

DISSENY D'UN HABITATGE SOSTENIBLE

ALUMNE: The better unknown

1 1 1

CURS: 2n Batxillerat

DATA: Gener 2023



ABSTRACT

Actualment, el canvi climàtic és un problema global que ens ha de preocupar a tots, per això hem d'anar endinsant-nos en el món de les energies renovables, l'eficiència energètica i la sostenibilitat per tal de reduir la utilització de combustibles fòssils i, per consegüent, l'emissió de gasos d'efecte hivernacle.

Davant aquesta problemàtica, el meu treball de recerca busca investigar i donar a conèixer les cases sostenibles, una opció per contribuir amb el planeta a través de l'eficiència energètica i la baixa contaminació en la construcció d'habitatges. Avui en dia, el procés d'edificació és un àmbit molt perjudicial per al medi ambient si no es prenen determinades mesures.

L'objectiu final d'aquest projecte és dissenyar un habitatge autosuficient, respectuós amb el medi ambient i amb un baix cost energètic. És a dir, que gràcies a les energies renovables, l'habitatge pugui suplir fàcilment la poca demanda d'energia que tindrà.

Paraules clau: canvi climàtic, sostenibilitat, medi ambient, eficiència energètica, energies renovables.

SUMMARY

Nowadays, climate change is a global problem that should concern us all, so we must go deeper into the world of renewable energies, energy efficiency and sustainability in order to reduce the use of fossil fuels and, consequently, the emission of greenhouse gases.

Faced with this problem, the aim of my research work is to investigate and make known sustainable houses, an option to contribute to the planet through energy efficiency and low pollution in house construction. Today, the building process can be very harmful for the environment if are not taken certain measures.

The final objective of this project is to design a home self-sufficient that respects the environment and with low energy costs. In other words, the home will be able to cover the demand of energy, with renewable energies.

Keywords: climate change, sustainability, environment, energy efficiency, renewable energies.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Què ha motivat l'elecció del tema?	5
1.2. Quina és la finalitat de l'estudi?	5
1.3. Amb quins criteris s'ha delimitat el tema a estudiar?	5
1.4. Objectius	6
1.5. Quina metodologia de treball s'ha aplicat?	6
1.6. Hipòtesi	7
2. PART TEÒRICA	8
2.1. Contextualització mediambiental	8
2.2. Conceptes bàsics de sostenibilitat en habitatges	9
2.3. Fenòmens naturals	11
2.3.1. El Sol i la Terra	11
2.3.1.1. Origen del Sol	11
2.3.1.2. Radiació solar	11
2.3.1.3. Atmosfera terrestre i radiació	12
2.3.2. Radiació i matèria	15
2.3.2.1. Intensitat solar sobre una superfície	15
2.3.2.2. Reflexió, transmissió i absorció	15
2.3.3. Generalitats sobre el calor	16
2.3.3.1. Intercanvi tèrmic	16
2.3.3.2. Emmagatzematge de calor	17
2.4. Materials constructius adequats	18
2.4.1. Fonaments	20
2.4.2. Estructura	21
2.4.2.1. Estructura vertical amb murs de tova	21
2.4.2.2. Estructura horitzontal amb fusta	22
2.4.3. Revestiments	23
2.4.3.1. Revestiment exterior amb calç	23
2.4.3.2. Revestiment interior amb guix	23
2.4.4. Coberta	24
2.4.4.1. Coberta inclinada de teules	24
2.4.4.2. Coberta plana enjardinada	24
2.5. Pautes de disseny de sistemes passius	26
2.5.1. Ubicació de l'edifici	26
2.5.2. Forma i orientació	28
2.5.3. Distribució interior	30
2.5.4. Protecció de l'entrada	31
2.5.5. Situació de les finestres	32
2.5.6. Proteccions solars	33
2.5.7. Aïllament tèrmic	35
2.6. Ventilació	37

2.7. Reutilització de l'aigua	38
2.7.1. Aigües grises	38
2.7.2. Aigües pluvials	38
2.8. Reciclatge i compostatge	40
2.9. Consideracions prèvies per al disseny energètic	42
2.10. Instal·lacions energètiques eficients	44
2.10.1. Evolució històrica	44
2.10.2. Consum, demanda i eficiència.	46
2.10.3. Anàlisi FODA de l'energia renovable	47
2.10.3.1. Fortaleses (potencialitats internes)	47
2.10.3.2. Oportunitats (potencialitats externes)	47
2.10.3.3. Debilitats (limitacions internes)	47
2.10.3.4. Amenaces (limitacions externes)	47
2.10.4. Energies renovables	48
2.10.4.1. Energia hidràulica	48
2.10.4.2. Energia eòlica	49
2.10.4.3. Energia solar	50
2.10.4.4. Biomassa	51
2.10.4.5. Aerotèrmia	51
2.10.4.6. Geotèrmia	52
3. PART PRÀCTICA	53
3.1. Disseny inicial de l'habitatge	53
3.2. Modelatge 3D	55
3.3. Emplaçament i clima	59
3.4. Plànols	62
3.4.1. Plànol planta primera	62
3.4.2. Plànol planta baixa	63
3.5. Materials utilitzats	64
3.6. Sistemes passius aplicats	67
3.7. Instal·lacions escollides	71
3.7.1. Dipòsit per l'aigua pluvial	72
3.7.2. Plaques solars fotovoltaïques	73
3.7.3. Aerotèrmia	77
3.7.3.1. Aigua calenta sanitària (ACS)	79
3.7.3.2. Calefacció - terra radiant	79
3.7.3.3. Refrigeració - aire condicionat	80
3.8. Certificat energètic	81
4. CONCLUSIONS	85
5. GLOSSARI	88
6. FONTS D'INFORMACIÓ (BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA)	90
6.1. Cites de llibres i dossiers tècnics	90
6.2. Cites d'articles	90

6.3. Cites de documents audiovisuals	91
6.4. Cites de documents consultats a internet	91
7. ANNEXOS	93
7.1. Emplaçament i planta cobertes E: 1/100	93
7.2. Planta primera E: 1/50	93
7.3. Planta baixa E: 1/50	93
7.4. Façanes E: 1/100 i perspectives	93
7.5. Seccions longitudinals i transversals E: 1/100	93
7.6. Secció longitudinal E: 1/50	93
7.7. Certificat energètic	94
7.8. Vídeo disseny habitatge sostenible 3D	95
7.9. Vídeo estudi d'ombres anual amb "Sketch Up"	95

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Què ha motivat l'elecció del tema?

El món del disseny i l'arquitectura sempre m'ha apassionat, a la vegada que actualment em preocupa l'estat del planeta i el canvi climàtic. Per això ja fa temps que tenia clar que el meu treball de recerca hi havia d'estar relacionat. Després de diverses idees he decidit enfocar la meva recerca en com podia dissenyar una casa que fos respectuosa amb el medi i eficient energèticament.

Tinc ganes d'endinsar-me en aquest món, d'investigar-lo i de donar a conèixer que és viable econòmicament i que és essencial la construcció de cases sostenibles, per un futur millor per a nosaltres i el planeta.

La realització d'aquest treball m'ha apropat molt més del que ja estava a la branca de l'arquitectura, conscienciant-me de tot el que s'ha de tenir en compte a l'hora de posar-se a dissenyar un habitatge. La qual cosa m'ha motivat encara més a voler continuar aprenent i potser de cara al futur dedicar-m'hi plenament.

1.2. Quina és la finalitat de l'estudi?

La finalitat d'aquest treball és aprendre a com construir una casa sostenible i eficient energèticament, capaç de produir la poca energia que necessiti mitjançant les energies renovables, per així no dependre de subministraments externs d'energia, provinents de fonts no renovables.

I per això és essencial tenir els coneixements previs, adquirits durant la recerca feta, els quals ajudaran a saber on i com situar l'habitatge, la seva volumetria, les instal·lacions que requereix, etc.

