ , i això implica una obertura aparent de buits per a aquests raigs del 30% de la real. No obstant això, aquest mateix buit ofereix als raigs del sol del solstici d'hivern, moment en el qual l'altura solar és de  $25^\circ$  el 90% de la dimensió total, cosa que suposa una autèntica reducció de la grandària dels buits a l'estiu en comparació de l'hivern, període en el qual es manté molt prop de la seva dimensió real.



114. Avantatges de l'orientació sud. Alçades solars a l'estiu i a l'hivern.

Font: Arquitectura bioclimàtica en un entorn sostenible

D'altra banda, les orientacions est i oest, són les més desfavorables. En elles s'obtenen sempre els majors valors a l'estiu i els menors a l'hivern. El motiu és per què a l'hivern el sol neix i es pon amb un azimuth petit ( $117,2^\circ$  el dia del solstici d'hivern a Riudellots de la Selva), i, per tant, quan aconseguix suficient altura ja no incideix més que esbiaixadament sobre les façanes est o oest.

En canvi, durant l'estiu, atès que clareja molt abans, amb un azimuth molt major ( $246,4^\circ$  en el solstici d'estiu a Riudellots de la Selva), quan aconseguix els  $90^\circ$  d'azimut, el sol, es troba encarat a la façana est durant el matí o oest a la tarda i té suficient altura solar com perquè la irradiància sigui alta.

Com podem veure a la següent taula i com ja s'ha explicat anteriorment, el sol al solstici d'estiu sortirà amb un azimuth de  $56,80^\circ$  i es pondrà amb un azimuth de  $303,19^\circ$ . Per tant, l'azimut al 21 de Juny, en el solstici d'estiu, és de  $246,4^\circ$ , és a dir, la trajectòria del sol serà molt més ampla.

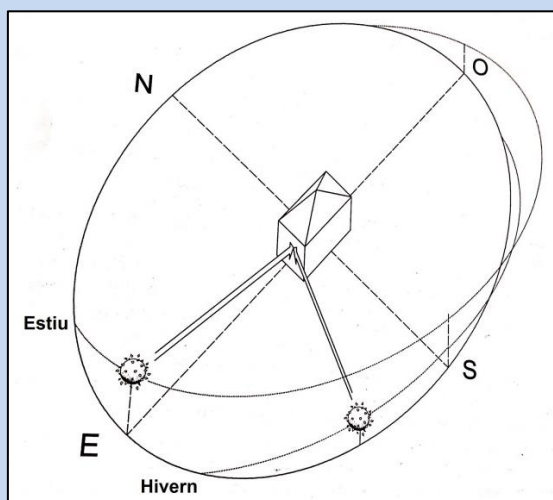
En canvi, el sol al solstici d'hivern sortirà amb un azimuth de  $121,42^\circ$  i es pondrà amb un azimuth de  $238,57^\circ$ . Per tant, l'azimut al 21 de Desembre, en el solstici d'hivern, és de  $117,2^\circ$ , és a dir, la trajectòria del sol serà molt menor que a l'estiu.

Fases dia	Azimut solstici d'estiu (21 de Juny)	Azimut solstici d'hivern (21 de Desembre)
Sortida del sol	$56,80^\circ$	$121,42^\circ$
Migdia	$179,99^\circ$	$180^\circ$
Posta del sol	$303,19^\circ$	$238,57^\circ$

115.Azimuts del Solsticis.

Font: Pròpia / Sun Earth Tools

La fotografia que s'aprecia a continuació és la trajectòria solar a l'estiu i a l'hivern. Com podem veure gràficament, la trajectòria del sol a l'hivern és menor que a l'estiu.

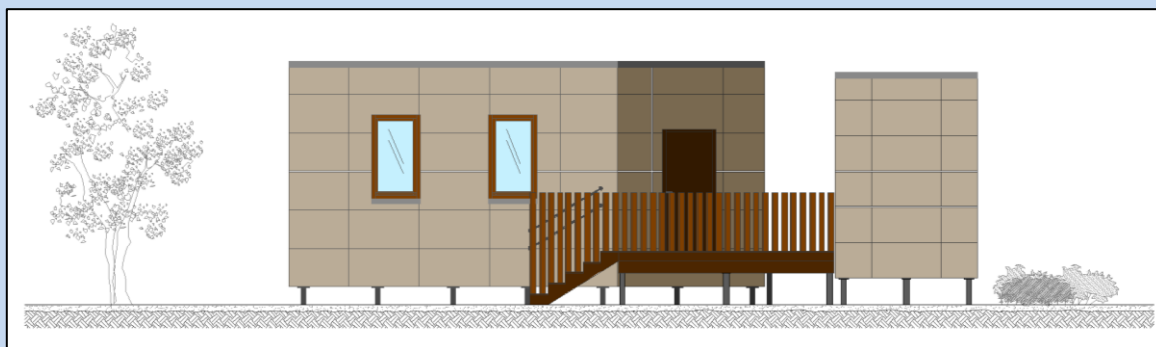


116.Inconvenients de les orientacions est i oest. Trajectòria solar a l'estiu i a l'hivern