I finalment fer-ho real, dibuixant els plànols i creant una rèplica en 3D.

1.3. Amb quins criteris s'ha delimitat el tema a estudiar?

El tema a estudiar és crear una casa sostenible de la millor manera possible, és a dir, que demandi poca energia, en produeixi amb fonts renovables, que respecti el medi ambient i en tregui profit.

El treball s'ha limitat a estudiar totes les mesures aplicables a l'habitatge i destriar les més adients, és a dir, només aplicar aquelles millores que són realment necessàries i beneficioses, i deixar de banda totes les innecessàries que no aportarien grans diferències.

1.4. Objectius

- Dissenyar una casa que tregui profit de l'energia solar de manera passiva.
- Assolir que l'habitatge sigui eficient energèticament.
- Aconseguir l'energia de fonts renovables i evitar les no renovables, com ara els combustibles fòssils.
- Saber triar quines energies renovables són més adequades per l'habitatge.
- Utilitzar materials locals i que l'extracció, fabricació i transport de matèries primeres consumeixi poca energia.
- Fer que un sistema reculli l'aigua de pluja per treure'n profit.
- Dibuixar els plànols amb les acotacions corresponents de la casa i les superfícies de les estances, amb l'aplicació "LayOut".
- Crear l'habitatge digitalment, en 3D, amb l'aplicació "Sketch Up"
- Fer un vídeo del disseny i un altre de com incideixen els raigs del Sol a l'habitatge durant les diferents estacions de l'any.
- Fer un certificat energètic amb l'aplicació CE3X, per comprovar que l'habitatge és eficient energèticament.

1.5. Quina metodologia de treball s'ha aplicat?

Per a resoldre els diferents objectius presentats, primer m'he centrat a buscar les fonts d'informació adequades pels temes que cal estudiar, és a dir, cercar informació sobre l'eficiència energètica, sistemes de calor passiu, pautes de disseny adequades, energies renovables... En resum, cercar la informació principal en l'àmbit de la sostenibilitat en habitatges per poder tenir una idea ampla del tema. En segon lloc, he buscat alguns exemples d'aquest tipus de cases, per anar-me familiaritzant i agafant idees. Més tard, sabent el que vull i els conceptes més importants a aplicar al meu disseny, m'he centrat a buscar molta informació per poder contrastar-la. Les fonts d'informació que he utilitzat a part de la infinitat de pàgines web d'internet, són el llibre de l'energia solar passiva d'Edward Mazria i el llibre de l'ensenyança de l'arquitectura i el medi ambient d'un conjunt d'arquitectes catalans; també he usat dossiers tècnics del col·legi d'arquitectes de Catalunya sobre energies renovables; i els coneixements i assessorament de dos arquitectes llicenciats a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona.

Un cop finalitzada la part teòrica, he passat a la pràctica on he començat fent els primers esbossos de la casa. Després, tenint ja una idea clara de la volumetria, l'he dissenyat en 3D amb l'aplicació "Sketch Up" i tot seguit m'he dedicat a dibuixar i acotar el plànols d'aquesta amb l'aplicació "LayOut". Finalment, he fet un certificat energètic amb l'aplicació "CE3X" per apreciar realment com és d'eficient la casa plantejada en aquest treball.

Les dificultats del treball, han estat, en primer lloc, saber contrastar tantíssima informació de diverses fonts i sintetitzar els punts més importants. En segon lloc, l'organització del temps, ser constant diàriament. I, en tercer lloc, aprendre com funcionen i la utilització correcta de cada una de les aplicacions emprades per realitzar la part pràctica.

1.6. Hipòtesi

Amb la realització d'aquest treball de recerca busco principalment confirmar que **ÉS POSSIBLE DISSENYAR UN HABITATGE SOSTENIBLE AMB UN CONSUM D'ENERGIA GAIREBÉ NUL**. És a dir, que en consumeixi el mínim possible i que aquesta provingui de fonts renovables. També que aquest habitatge es pugui integrar dins la societat actual i el cost de la seva construcció sigui assequible.

Per corroborar la hipòtesi, la recerca s'haurà de centrar a saber seleccionar les mesures necessàries i més convenients per l'habitatge que es busca sense passar-se implementant coses innecessàries.

Per una banda, tenint clars els objectius, les idees principals per al treball són reduir al mínim l'energia que consumeixi el conjunt de la casa, i conseqüentment, se'n gastin menys. Hi ha moltes maneres per aconseguir-ho, però jo em centraré principalment a demostrar l'eficiència de la inèrcia tèrmica i la importància de la ubicació, la forma i l'orientació de l'habitatge.

Altres factors que també cal tenir en compte i ajudaran a complir la hipòtesis, són la distribució interior de les estances, la protecció de l'entrada, les cobertes, la posició de les finestres i sobretot les proteccions solars.

Per l'altra banda, una vegada l'energia perduda o consumida hagi estat reduïda al mínim, caldrà veure i estudiar quina és la millor font aplicable al nostre habitatge per obtenir energies netes i suplir les demandes d'energia durant tot l'any.

Finalment, quan la recerca hagi finalitzat, podré confirmar si la hipòtesi passa a ser una teoria, afirmant que és possible assolir un habitatge amb un balanç positiu d'energia utilitzant els mètodes exposats en el treball; o si, per contra, la hipòtesi proposada no és possible de dur a terme per culpa d'unes determinades causes que no la fan real.

2. PART TEÒRICA

2.1. Contextualització mediambiental

En els darrers temps, la humanitat ha assolit grans progressos en àmbits com la tecnologia o la demografia (augment de la població), però aquests han comportat grans problemes com són la demanda creixent de recursos naturals o el desenvolupament energètic basat en el consum massiu dels combustibles fòssils. I això, ha comportat que en el planeta Terra s'hi estigui produint una gran catàstrofe ambiental, el canvi climàtic. Un canvi climàtic és qualsevol variació global del clima de la Terra, sigui per causes naturals o humanes influint sobre tots els paràmetres climàtics, de temperatura, precipitacions i nuvolositat.

Per entendre'l abans cal fer referència al concepte d'efecte hivernacle. Aquest es produeix a l'atmosfera, que embolcalla el nostre planeta, on una sèrie de gasos (sobretot vapor d'aigua i diòxid de carboni) tenen la funció d'absorbir i remetre la radiació infraroja del sol. D'aquesta manera, impedeixen que part d'aquesta radiació escapi de la Terra i contribueixen al fet que la temperatura mitjana de l'aire superficial del planeta sigui d'uns 15 °C, una temperatura apta per a la vida. L'efecte hivernacle és, per tant, un fenomen natural de l'atmosfera, i que possibilita l'existència de vida a la Terra.

El problema actual és que la quantitat d'aquests gasos naturals d'efecte hivernacle a l'atmosfera ha augmentat a causa d'accions humanes, com la desforestació, la contaminació o l'esgotament de recursos. Aquest canvi ja ha començat a tenir efecte i continuarà produint, doncs, un augment global de la temperatura que tindrà conseqüències fatals pel nostre planeta, com l'extinció d'espècies, el desglaç, fenòmens meteorològics extrems... I, tot i que científicament no es coneixen els detalls de l'augment de la temperatura ni quan es produirà, sí que se sap que si no es comença a actuar ja, serà irreversible.

Per tant, tenint en compte la problemàtica exposada, l'únic que podem fer com a societat és ser conscients de la gravetat del problema i començar a disminuir l'emissió de gasos d'efecte hivernacle entre tots, com més aviat millor, per no agreujar encara més la situació. Cal un canvi adreçat cap al desenvolupament de sistemes més eficients, cap al foment d'una cultura de consum més raonable i cap a la implantació de tecnologies energètiques que utilitzin fonts d'energies renovables amb la finalitat d'aconseguir un model energètic més eficaç i sensat. I una de les formes per aconseguir-ho seria, si s'utilitzés a gran escala, la creació d'habitatges autosuficients els quals segueixen un model energètic sostenible, utilitzen energies netes...