Font: Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible



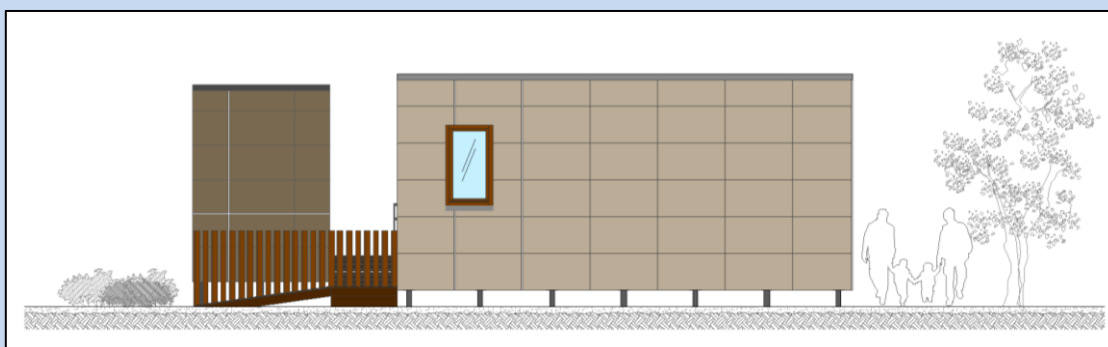
La distribució dels buits, en la façana d'orientació est de l'aulari, s'ha dissenyat conforme el que s'ha explicat anteriorment. L'orientació est rebrà la radiació tangencial i obliqua, en les primeres hores del matí en el solstici d'estiu, en els equinoccis i en el solstici d'hivern. Per tant, els buits són d'una mesura mitjana, procurant que entri molta claror a les primeres hores del dia de tot l'any, però sense que hi hagi una pèrdua d'energia excessiva a l'hivern o un sobreescalfament a l'estiu.



117. Alçat façana est.

Font: Pròpia

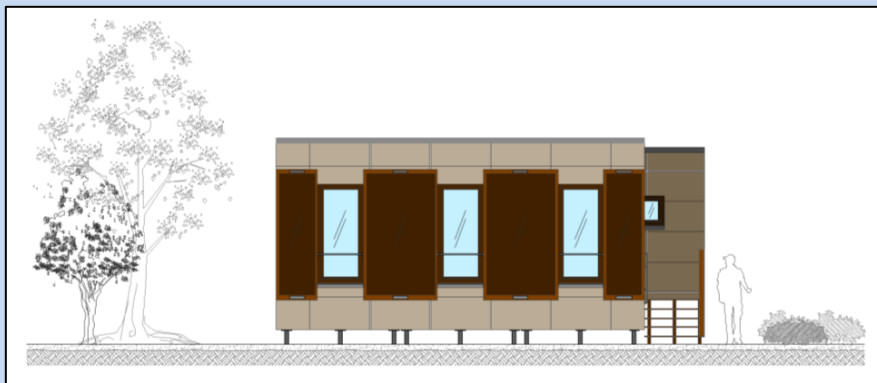
La distribució dels buits, en la façana d'orientació oest de l'aulari, s'ha dissenyat conforme el que s'ha explicat anteriorment. L'orientació oest rebrà exactament la mateixa radiació que l'orientació est, però a les últimes hores del dia. La diferència està en què a les últimes hores del dia la temperatura ambient és molt superior a la de les primeres hores, amb el que l'efecte tèrmic és de sobreescalfament en aquesta última orientació. Per tant, s'ha dissenyat la façana amb els menors buits possibles, només una finestra de mides mitjanes perquè pugui entrar claror, però sense que hi hagi una pèrdua d'energia excessiva a l'hivern o un sobreescalfament a l'estiu.



118. Alçat façana oest.

Font: Pròpia

La distribució dels buits, en la façana d'orientació sud de l'aulari, s'ha dissenyat conforme el que s'ha explicat anteriorment. L'orientació sud d'un plànol vertical obtindrà les majors captacions solars en totes les estacions i al llarg de moltes hores diàries. Per tant, s'ha dissenyat la façana amb els majors buits possibles amb unes mesures grans perquè pugui entrar claror durant tot el dia i escalfar l'aulari amb els raigs solars durant l'hivern. A l'estiu, gràcies a les proteccions solars, els buits estaran ombrejats i no es crearà un sobreescalfament.



119. Alçat façana sud.

Font: Pròpia

La distribució dels buits, en la façana d'orientació nord de l'aulari, s'ha dissenyat conforme el que s'ha explicat anteriorment. L'orientació nord rebrà tan sols de forma obliqua, en el ortus i l'ocàs, alguns raigs solars en el solstici d'estiu, és a dir, al voltant del 21 de Juny. Per tant, s'ha dissenyat la façana amb els menors buits possibles, només una finestra de mides mitjanes perquè pugui entrar claror, però sense que hi hagi una pèrdua d'energia excessiva a l'hivern. En canvi, a l'estiu s'aprofitarà per refrescar l'aulari.



120. Alçat façana nord.

Font: Pròpia Font: Pròpia

- Selecció de vidres

Com ja s'ha exposat anteriorment, el envidriament del present projecte està compost per un vidre exterior de 4+4 amb una cambra d'aire de 14 cm i finalment un vidre interior de 6+6.

- Proteccions dels buits

Les proteccions dels buits envidriats tenen com a objectiu millorar el seu comportament energètic. En condicions d'estiu, la protecció més significativa és la que protegeix de la radiació solar, però també cal considerar aquelles proteccions que milloren el seu aïllament tèrmic.

Els dispositius de protecció solar exclusivament de la radiació solar es denominen para-sols, i la seva funció és únicament la d'ombrejar el buit envidriat.

Com ja s'ha exposat anteriorment, els dispositius de protecció solar exclusivament de la radiació solar, estan compostos per un sistema de control solar de les lames inclinades de desenvolupament horitzontal. En canvi, els dispositius de protecció a la transmissió de calor dels buits del present projecte, estan compostos per cortines interiors.

- Coberta

La coberta, la cinquena façana, és el tancament que rep més radiació solar al llarg del dia, per aquesta raó, s'ha de dissenyar un sistema que permeti combatre el sobreescalfament. Una coberta plana sense obstruccions rep des del primer raig de la sortida del sol fins a l'últim de la posta de sol. Si unim aquest fet a la circumstància que no s'utilitzen habitualment materials d'acabat clars en les cobertes, les converteix en un dels elements més conflictius de l'edifici.

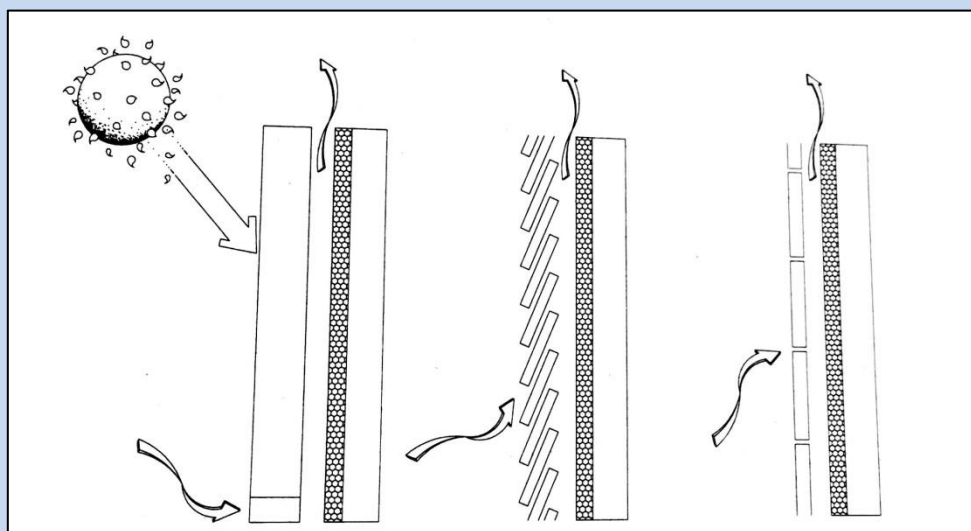
Com s'ha explicat anteriorment, en els apartats anteriors, la coberta del present projecte és enjardinada o coberta vegetal.

La vegetació ofereix una gran protecció contra la radiació solar al no permetre que s'escalfi la coberta. En la mesura en què es protegeix el punt més vulnerable de l'edifici, que és la coberta, es minimitzen els fluxos energètics entre ambients exteriors i interiors.

- Parets

Una altra forma senzilla de lluita contra el sobreescalfament, és el tractament adequat de les façanes. Un acabat clar té un coeficient d'absorció de la radiació solar molt baix, entre 0,10 i 0,20. Això vol dir, que en una superfície opaca únicament el 10% o el 20% de la radiació solar que incideix sobre el tancament es transformen en calor, mentre que la resta es reflecteix. Per tant, en situacions caloroses i d'alta radiació, és molt recomanable l'ocupació d'acabats clars, enfront d'opcions de recobriments foscos.

Com a complement o com a alternativa als colors de l'acabat exterior estan les façanes ventilades. El funcionament és idèntic al de les cobertes ventilades i tenen com a objectiu eliminar, mitjançant la ventilació, la calor absorbida per les làmines exteriors de la façana quan reben el sol. La combinació amb l'aïllament és molt positiva, però exclusivament si es col·loca l'aïllant en la làmina interior.



121.Façanes ventilades.

Font: Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible

La ventilació com estratègia combinada d'eliminació del sobreescalfament i la reducció de la sensació de calor

L'estratègia combinada d'eliminació del sobreescalfament i de reducció de la sensació de calor és la ventilació, ja que aquesta s'ha d'utilitzar per substituir l'aire interior sobreescalfat per l'aire exterior. Encara que la seva temperatura sigui elevada i per sobre de la de benestar, sempre serà inferior a la de l'ambient interior, si aquest s'ha mantingut tancat.

La ventilació natural és aquella que s'obté mitjançant tècniques naturals, sense necessitat d'utilitzar cap dispositiu mecànic.

Ventilar és renovar l'aire d'un lloc. La ventilació és el corrent d'aire que s'estableix en ventilar-ho. Tant el ventilar, com la seva acció o efecte, que és la ventilació, serveixen per cobrir un conjunt d'exigències higièniques i de benestar necessàries per fer més saludable i agradable l'estada en un espai obert o tancat.

La ventilació ve a cobrir les necessitats provocades en aquests ambients pel seu ús i ocupació, mitjançant dues possibles estratègies, la substitució de l'aire i el seu moviment. La primera d'elles és la més important, ja que correspon al fet de renovar l'aire viciat o molest. La segona, recirculant simplement l'aire sense necessitat de substituir-ho, permet reduir la sensació de calor en un ambient sobreescalfat.