2.2. Conceptes bàsics de sostenibilitat en habitatges

Primerament, abans de començar la recerca, cal tenir ben clar que és un habitatge sostenible i quina és la seva finalitat. A grans trets, una casa sostenible és aquella que intenta minimitzar al màxim l'impacte en el medi ambient tant el moment de la seva construcció, com en el dia a dia.

És per això, que els sistemes constructius i els materials escollits estan orientats a reduir l'impacte en l'ecosistema i a millorar la salut dels seus habitants.

Aquest tipus d'habitatge té com a objectius reduir el consum energètic, i la millor opció per fer-ho és traient profit de l'energia solar passiva, gràcies a la qual la casa mantindrà sempre una temperatura confortable a l'interior, reduint notablement les despeses d'energia.

Tanmateix, l'energia que requereix l'obtén de la natura, mitjançant les energies renovables com poden ser les plaques solars fotovoltaïques que produeixen energia neta gràcies als raigs solars.

Resumidament, podríem entendre que una casa sostenible és una manera de construir edificis per tal que siguin eficients energèticament, respectin la vida de les persones que l'habiten, el medi ambient i que no contaminin. Així mateix, que sigui capaç d'adaptar a les condicions ambientals de cada lloc aprofitant els recursos naturals de l'entorn i fomentant el reciclatge.

Cada casa és diferent i s'ha d'ajustar a les condicions del lloc. Abans de construir cal tenir en compte la ubicació, la forma, l'orientació, la distribució interior, les proteccions solars, la situació de les finestres, etc.

Segons aquests paràmetres es podrà començar a pensar quins sistemes de producció d'energia s'hauran d'aplicar, com treure profit del sol i així reduir el consum d'energia, quin disseny i estructura seran els més adequats, quins materials seran necessaris, i també saber quin tipus de casa serà el més eficient i respectuós amb el medi ambient. Així doncs, cada lloc tindrà unes característiques diferents que caldrà avaluar.

Com s'ha dit, la idea per dissenyar la casa gira al voltant de beneficiar-se del sol, de l'energia solar passiva, i per això és indispensable conèixer el moviment de translació i rotació de la terra al voltant de la gran estrella. Tenint-ho en compte i depenent del lloc on ens trobem (suposem Espanya), podrem començar a treure profit de l'energia que ens proporciona o saber com evitar-la, segons les necessitats de cada moment.

En primer lloc, l'habitatge haurà de ser massiu i estar ben aïllat, perquè així tingui ínfimes pèrdues d'energia, els espais interiors es mantinguin a temperatures confortables i no requereixin gran quantitat d'energia per refredar-los o escalfar-los. Per tant, perquè l'energia dels raigs solars a l'estiu no incideixi a la casa, caldran

uns murs gruixuts de tàpia. Aquest material que és totalment natural i el podem trobar a tot arreu, té una alta capacitat per absorbir calor del sol durant el dia i deixar-la anar a la nit, quan ja refresca, d'aquesta manera la calor tarda molt més o no arriba a entrar a l'habitatge. A més a més, a la cara exterior del mur s'hi afegeix aïllament tèrmic i el revestiment. Tot el conjunt fa uns 60 centímetres d'amplada i s'anomena façana SATE (sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior) aconseguint millorar el confort i l'eficiència energètica en edificis.

En segon lloc, de cara a la producció energètica pròpia, també podem treure profit del sol instal·lant plaques fotovoltaïques a la teulada, encarregades de produir tota l'energia necessària per abastir les necessitats de l'habitatge i així reduir les demandes d'energia externes a zero.

És convenient, invertir en instal·lacions eficients, de baix consum energètic i alt rendiment, ja que a la llarga ens estalviaran diners i energia.

I, en tercer lloc, sempre que sigui possible, s'utilitzaran materials naturals (que no són tòxics ni perjudicials per al planeta), locals o propers a la construcció i d'un baix cost energètic d'extracció, fabricació i transport. Els materials com l'alumini, PVC, ferro... s'ha de tractar d'evitar-los, en general tots els metalls i derivats del petroli, per la seva alta demanda d'energia al moment de l'obtenció, producció i transport. Per contra, els materials naturals i sostenibles com la fusta, la pedra, la palla, el suro... cal tenir-los en compte i usar-los tot el que sigui possible, ja que a part d'estalviar-nos diners, estarem ajudant al planeta consumint menys energia i, per consegüent, contaminant menys. Partint d'això, el disseny de l'habitatge es basa en canviar les actuals estructures de ferro per unes de fusta, les parets de ciment per unes gruixudes de tàpia, usar materials naturals per l'aïllament... en general utilitzar materials sostenibles i propers perquè la casa s'integri al medi ambient i el respecti.

2.3. Fenòmens naturals

2.3.1. El Sol i la Terra

Abans de començar, si volem treure profit de l'energia solar, una energia renovable i inesgotable produïda per la llum del Sol, ens caldrà entendre com funciona l'astre, és a dir, saber com es va originar, la radiació que emet, l'energia que rebem segons la translació i rotació de la terra, la importància de l'atmosfera...

2.3.1.1. Origen del Sol

Actualment, la teoria més acceptada sobre l'origen del Sol és que procedeix d'un núvol compost principalment d'hidrogen.

En la primera fase del seu desenvolupament i sota els efectes de la gravetat, aquest núvol de partícules d'hidrogen es va densificar. En una instant, quan la densitat del núvol era suficient perquè es produïssin col·lisions violentes entre les partícules d'hidrogen, la calor engendrada va permetre la fusió dels nuclis d'hidrogen i l'alliberació de la corresponent energia nuclear. La fusió o unió de nuclis d'hidrogen produeix heli i la massa d'aquest nou àtom d'heli és inferior a la suma de la dels àtoms inicials d'hidrogen, ja que aquesta diferència de massa es converteix en energia en el procés de fusió.

L'energia emesa pel Sol representa la combustió o la transformació de massa en energia de l'ordre de 4.200.000 tones per segon. Suposant que el Sol consumeix el seu hidrogen des de fa sis bilions d'anys, es pot esperar que continuarà radiant energia durant bastants bilions d'anys més, ja que encara que sembli molt gran, la pèrdua de massa per segon del Sol és pràcticament insignificant respecte a la seva enorme massa total.

2.3.1.2. Radiació solar

Les fusions termonuclears que es produeixen en el nucli del Sol alliberen energia en forma de radiacions electromagnètiques d'alta freqüència. La teoria més acceptada representa les radiacions electromagnètiques com una vibració ondulatoria de camps elèctrics i magnètics o com un flux de partícules d'energia anomenades fotons.