- La ventilació natural pura

La ventilació natural es produeix quan existeixen diferències de pressió entre l'interior i l'exterior del local. Aquestes diferències la poden provocar les condicions psicromètriques dels ambients, diferències estàtiques de pressió, o el vent, diferències dinàmiques de pressió. Les diferències estàtiques de pressió són sempre reduïdes i la ventilació que s'estableix és escassa. No obstant això, l'acció del vent sobre una façana crea sobrepressions en ella en relació amb l'interior. Això afavoreix l'entrada de l'aire per les façanes batudes pel vent.

○ Ventilació natural directa

La ventilació natural més utilitzada és la renovació d'aire a través de les finestres obertes durant un període de temps al dia. Els dos ambients posats en contacte tendeixen a equilibrar la seva pressió intercanviant masses d'aire.

- Ventilació natural creuada

La ventilació més adequada és la ventilació creuada entre buits situats en façanes diferents; no és necessari que siguin oposades. Dues façanes diferents estan necessàriament exposades a pressions de vent diferents, i per tant, s'estableixen diferències de pressió entre els buits situats en aquestes façanes i això provoca la ventilació natural. Si les façanes són oposades i una està sotmesa al vent, en ella es crearan pressions, mentre que en l'oposada es produiran depressions, que faran que les diferències siguin encara majors i la ventilació més eficaç.

D'altra banda, l'ús de buits amb grandàries diferents afecta a la seva velocitat. Si el buit d'entrada és major que el de sortida, l'aire disminuirà de velocitat a l'entrar a l'edifici i s'accelerará, per efecte Venturi, a la sortida; això no representa cap avantatge per a la ventilació ja que la velocitat és un dels objectius. No obstant això, si el buit petit és el d'entrada i el gran és el de sortida, l'efecte s'inverteix i l'aire s'accelera a l'entrar a l'edifici, creant una gran zona d'inducció. Si es té en compte que les velocitats en general són reduïdes, qualsevol procés d'acceleració resulta interessant. D'altra banda, com més gran sigui la diferència de grandària entre els buits, major serà l'increment de velocitat que es produirà.

Una bona combinació d'estratègia, com les grandàries de buits diferents, el canvi de direcció de l'aire i la ventilació entre façanes donaran una bona ventilació creuada.

#### - La ventilació forçada natural

En moltes ocasions la ventilació natural no funciona correctament, de vegades perquè la direcció que porta l'aire no és l'adequada, però en la major part dels casos, perquè la velocitat és insuficient per moure el cabal necessari, dirigir-ho a tots els punts de l'edifici i cobrir la pèrdua de càrrega que suposa travessar locals.

En aquestes situacions és necessari recórrer a reforços que facin la ventilació natural suficientment eficaç.

L'acceleració del moviment de l'aire pot aconseguir-se mitjançant reforços naturals basats en el reescalfament de l'aire.

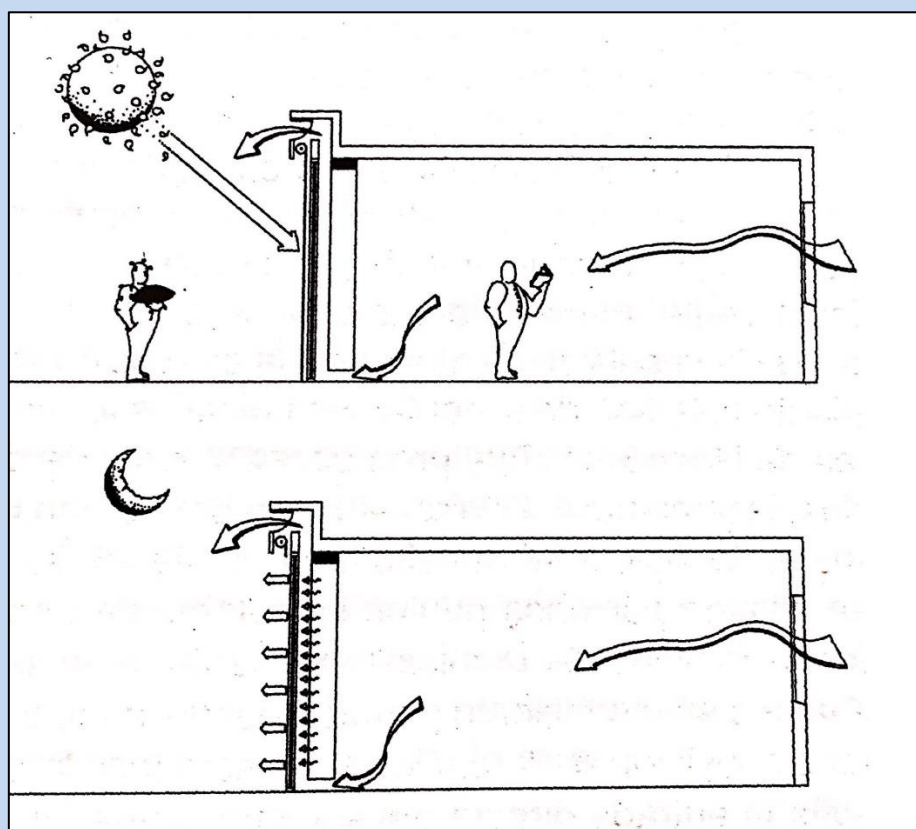


- Reescalfament en la façana

Quan el sol incideix sobre una façana es produeix un reescalfament de la seva superfície i de l'aire que es trobi en contacte amb ella. Els dispositius bioclimàtics d'escalfament produeixen aquest efecte a l'hivern i aprofiten l'aire calent generat per a la calefacció. Aquests dispositius d'escalfament, com el mur Trombe, poden convertir-se en autèntiques trampes de calor durant l'estiu, si no es protegeixen i s'evacua la calor generada.

Si aquests dispositius s'utilitzen correctament, no solament serviran per a l'escalfament a l'hivern sinó que, en actuar com a reescalfadors d'aire a l'estiu, incrementaran la seva velocitat forçant de manera natural la ventilació.

Per poder aprofitar-se d'aquesta manera, els murs trombe hauran de modificar el seu funcionament.



122.El mur Trombe funcionant com a estratègia de ventilació.

Font: Arquitectura bioclimàtica en un entorn sostenible

Per exemple, hauran de protegir-se durant el dia, en lloc de durant la nit, com passa a l'hivern. També el règim d'obertura de les reixetes de ventilació ha de modificar-se. La reixeta superior de les càmeres que permetia l'entrada d'aire calent en el local ha de romandre tancada. En el seu lloc ha de

haver una altra reixeta o buit de ventilació situats, també a la zona alta de la càmera, però donant cap a l'exterior. L'aire calent generat a l'interior de la càmera ascendirà fins a la seva part superior i s'escaparà de l'edifici. La depressió generada a l'interior provocarà la succió d'aire del local i de la façana oposada; atès que l'orientació dels dispositius de reescalfament en façana ha de ser la sud, l'entrada d'aire es produirà de la façana Nord.

Si bé, tenint completament exposat el dispositiu al sol, l'escalfament de l'aire seria major i el corrent d'aire generada seria més ràpida, el mur, que rebrà directament la radiació, es convertiria en una superfície calenta de la qual finalment passaria la calor a l'interior; per això resulta imprescindible protegir el dispositiu de la radiació directa.

Actuacions directes de refredament

Les possibilitats de refredament passiu són limitades, aplicades conjuntament amb les tècniques anteriors poden donar resultats òptims.

La vegetació que és aplicable a l'ambient exterior, però no cal oblidar que la calor que es sent a l'interior de l'edifici és conseqüència de les característiques microclimàtiques que l'envolten. Un edifici envoltat de vegetació, com el del present projecte, que l'ombregi i que baixi la temperatura del sol i de l'aire, segurament no tindrà grans necessitats de refrigeració.

La utilització de la vegetació és molt adequada, ja que no solament serveix per evaporar aigua a través de les fulles, sinó que s'encarrega d'aportar aigua a través del seu sistema d'arrels.



123. Emplaçament de l'aulari de la Fundació Mona (orientació est)

**Fotografia:** Adrià Mestre / **Font:** Propia

### **2.2.7.3. Estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'hivern**

En l'apartat de documentació gràfica, el plànol número 21 mostra les estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'hivern.

#### *Aïllament tèrmic*

L'aïllament d'un element constructiu està vinculat als tres mecanismes que utilitza la naturalesa per transferir calor: la conducció, la convecció i la radiació. Les solucions constructives d'aïllament hauran d'abordar cadascun d'ells, donant lloc a quatre tipus d'aïllament:

- Aïllament conductiu (materials aïllants): L'aïllament conductiu mitjançant materials aïllants és el més habitual, redueix el ritme de transmissió de calor a través dels tancaments i és eficaç quan hi ha grans diferències de temperatura entre l'interior i l'exterior. Mai sobra la presència d'un material aïllant, però resulta imprescindible quan la diferència de temperatures supera els 10°C. Per això és més efectiu a l'hivern que a l'estiu, encara que si és necessari utilitzar-ho a l'hivern no és qüestionable el seu ús en l'estiu.
- Aïllament convectiu (cambres d'aire ventilada): Les cambres d'aire ventilades mai poden substituir a un material aïllant. La seva utilització està recomanada en llocs on la càrrega solar sigui elevada i es desitgi trencar l'ona tèrmica que s'estableix entre l'exterior irradiat i l'interior; en ventilar la càmera la calor absorbida per la capa exterior es dissipa mitjançant la ventilació.
- Aïllament radiant (superfícies reflectants): L'aïllament a la radiació evita que les superfícies s'escalfin en reflectir la energia radiant que arriba fins a ells. En el nostre cas és aplicable en l'exterior, en forma de colors clars, perquè evita l'escalfament solar de la façana. També és aplicable en l'exterior en el mur Trombe, que al contrari d'abans, en forma de colors foscos, ja que com més gran sigui l'absorció d'energia en la cara exterior del mur, major serà la transmissió de calor cap a l'interior. Per això és important la selecció d'un color adequat.
- Aïllament orgànic (superfícies vegetals absorbents): L'aïllament orgànic, en forma de vegetació activa, per protegir els tancaments, fonamentalment les cobertes de la radiació solar. La vegetació absorbeix la radiació solar, però, a diferència d'una superfície inorgànica, no s'escalfa, sinó que inverteix aquesta energia en els processos fotosintètics, conservant la seva temperatura al dissipar la resta mitjançant l'evapotranspiració que es produeix en les seves fulles. Per tant, és un aïllament adequat contra la radiació solar.

El sistema envolvent de façanes i de la coberta està dimensionat i narrat anteriorment a l'apartat 2.2.3. Sistema envolvent.