L'energia que travessa l'espai es compon de radiacions de diferents longituds d'ona. Encara que el sol radia energia en moltes longituds d'ona, proporcionalment radia més energia en algunes d'elles. Per una temperatura mitjana de 5500 °C, el Sol radia la major part de la seva energia a freqüències molt altes (curtes longituds d'ona). La llum visible, les longituds d'ona de la qual són sensibles a l'ull humà, van des de 0,35 a 0,75 micres. El 49% de la radiació emesa pel Sol, en forma de calor, és una radiació d'ona més llarga que el vermell de l'espectre visible (major de 0,75 micres). La resta de radiació solar s'emet mitjançant raigs ultraviolats amb longituds

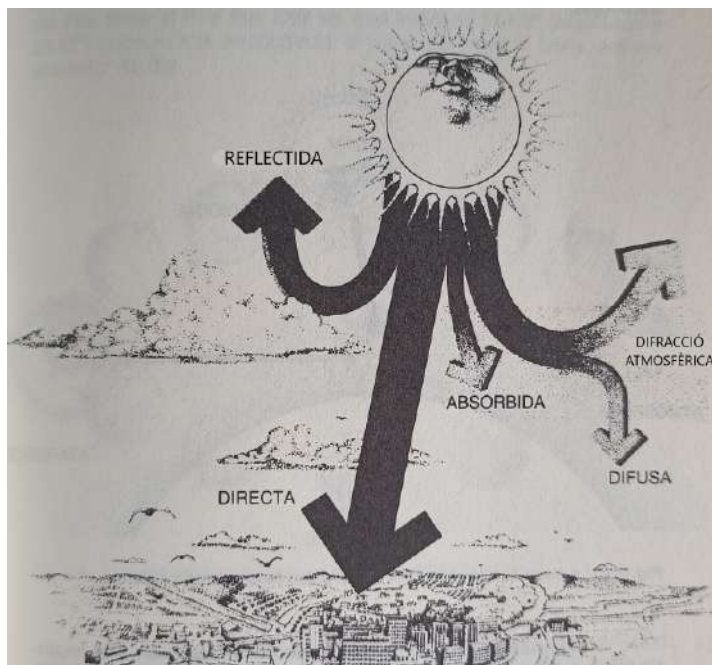
d'ona menors que la del violeta al final de l'espectre visible (menor de 0,35 micres). Tota la radiació electromagnètica abandona el Sol cap a l'espai amb un flux uniforme, en forma de raigs divergents, viatjant a la velocitat de la llum de 300.000 km per segon.

La constant solar, que defineix el total de radiació o energia calorífica que incideix en l'exterior de l'atmosfera terrestre, és de 1164 kcal per metre quadrat i per hora (1400 Watts aproximadament).

2.3.1.3. Atmosfera terrestre i radiació

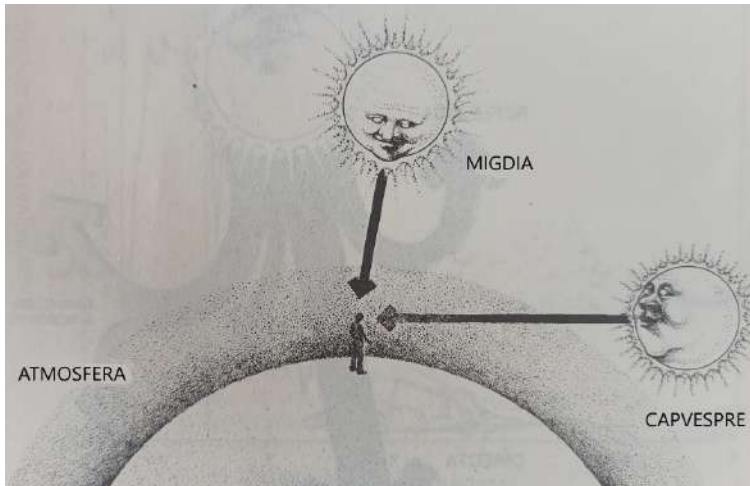
Tota la radiació solar interceptada per la Terra (induïda l'atmosfera) arriba com a màxim al 35% de la reflectida a l'espai per superfícies com aigua, neu o sorra, però també per núvols i brutícia atmosfèrica.

La part de la radiació que queda després de travessar l'atmosfera es difracta en totes direccions per la seva interacció amb les molècules d'aire i les partícules de brutícia. Després que els núvols i la brutícia hagin refractat i reflectit aproximadament un terç de l'energia incident, el vapor d'aigua, anhídrid carbònic i l'ozó de l'atmosfera n'absorbeixen un altre 10-15%. A l'atmosfera superior l'ozó elimina tota la radiació ultraviolada d'alta freqüència que incidiria sobre la Terra. Això resulta essencial pel fet que la radiació ultraviolada pot causar cremades i perjudicar a la vista, mentre que el vapor d'aigua i anhídrid carbònic de l'atmosfera inferior absorbeixen part de la radiació infraroja.



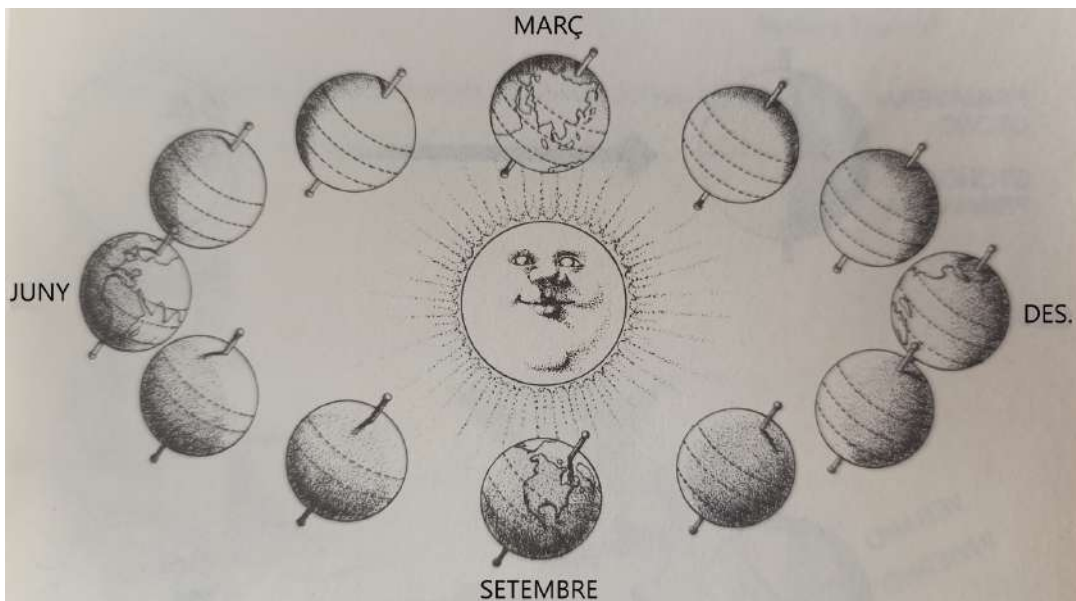
Imatge 1. Incidència del Sol en l'atmosfera

A més a més de la composició atmosfèrica, el factor més important de determinar el total de radiació solar que arriba a la superfície de la Terra és el gruix d'atmosfera que haurà de travessar la radiació. Durant el dia, quan el Sol incideix verticalment, la radiació travessa el mínim gruix d'atmosfera en el seu recorregut fins a la superfície terrestre. En canvi, al capvespre el trajecte de la radiació a través de l'atmosfera augmenta.



Imatge 2. Gruix de l'atmosfera en funció de la posició del Sol

A causa de la translació i rotació de la Terra, el gruix d'atmosfera que haurà de travessar la radiació solar varia segons l'hora del dia i el mes de l'any. El trajecte de la Terra al voltant del Sol és lleugerament el·líptic, difícilment distingible d'un cercle. La Terra orbita al voltant del Sol i també gira un cop per dia al voltant d'un eix que va del Pol Nord al Pol Sud. Aquest eix està inclinat $23,47^\circ$ respecte a la perpendicular del pla que forma l'òrbita terrestre al voltant del Sol.



Imatge 3. Òrbita i inclinació terrestre respecte al Sol

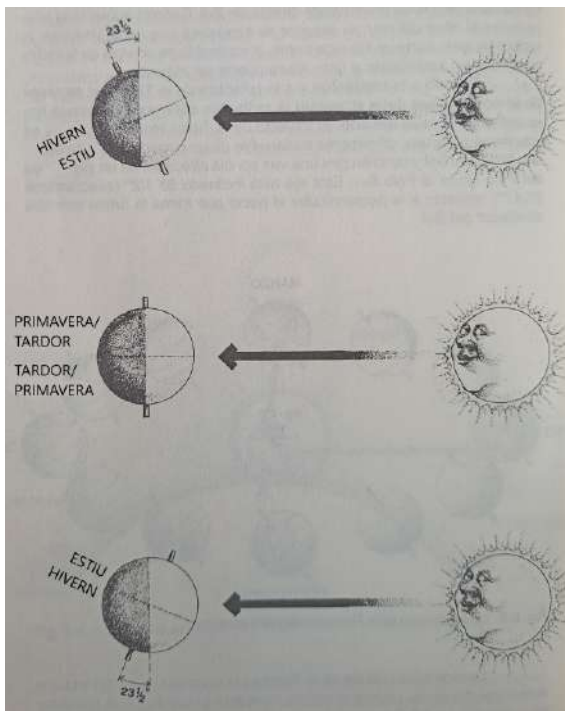
La inclinació de l'eix de la Terra és la responsable de la variació estacional del clima, aquesta inclinació és constant al voltant de l'òrbita solar (l'eix sempre apunta a l'estrella polar).

Per això als mesos d'estiu l'hemisferi Nord està més inclinat cap al Sol. Durant aquest període l'hemisferi Nord rep més hores de llum i, per consegüent, més radiació incideix de manera més perpendicular a la superfície de la Terra, mentre que a l'hemisferi Sud passa el contrari, on és hivern. Durant el solstici d'estiu, al Pol Nord el Sol no arriba a amagar-se, mentre que al Pol Sud està permanentment per sota de l'horitzó.

Durant els mesos d'hivern la situació és la contrària a l'hemisferi Nord que està més allunyat del Sol (inclinat cap enrere), per tant, rep menys hores de llum, mentre que és estiu a l'hemisferi Sud. Durant el solstici d'hivern, al Pol Sud el Sol no arriba a amagar-se, mentre que al Pol Nord no arriba a sortir.

I durant els mesos de primavera i tardor, la duració del dia coincideix amb la duració de la nit i el sol cau perpendicularment sobre l'equador al migdia, per tant, el sol incideix d'igual manera als dos hemisferis.

Vist des de la Terra, el Sol surt per l'Est, comença a pujar, arriba a la màxima elevació al migdia i a partir de llavors comença a baixar fins que es pon per l'Oest. L'elevació del Sol al migdia depèn de la latitud del lloc d'observació (0 a l'Equador) i de l'època de l'any.



Imatge 4. Inclinació de la Terra respecte al Sol segons l'estació de l'any.

2.3.2. Radiació i matèria

2.3.2.1. Intensitat solar sobre una superfície

L'angle amb el qual incideixen els raigs del Sol sobre una superfície determinarà la quantitat d'energia que rep aquesta superfície. Com la radiació solar incideix sobre la Terra en raigs pràcticament paral·lels, una superfície perpendicular a aquests serà la que interceptarà la major proporció d'energia. Si els raigs es desvien de la perpendicular decreixerà l'energia interceptada per la superfície.

Tot i això, una superfície que es separi fins a 25° de la perpendicular respecte al Sol, encara interceptarà més del 90% de la radiació directa. La quantitat total d'energia interceptada per una superfície no només engloba la radiació directa, sinó també la difusa i reflectida. I la captació de radiació depèn de l'àrea de les superfícies captadores.

2.3.2.2. Reflexió, transmissió i absorció

Quan la radiació solar incideix sobre la superfície d'un material, poden passar tres coses. La radiació pot reflectir-se, transmetre's o absorbir-se.

Depenent de la textura superficial del material, la radiació reflectida podrà difondre's (reflexió difusa) o reflectir-se regularment (reflexió especular). La percepció del color és el resultat de la reflexió en la superfície d'algunes longituds d'ona de la reflexió visible (llum), mentre que altres longituds d'ona es transmeten o són absorbides.

La radiació solar que penetra en un material pot ser transmesa o absorbida. Un material que transmet la major part de la radiació visible que rep és transparent. Durant un dia clar d'hivern, per exemple, un vidre pla senzill vertical de finestra, transmet aproximadament el 85% de l'energia solar que incideix en ell; el doble vidre, en canvi, el 75%. Altres materials poden ser igual de transmissors, però dispersen o difonen la radiació que els travessa, els translúcids.

La radiació solar absorbida per una superfície es converteix immediatament en energia tèrmica o calor i, per consegüent, en un material sòlid la seva temperatura s'eleva.

2.3.3. Generalitats sobre el calor

2.3.3.1. Intercanvi tèrmic

Quan un material és escalfat per la radiació solar, intenta trobar el seu equilibri amb l'entorn a través de tres processos bàsics de transferència de calor: conducció, convecció i radiació.

Primer, quan un cos absorbeix la radiació solar, l'energia absorbida es distribuirà per dins el material, desplaçant-se per conducció de molècula en molècula. La conducció és el procés pel qual l'energia s'intercanvia entre molècules. Les més calentes xoquen entre elles i transmeten part de la seva energia vibratòria a les molècules adjacents.

Segon, un material transferirà energia tèrmica des de la seva superfície a les molècules d'un fluid (líquid o gas) per convecció. Aquest procés succeeix quan les molècules d'un fluid fred entren en contacte físic amb una superfície calenta, una part de l'energia vibratòria de la superfície del material es transfereix a les molècules contigües del fluid. Aquest procés pot invertir-se si un fluid calent entra en contacte amb una superfície freda.

Tercer, tots els materials radien energia contínuament en totes direccions, a causa del moviment vibratori continu de les seves molècules en la seva superfície. El flux o quantitat d'energia tèrmica que radia un material depèn de la temperatura de la superfície radiant. L'emissió d'energia tèrmica d'una superfície depèn no només de la temperatura superficial, sinó també de les qualitats d'emissivitat de la superfície. Tot i això, no tots els materials absorbeixen la radiació tèrmica, alguns la reflecteixen o la transmeten. La capacitat d'una superfície per reflectir la radiació tèrmica dependrà més de la densitat i textura de la superfície que del color d'aquesta. En general, només les superfícies molt polides o brillants, com el paper d'alumini, reflecteixen gran proporció de la radiació tèrmica que intercepten. Els materials que transmeten la radiació solar visible no transmeten necessàriament la radiació infraroja. El vidre pràcticament deixa passar tota la radiació solar visible que incideix sobre d'ell i, en canvi, absorbeix la major part de la radiació infraroja de llarga longitud d'ona que intercepta. Aquest fenomen que permet retenir el calor es coneix com a efecte hivernacle.

2.3.3.2. Emmagatzematge de calor

Tots els sistemes de calefacció solar es basen en l'emmagatzematge d'energia solar en un material per un període de temps i s'aconsegueix escalfant un material que pot emmagatzemar calor en el seu interior fins que sigui necessari. Els sistemes de refrigeració, en canvi, fan tot el contrari. Es refrigera una substància, o se li extreu calor, perquè en pugui absorbir de nou.

La capacitat d'un material d'emmagatzemar energia tèrmica es coneix com a calor específic, que es defineix com la quantitat de calor (en kcal) que 1 kg d'una substància pot admetre quan la seva temperatura augmenta 1 °C. Els materials que presenten un elevat calor específic seran bons aïllants. Com en construcció s'avaluen els materials pel seu volum tant com pel seu pes, és interessant tenir en compte la capacitat tèrmica o calorífica, que s'obté del producte del calor específic per la densitat del material.

$$C_e = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad C_c = C_e \times \rho$$

C_e = Calor específic

C_c = Capacitat calorífica

ρ = Densitat

Q = La transferència d'energia en forma calorífica entre el sistema i el seu entorn (kcal)

m = Massa (Kg)

V = Volum (m^3)

T = Variació de temperatura del sistema (°C)

Material	Calor específic (kcal/kg °C)	Densitat (kg/m ³)	Capacitat calorífica (kcal/m ³ °C)
Aigua	1	1000	1000
Fusta de roure	0,57	750	430
Poliuretà expandit	0,38	24	9
Teixit de llana	0,32	111	35
Mao	0,2	2000	400
Formigó	0,156	2300	350
Acer	0,12	7850	950

Font: Edward Mazria, *El libro de la energía solar pasiva*, p. 37.