### Mur Trombe

Una de les estratègies arquitectòniques de disseny bioclimàtic en condicions d'hivern és la climatització de l'aulari mitjançant una parament amb mur Trombe, com ja s'ha explicat anteriorment.

La combinació dels sistemes de captació directa, amb acumulació i creant el llaç convectiu dona lloc a un dels sistemes solars més populars, el mur trombe. Aquest sistema, que és bàsicament un hivernacle de dimensions diminutes, consta d'una petita massa d'aire confinada entre un vidre exterior i una paret interior. Aquesta paret, que en un hivernacle convencional pot arribar a ser també de vidre i no té excessiva importància pel que fa a les seves característiques, en un mur trombe resulta fonamental. En aquest cas és un mur de gran espessor i gran densitat.

El mur trombe compleix tres funcions: la captació directa de radiació solar a través del vidre, la seva acumulació en el mur i la distribució de l'aire calent generat amb aquesta energia a través dels buits disposats en el mur. Una vegada que la radiació ha travessat el vidre, incideix sobre el mur escalfant-ho, cedint, posteriorment, la calor per convenció a l'aire que ocupa la petita càmera confinada pel vidre. Si aquesta càmera romangués estanca, l'aire s'escalfaria excessivament i la seva energia es perdria cap a l'exterior a través del vidre. Per evitar-ho, el mur disposa d'orificis, uns situats en la part alta del mateix, i els altres en la part inferior. L'aire, a l'escalfar-se, ascendeix per convecció natural i, travessant el mur pels buits superiors, passa a l'interior del local. El petit buit que es crea en la càmera és suficient com per arrossegar, a través dels orificis inferiors, l'aire fred de l'habitació que es troba estratificat a nivell del sòl. D'aquesta manera es crea una circulació d'aire fred de l'habitació al mur i, una vegada calenta, del mur a l'habitació.

La captació directa està relacionada directament amb superfície i orientació de l'envidriament, que ha de ser lògicament a sud. La superfície exterior del mur ha de ser de color fosc per evitar les pèrdues per reflexió i permetre que absorbeixi el màxim d'energia. Per això, el dimensionament de l'espessor del mur és molt important. L'energia emmagatzemada en el mur s'utilitzarà de dues formes diferents. En primer lloc, mentre rebí radiació solar i es mantingui més calent que l'aire que penetra fred de l'habitació per les reixetes inferiors, ja que es seguirà escalfant i permetent la seva sortida i circulació per les reixetes superiors. En segon lloc, quan ha acumulat suficient calor, al cap del temps, l'energia haurà travessat el mur i aflorarà per la cara interior, escalfant l'habitació directament per convecció i radiació. Per optimitzar aquest doble funcionament convé que aquest segon fenomen no comenci fins

que hagi cessat la màxima intensitat del primer, és a dir quan cessi de rebre la radiació solar. Per això és necessari dimensionar el seu espessor, de tal manera que coincideixi el moment en el qual deixa de tocar el sol sobre el mur, amb el moment en el qual l'ona de calor ho ha travessat íntegrament. Atès que l'energia comença a travessar el mur al mateix moment en el qual comença a rebre la radiació solar, el desfasament de l'ona tèrmica, és a dir, el nombre d'hores que triga la calor a travessar-ho, ha de coincidir amb el nombre d'hores d'assolellament del mur.

No obstant això, un mur d'aquest espessor posa tals dificultats al pas de la calor que la major part d'ell no arriba a travessar-ho mai i rebotja cap a l'exterior. L'amortiment de l'ona tèrmica en un mur de 40 cm és altíssim, de més de 94%, i això indica que poc més del 5% de l'energia arriba a la cara interior del mur i que la resta torna a la cara exterior. No obstant això, aquesta calor no es perd com ho faria en un tancament convencional, ja que s'inverteix a seguir escalfant l'aire de la càmera i seguir forçant la seva circulació a través de l'habitació.

Perquè realment no es perdi, atès que aflorarà durant les hores de la tarda i de la nit, caldrà protegir el vidre exteriorment perquè no es refredi. Aquesta protecció, que ha d'estendre's durant les hores en què no incideix el sol sobre el mur i, sobretot, en les hores fredes de la nit, pot consistir en una lona exterior, que serà tant millor com més aïllada vagi. D'aquesta manera s'evita que el vidre es refredi a l'excés i robi calor per radiació i per convecció al mur.



## **2.2.8. LLISTAT D'IMATGES DE L'APARTAT 2.2. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA**

1.Mapa geològic de Catalunya (Zona Riudellots de la Selva). <b>Font:</b> Institut Geològic de Catalunya	74
2.Taula tipologia geològica. <b>Font:</b> Institut Geològic de Catalunya	75
3.Pilotatges. <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Pròpia	77
4.Procediment pilotatge. <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Pròpia	79
5.Planta de pilots de la construcció. <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Pròpia	80
6.Exemple unió fonament amb jàssera. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Techno Pieux	81
7.Planta de les modulacions. <b>Font:</b> Pròpia	82
8.Imatge dels tres mòduls units de l'aulari creada amb el Robot Structural Autodesk. <b>Font:</b> Pròpia	83
9.Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 1. <b>Font:</b> Pròpia	84
10.Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 1. <b>Font:</b> Pròpia	84
11.Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 1. Façanes sud, oest i nord. <b>Font:</b> Pròpia	86
12.Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 1. <b>Font:</b> Pròpia	87
13.Representació sistema del forjat de la coberta del mòdul 1. <b>Font:</b> Pròpia	87
14.Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 2. Façanes sud, est i nord. <b>Font:</b> Pròpia	88
15.Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 3. <b>Font:</b> Pròpia	89
16.Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 3. <b>Font:</b> Pròpia	89
17.Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 3. Façanes sud, est i nord. <b>Font:</b> Pròpia	90
18.Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 3. <b>Font:</b> Pròpia	91
19.Imatge en planta de les jàsseres del forjat inferior del mòdul 4. <b>Font:</b> Pròpia	92
20.Imatge en planta de les biguetes del forjat inferior del mòdul 4. <b>Font:</b> Pròpia	92
21.Imatge en alçat de l'Entramat del mur del mòdul 4. Façanes nord, sud, est i oest. <b>Font:</b> Pròpia	93
22.Imatge en planta de les biguetes del forjat de la coberta del mòdul 4. <b>Font:</b> Pròpia	94
23.Taula de les principals característiques dels productes de fusta per la seva elecció. <b>Font:</b> Pròpia	95
24.Unió entre muntants i travessers. <b>Font:</b> Llibre Casa de Madera	98
25.Sistema d'unió de les biguetes. <b>Font:</b> Llibre Sistema de plataforma con entramado ligero de madera	98
26.Sistema d'unió Rothoblaas. <b>Font:</b> Rothoblaas	99
27.Valors de les propietats associades a la classe resistent GL24h. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	100
28.Valors de les propietats associades a la classe resistent C24. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	101
29.Valors de les propietats associades a la classe resistent C24. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	101
30.Definició de la secció residual i eficaç. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	108
31.Velocitat de carbonització nominal de càlcul de fustes sense protecció. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	108
32.Detall constructiu tancament vertical tipus 1. <b>Font:</b> Pròpia	110
33.Detall constructiu tancament vertical tipus 2. <b>Font:</b> Pròpia	111
34.Detall constructiu tancament vertical tipus 3. <b>Font:</b> Pròpia	112
35.Detall constructiu forjat inferior. <b>Font:</b> Pròpia	114
36.Detall constructiu coberta plana enjardinada. <b>Font:</b> Pròpia	115
37.Sedum. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Planta y flor blogspot	117

38.Echeveria. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Mountain crest gardens	118
39.Mammillaria. <b>Fotografia:</b> José Manuel Bazán Ruiz / <b>Font:</b> Flickr	119
40.Opuntia. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Cactuseros	120
41.Coberta enjardinada extensiva. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Smart Homes	121
42.Col·locació làmina impermeable transpirable Tyvek. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Maydisa	123
43.Col·locació d'aïllament tèrmic amb flocs de llana d'ovella. <b>Fotografia:</b> Josep Bunyesc / <b>Font:</b> Josep Bunyesc	125
44.Col·locació d'aïllament tèrmic amb manta de llana d'ovella. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Bio clima team	125
45.Aïllament tèrmic de llana d'ovella. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Aisla en verde	126
46.Membrana impermeabilitzant Texsalon Mat. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Texsa	127
47.Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi de l'aulari. <b>Font:</b> Pròpia	129
48.Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de plaques d'escorça surera de l'aulari. <b>Font:</b> Pròpia	131
49.Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana de l'aulari. <b>Font:</b> Pròpia	133
50.Tancament vertical amb mur Trombe de la façana sud de l'aulari. <b>Font:</b> Pròpia	135
51.Tancament vertical amb aïllament i acabat exterior de taulers contraxapats fenòlics de pi dels banys. <b>Font:</b> Pròpia	137
52.Tancament vertical amb l'encontre de travessers o muntants de fusta de la façana dels banys. <b>Font:</b> Pròpia	139
53.Tancament horitzontal de l'aulari (Forjat inferior). <b>Font:</b> Pròpia	141
54.Tancament horitzontal dels banys (Forjat sanitari). <b>Font:</b> Pròpia	142
55.Tancament horitzontal de l'aulari (Coberta enjardinada). <b>Font:</b> Pròpia	143
56.Tancament horitzontal dels banys (Coberta enjardinada). <b>Font:</b> Pròpia	145
57.Fusteria de fusta. <b>Font:</b> Pròpia	146
58.Exemple revestiment exterior de tauler contraxapat fenòlic de pi. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Macusa	147
59.Alçat de l'acabat del parament exterior tipus 1. <b>Font:</b> Pròpia	148
60.Exemple revestiment exterior de plaques d'escorça surera. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Bioarkiteco	149
61.Parament interior amb plaques ecoclayPLAC. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Ecoclay	150
62.Exemple del paviment Marmoleum Click color Moon. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Forbo	152
63.Sistema d'assemblatge del paviment Marmoleum Click. <b>Font:</b> Forbo	153
64.Fusteria model Finestra fusta 69. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Finestres Soldevila	154
65.Porta de fusta massissa de la casa comercial Canomar. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Canomar	158
66.Àbac. <b>Font:</b> David Duran Sánchez Blogspot	163
67.Cabal instantani mínim per cada tipus de punt de consum. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	165
68.Diàmetres mínims dels trams. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	166
69.Unitats de desguàs i diàmetre de diferents aparells sanitaris. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	168
70.Diàmetre col·lectors entre aparells sanitaris i la baixant. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	169