Com s'aprecia a la taula, encara que els maons i el formigó tenen un calor específic que és la meitat del d'un poliuretà expandit, la seva densitat és molt major i així, per unitat volumètrica, poden emmagatzemar molta més calor. Tot i això, perquè un material pugui servir eficaçment com a emmagatzemador d'energia, no només haurà de tenir una bona capacitat tèrmica, sinó també una conductivitat tèrmica suficient.

2.4. Materials constructius adequats

La pràctica moderna de la construcció sol fer servir la tècnica que tingui els menors costos de construcció possibles. I per construir edificis de menor cost constructiu la tendència ha estat fer ús de fonts d'energia no renovables, amb fortes despeses en la producció i transport de materials prefabricats en lloc de pagar el treball d'una producció artesana local. Aquest comportament resulta molt poc ecològic i econòmic, ja que els edificis construïts seran un problema creixent en el futur, escàs en recursos energètics.

A l'hora de construir un edifici es consumeix més energia de la que es farà servir durant diversos anys de funcionament.

Els materials de construcció i d'instal·lacions consumeixen quantitats considerables d'energia durant l'extracció, transport, fabricació, distribució i emmagatzematge.

Llavors, per reduir aquests costos d'energia, cal emprar en la construcció de l'habitatge els materials locals més biodegradables i de baix valor energètic que sigui possible. Per a la massa tèrmica i elements massissos s'ha d'utilitzar tàpia o tova (barreja de terra, aigua, sorra, argila i palla), pedra, maons, formigó i fusta. Per als acabats s'usarà fusta, contraplacat, aglomerat, plaques de guix, guix, calç, paper, teixits... I per l'aïllament seria convenient fer servir fibra o serradures de fusta, cotó, llana d'ovella...

El suro, també és un dels més recomanables, ja que és un material 100% natural i ecològic, amb una gran capacitat aïllant, es pot usar en parets i sòls, protegeix contra la humitat i té una durabilitat superior als altres.

Els materials com làmines i recipients d'acer, perfils metàl·lics, alumini, plàstics i PVC, s'ha de tractar d'evitar-los pel seu alt cost d'extracció, fabricació i transport. Si són indispensables cal fer-ne un ús en petites quantitats o procedents de processos de recuperació.

En molts casos els materials pesats com ara la tova, pedra, maó o formigó per a la massa tèrmica interior a l'edifici, poden arribar a representar del 80 al 90% del volum total de materials emprats en un edifici amb calefacció passiva. Amb certa cura en l'economia d'energia en elegir els materials secundaris i per l'acabat, un habitatge solar passiu serà, per la seva pròpia naturalesa, estalviador d'energia.

En conclusió, en seleccionar els materials de construcció ens hem d'informar sobre les possibilitats locals. Afavorint la indústria local ens estalviarem despeses en transport (diners i energia), afavorint la nostra forma de vida i benestar.

La taula següent mostra de manera genèrica, com els materials esmentats requereixen relativament poca energia en la seva producció, comparant-los amb materials d'alta intensitat energètica com l'alumini i els acers especials.

MATERIAL	ENERGIA DE FABRICACIÓ (Kcal/kg)
Làmina d'acer	11096
Alumini	62597
Coure	18969
Formigó	229
Ciment	2086
Sorra i grava	17
Plom	11381
Silicona i metalls especials	55009
Vidre	6354
Làmina de titani	132781
Plàstics	2276
Mur de pedra seca	1200
Pintura	2297
Fusta	462
Paper	5595
Maó	77

Fonts: A. B. Makhijani and A. J. Lichtenberg, *Energy and Well-Being*, p. 14.
 Robert A. Kegel, *The energy Intensity of Building Materials*, p. 39.
 Andrew MacKillop, *Low Energy Housing*, p. 8.

2.4.1. Fonaments

Els fonaments representen la base de l'edifici, és a dir, on descansa. És probablement una de les parts més importants, ja que d'ella depèn l'estabilitat de l'estructura. En funció de les característiques del terreny i l'estructura de l'habitatge, els fonaments tindran una forma, dimensions i profunditat determinades.

El materials més comuns en la construcció dels fonaments són el formigó en massa i el formigó armat. El formigó armat, és un material de construcció compost per formigó reforçat amb una armadura de barres d'acer. Per tant, és molt dur, resisteix grans pressions d'aigua, altes i baixes temperatures, fregaments, compressions i xocs.

El formigó té una resistència alta a esforços de compressió, però no té bon comportament davant dels esforços de tracció. En canvi, l'acer té una resistència molt alta a esforços de tracció. En combinar-se els dos materials per formar formigó armat, s'obté un material amb bon comportament davant tota mena de sol·licitacions. A més a més, el formigó protegeix l'acer davant l'oxidació.

Per una banda, el formigó és un material barat i abundant, ja que és fàcil de produir, és el resultat de la mescla de ciment amb grava, sorra i aigua. Aquests materials que requereix la producció es troben a tot arreu, per tant, el seu cost d'energia d'extracció, fabricació i transport és molt baix. Per altra banda, l'acer no és gaire sostenible, i encara que s'usa en menys quantitat té uns grans costos d'energia en l'extracció, fabricació i transport.

Però, en el cas que no hi hagi problemes d'assentaments diferencials es pot substituir el formigó armat per formigó en massa (sense armadura). En resum, els formigons són una bona solució per la construcció de les bases de qualsevol edificació, perquè els material compleixen amb la seva funció perfectament i a més a més són relativament sostenibles.



Imatge 5. Formigó en massa



Imatge 6. Formigó armat

2.4.2. Estructura

L'estructura representa l'esquelet de l'habitatge, la qual suporta les càrregues i les forces que actuen sobre el conjunt. Per tant, aquesta ha de ser prou resistent per aguantar i distribuir tot el pes de la casa.

La construcció i els materials emprats en l'estructura de la casa són un punt clau i a tenir en compte per millorar l'eficiència energètica i la sostenibilitat a l'habitatge.

2.4.2.1. Estructura vertical amb murs de tova

A les parets exteriors, és a dir, al voltant de tota la casa, es col·locaran murs de tova. La tova és un material molt usat en la construcció i es produeix a partir d'una massa de fang (argila i sorra) que és barrejada de vegades amb palla. Aquesta és modelada en forma de maó o peces grans mitjançant, per exemple, taulons de fusta que es col·loquen al voltant de la massa per donar-li forma quadrada i finalment es deixa assecar al Sol perquè s'endureixi. Amb les toves es construeixen parets i murs d'edificacions variades, ja que la tècnica d'elaboració és senzilla de realitzar i els materials estan a l'abast de tothom. Això la converteix en un recurs molt econòmic i sostenible.

És un material que ja en feien ús els nostres avantpassats, pel fet que l'arquitectura amb tova ha estat datada d'abans del 5100 aC, i la tècnica d'elaborar-les i el seu ús estan estesos per tot el món i es troben en moltes cultures que mai no van tenir relació entre elles.

És un material resistent, durador i amb una gran capacitat calorífica, és a dir, que un kilogram del material és capaç d'emmagatzemar grans quantitats d'energia tèrmica o calor quan la seva temperatura només augmenta un grau centígrad. En altres paraules, és molt útil per emmagatzemar energia durant el dia a les parets, sense que arribi a entrar a l'habitatge, i alliberar-la durant la nit, quan ja refresca.



Imatges 7 i 8. Peces de tova

2.4.2.2. Estructura horitzontal amb fusta

Per l'estructura interior de la casa, sobretot l'horitzontal (terres i sostres) és més recomanable i molt útil utilitzar la fusta, pel fet que aquesta és un material natural, biodegradable, local, inesgotable i amb un període de regeneració relativament curt. La fusta és ideal per construir tot allò que es vulgui, com les parets interiors, parets mestres, parquets, bigues, pilars, columnes, portes, mobles, marcs de les finestres...