71. Diàmetre col·lectors horitzontals. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	170
72. Diàmetre baixants. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	170
73. Nombre d'embornals en funció de la superfície de la coberta. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	171
74. Diàmetre dels baixants d'aigües pluvials. <b>Font:</b> Codi tècnic de l'edificació	171
75. Previsió de càrregues. <b>Font:</b> Pròpia	175
76. Intensitat màxima admissible per a cables amb conductors de coure en instal·lació enterrada. <b>Font:</b> Reglament electrotècnic per baixa tensió	176
77. Secció mínima del conductor neutre en funció de la secció dels conductors de fase. <b>Font:</b> Reglament electrotècnic per baixa tensió	178
78. Relació entre les seccions dels conductors de protecció i els de fase. <b>Font:</b> Reglament electrotècnic per baixa tensió	178
79. Característiques elèctriques dels circuits. <b>Font:</b> Reglament electrotècnic per baixa tensió	179
80. Intensitats nominals comandaments segons potència màxima contractada. <b>Font:</b> Guia Vademècum	179
81. Il·luminària interior de superfície model MO-PLAF-C-24W de GREENICE. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> GREENICE	180
82. Il·luminària exterior de superfície model HO-COBWALL-1x20W de GREENICE. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> GREENICE	180
83. Interruptors i endolls model SIMON 73 LOFT de la casa comercial SIMON. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> SIMON	181
84. Caixa de derivació model V55003 de la casa comercial VIMAR. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> VIMAR	181
85. Esquema mur Trombe. <b>Font:</b> La Casa Rot	183
86. Diferents usos del mur Trombe. <b>Font:</b> 0 grados	185
87. Inclinatori del sol als solsticis d'hivern i d'estiu. <b>Font:</b> Pròpia	187
88. Façana sud i nord. <b>Font:</b> Pròpia	188
89. Criteris orientatius pel dimensionat dels murs Trombe. <b>Font:</b> Mazria, "Libro de la energía solar pasiva"	190
90. Diagrama de temperatura i taula climàtica de Riudellots de la Selva. <b>Font:</b> Climate-data	191
91. Alçat del mur Trombe a la façana sud. <b>Font:</b> Pròpia	192
92. Càlcul dels orificis del mur Trombe. <b>Font:</b> Juan Manuel Bohórquez	193
93. Efecte de l'espessor de la paret sobre l'amplitud de les oscil·lacions diàries de la temperatura de l'aire del local. <b>Font:</b> Mazria, "Libro de la energía solar pasiva"	194
94. Tancament vertical amb mur Trombe. <b>Font:</b> Pròpia	195
95. Tancament vertical amb revestiment exterior de fusta mur Trombe. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Chaleur tranquille	197
96. Extintor portàtil de 6kg de Pols Polivalent d'eficàcia 21A-113B. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Talleres calaforra	199
97. Pupitre tipus SLIM-PALA. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Mobles Grau	200
98. Pupitre tipus SLIM-PALA. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Mobles Grau	200
99. Inodor Victoria. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Roca	201
100. Lavabo amb pedestal i mesclador Victoria. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Roca	201

---

101. Portarollo Victoria. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Roca	202
102. Nanses Victoria. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Roca	202
103. Cabina COMPACTO. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Mobles Grau	203
104. Edificacions de diferents climes. <b>Fotografia:</b> Desconegut / <b>Font:</b> Desconegut	205
105. Diagrama de temperatura i taula climàtica de Riudellots de la Selva. <b>Font:</b> Climate-data	207
106. Carta solar de l'emplaçament del projecte. <b>Font:</b> Solardat	208
107. Inclinació del sol en els diferents mesos de l'any. <b>Font:</b> Pròpia	209
108. Esquema de la posició del Sol a l'hivern i a l'estiu. <b>Font:</b> Thales.cica	209
109. Emplaçament Fundació Mona. <b>Font:</b> Google Earth	211
110. Emplaçament de l'aulari de la Fundació Mona (orientació sud-oest). <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Pròpia	212
111. Sortida i posta del sol en l'emplaçament del projecte. <b>Font:</b> Pròpia / Google Earth.	213
112. Inclinació del sol als solsticis. <b>Font:</b> Pròpia	214
113. El sobreescalfament d'origen solar. <b>Font:</b> Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible	216
114. Avantatges de l'orientació sud. Alçades solars a l'estiu i a l'hivern. <b>Font:</b> Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible	218
115. Azimuts del Solsticis. <b>Font:</b> Pròpia / Sun Earth Tools	219
116. Inconvenients de les orientacions est i oest. Trajectòria solar a l'estiu i a l'hivern. <b>Font:</b> Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible	219
117. Alçat façana est. <b>Font:</b> Pròpia	220
118. Alçat façana oest. <b>Font:</b> Pròpia	220
119. Alçat façana sud. <b>Font:</b> Pròpia	221
120. Alçat façana nord. <b>Font:</b> Pròpia <b>Font:</b> Pròpia	221
121. Façanes ventilades. <b>Font:</b> Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible	223
122. El mor Trombe funcionant com a estratègia de ventilació. <b>Font:</b> Arquitectura bioclimàtica en un entorno sostenible	226
123. Emplaçament de l'aulari de la Fundació Mona (orientació est). <b>Fotografia:</b> Adrià Mestre / <b>Font:</b> Propia	228