Els avantatges de la utilització de la fusta són la seva gran resistència i durabilitat a la vegada que la seva lleugeresa la qual permetrà aixecar edificacions amb fonaments significativament més reduïts. També és un material reciclable, reutilitzable i recuperable, suposant un gran estalvi energètic un cop acabat el seu cicle de vida útil. A més a més, a causa de la seva estructura cel·lular, la fusta és un excel·lent aïllant tèrmic i acústic, evitant així bruscos canvis de temperatura i fenòmens com la reverberació. I encara que no ho sembli, la fusta ofereix millor resistència davant del foc que altres materials, per la seva baixa conductivitat tèrmica. Només té l'inconvenient que requereix un cert manteniment.

La fusta, pel fet de ser un material proper i abundant és molt més econòmica que altres materials dedicats a les mateixes funcions.

I per últim, el punt més destacable i important és que la fusta és l'únic material capaç de reduir les emissions de CO₂, per la qual cosa té un paper crucial per lluitar contra el canvi climàtic. La fusta consumeix molta menys energia en la seva transformació i produeix menys impacte ambiental que altres materials durant tot el cicle de vida del producte.

El consum de productes de fusta facilita el compliment dels compromisos del protocol Kyoto, per ser un recurs natural, abundant, renovable i que actua com a magatzem de diòxid de carboni.



Imatges 9 i 10. Construccions de fusta

2.4.3. Revestiments

Els revestiments tant exterior com interior de la casa i el color d'aquest, són un altre punt clau a tractar per reduir el consum d'energia tant en la producció i transport, com per evitar els guanys indesitjables d'energia arreu de l'habitatge. A l'hora de triar el material s'ha de tenir en compte si és sostenible pel medi ambient i la proximitat d'aquest. El revestiment, bàsicament és l'última capa que es col·loca a sobre d'una estructura construïda, parets, terres, sostres, façanes... Per tant, haurà d'estar fet d'un material resistent, durador i si es pot, estètic.

Els materials típics emprats solen ser els maons, pedra, pissarra, fusta, metalls, ceràmica, rajoles... Molts tenen un gran cost energètic d'extracció i fabricació, i encara que la pedra i la fusta siguin bones candidates perquè n'hi ha en grans quantitats i a prop, hi ha materials millors per a aquesta funció.

2.4.3.1. Revestiment exterior amb calç

A l'exterior és convenient utilitzar la calç pels acabats, ja que és un material local i abundant. Des de l'antiguitat, la calç ha sigut el material de construcció per excel·lència, i alguns exemples de la seva validesa i durabilitat en construccions són les Piràmides d'Egipte, el Coliseu romà i la Gran Muralla xinesa. I sumat a què aquesta és un material natural i respectuós amb el medi ambient, tenim que és la millor opció sostenible i duradora per revestir l'exterior de les nostres cases.

Aquesta, també té l'avantatge de ser blanca, així quan els raigs de sol incideixin a les façanes, bona part seran reflectits i aquestes gairebé no s'escalfaran.

2.4.3.2. Revestiment interior amb guix

El guix, una pols provinent del mineral del mateix nom, quan és barrejat amb aigua forma una pasta, que al contrari que el morter i el ciment, roman tova després de posar-la i, per tant, és fàcil de manipular amb eines de metall o paper de vidre. Aquestes característiques el fan adequat per acabaments, a més a més, és un material econòmic, abundant i pròxim. Aquest, també és un bon aïllant acústic, tèrmic i resistent al foc.

El guix permet eliminar irregularitats no majors d'un centímetre en els paraments, fet principal pel qual és utilitzat en revestiments, però en el cas de no desitjar revestir interiorment l'habitatge, sempre es podria deixar la fusta o la tova de les parets interiors a la vista.



Imatge 11. Revestiment de calç



Imatge 12. Revestiment de guix

2.4.4. Coberta

2.4.4.1. Coberta inclinada de teules

La gran majoria de teulades arreu del món fan servir la teula ceràmica, ja que aquesta permet cobrir teulades inclinades de forma eficaç. Les teules es fabriquen a base d'argila, un material natural i molt abundant. I els seus avantatges són la llarga vida útil, el baix cost i l'escàs manteniment.

Les teules ceràmiques són la millor solució per garantir una gran impermeabilitat i durabilitat. Asseguren l'estanquitat de l'edifici contra l'aigua i les humitats, així com l'estanquitat de l'aire o el vapor en cas necessari i afavoreixen l'aïllament tèrmic. Resisteixen les gelades i les baixes temperatures. Són resistents també al foc, garantint la seguretat de l'edifici. A més, ajuden a aconseguir un correcte aïllament acústic.

Tanmateix, sota la teula es col·loca aïllament tèrmic per evitar totes les possibles pèrdues o guanys d'energia indesitjats.

2.4.4.2. Coberta plana enjardinada

En una coberta plana l'opció més sostenible és un terrat verd o coberta enjardinada, és a dir una teulada d'un edifici que està parcialment o totalment cobert de vegetació. I la construcció d'aquest consta de diferents components que formaran part del sistema d'una coberta vegetal, organitzant-se per capes que compleixen una o diverses funcions i col·laboren al funcionament del conjunt.

Primer de tot, l'element que aguantarà tot el pes és l'estructura de la teulada, que pot ser de fusta o formigó armat. I a sobre d'aquesta, si es considera oportú, es pot afegir una capa extra d'aïllament entre dues plaques d'aglomerat de fusta.

En segon lloc, en el cas que es tracti d'una coberta plana, caldrà formar pendants, amb els mateixos materials que l'estructura, perquè l'aigua circuli i vagi a parar a dos punts diferents de la teulada (l'aigua es recull en dos punts diferents per si un dels dos s'embussa).

I, en tercer lloc, es col·locaran totes les capes, la primera és una capa geotèxtil anti punxant per evitar el punxonament de la membrana impermeable amb elements de la formació de pendants si l'acabat no és regular.

A sobre anirà la capa d'impermeabilització, per crear una barrera estanca que eviti l'accés de l'aigua de pluja a les capes inferiors, així com a l'espai habitable.

La següent és l'aïllament, per evitar el flux d'energia entre l'interior i l'exterior creant una resistència elevada al pas d'aquesta, per tal d'obtenir una temperatura de confort sempre en l'interior i reduint així la quantitat d'energia necessària per climatitzar l'espai.

A continuació, va la protecció anti arrels, per evitar que les arrels de les plantes penetrin a les capes inferiors, protegint-les dels atacs físics i químics que aquestes pogueren ocasionar.

Per sobre, tenim la capa separadora i retenidora, que separa físicament l'aïllament tèrmic de la capa drenant i emmagatzema aigua provinent de la pluja o el reg i l'allibera en moments de sequera per evaporació. A més proporciona protecció anti punxant extra a les capes inferiors.

Tot seguit es col·loca una capa drenant o unes graves per facilitar l'escorrentia d'aigua de pluja cap als punts de desguàs.

I per últim, la capa filtrant té l'objectiu de filtrar l'aigua provinent del substrat i evitar que el drenatge s'ompli de terra o altres partícules que podrien causar embussos i sedimentació.

Ara que ja tenim totes les capes ben instal·lades només falta col·locar la terra i les plantes adequades que es desitgin, el muret que ho envolta tot haurà de sobresortir uns 20 cm com a mínim i el gruix total de les capes farà un 60-70 cm.

Una teulada enjardinada, a part de quedar bé estèticament, ens aporta moltes avantatges. Primer de tot és un espai aprofitable que podem utilitzar per conrear verdures i flors, en segon lloc, millora l'aïllament de l'edifici gràcies a les capes d'aïllament i a la pròpia terra que també actua com a aïllant. En tercer lloc, ajuda a filtrar contaminants de l'aire i com a magatzem de CO₂, a la vegada que també filtra contaminants i metalls pesants de l'aigua de pluja.

A més a més, actua com a barrera acústica, el sòl bloqueja els sons de baixa freqüència i les plantes els d'alta freqüència.



Imatge 13. Capes d'una coberta enjardinada

2.5. Pautes de disseny de sistemes passius

Les tecnologies solars poden ser actives o passives depenent de com capturen, converteixen i distribueixen l'energia solar. Entre les actives hi trobem l'ús de panells fotovoltaics i col·lectors solars tèrmics; i entre les passives, hi trobem diverses tècniques relacionades amb l'arquitectura bioclimàtica, com l'aprofitament passiu/indirecte del Sol, la selecció de materials, el disseny dels espais i l'orientació.

El desenvolupament de tecnologies solars netes i barates suposa un enorme benefici, ja que són inesgotables, el seu ús és sostenible, redueix la contaminació i redueix el preu dels combustibles fòssils. Per tant, gràcies a aquestes, a la llarga estalvies diners i sobretot ajudes a frenar el canvi climàtic que avui en dia, és un gran problema mundial.

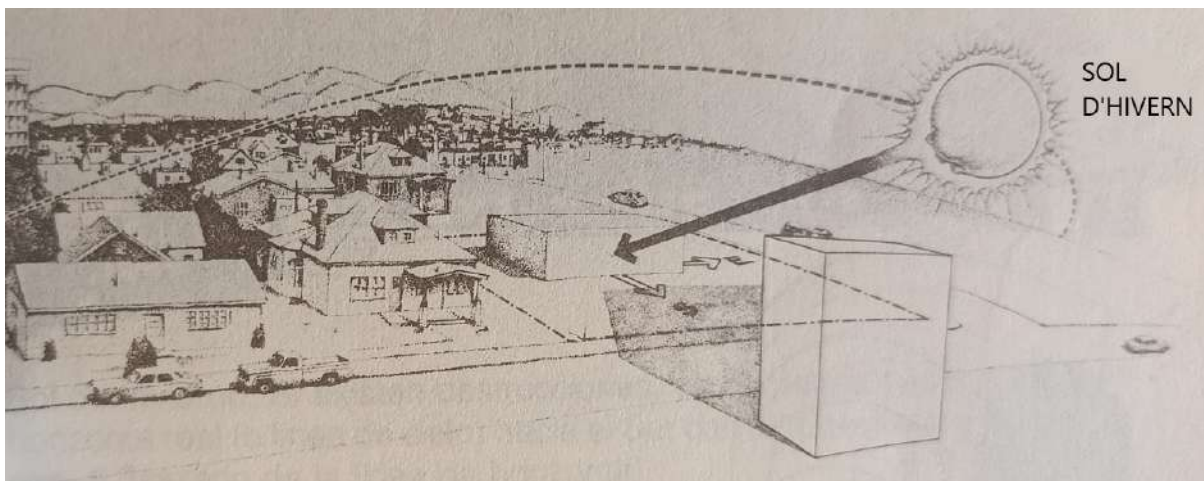
2.5.1. Ubicació de l'edifici

D'una banda, l'atenció que es posa en situar l'edifici en un lloc assolellat i obert és la decisió més important a l'hora de començar un projecte.

És de vital importància rebre l'energia solar d'entre les 9 i les 15 h, ja que és la que servirà per escalfar l'habitatge als mesos freds. Durant l'hivern, es rep aproximadament el 90% de l'energia solar en aquestes hores.

Tenint en compte el mencionat anteriorment, s'haurà de buscar una parcel·la aïllada, que no tingui cap construcció alta al voltant que pogués obstruir els rajos del sol, ni que hi hagi previst construir-ne cap.

També és aconsellable construir la casa al nord de la parcel·la, prevenint així que futures edificacions poguessin fer-li ombra. Com la captació principal dels raigs de sol és a la façana sud, com més al nord situem la casa major serà l'angle d'incidència d'aquests.

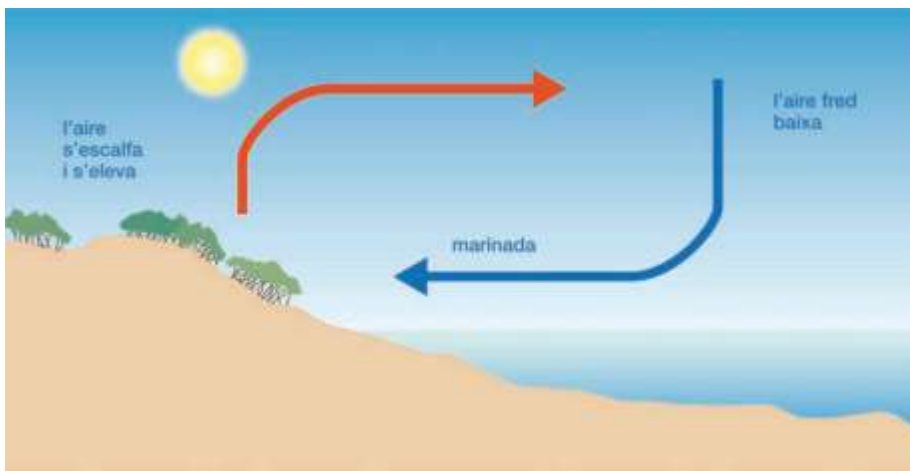


Imatge 14. Ubicació d'un habitatge al Nord de la parcel·la

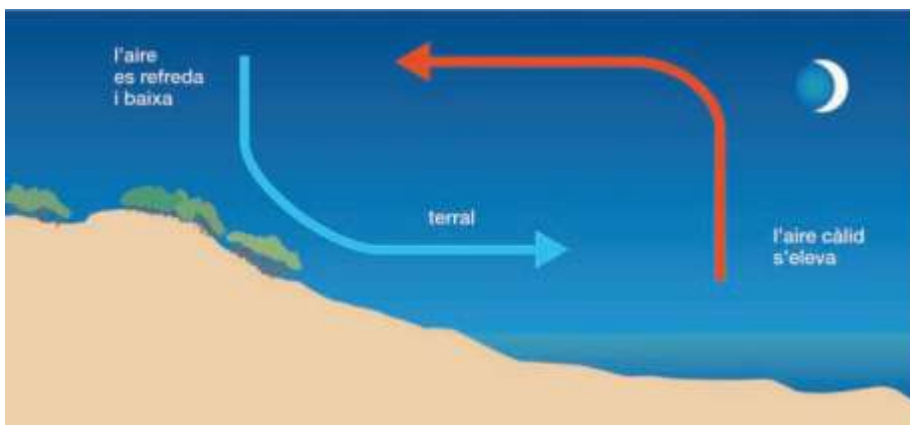
Per altra banda, seria apropiat edificar a prop del mar pel fet que aquest actua com a regulador tèrmic. El mar, i totes les zones d'aigua en general, absorbeixen i desprenen la calor a diferent ritme que la terra. La calor específica és la capacitat de qualsevol substància per emmagatzemar energia en forma de calor.

La terra absorbeix i desprèn calor més ràpidament que l'aigua. D'aquesta manera, s'estableix una diferència de temperatura a la costa, entre les zones de terra i les d'aigua.

Aquesta diferència provoca vents locals, les brises marines. Durant el dia la terra està més calenta, i l'aire que hi ha sobre ella puja, deixant lloc a l'aire més fresc que ve del mar. Durant la nit, com l'aigua s'ha estat escalfant tot el dia, el mar està més calent, i l'aire que hi ha sobre ell puja, deixant lloc per a l'aire més fresc que bufa de terra.



Imatge 15. Brises marines durant el dia



Imatge 16. Brises marines durant la nit

2.5.2. Forma i orientació

Tenint ja una idea respecte a la ubicació de l'edifici en el solar, és necessari definir la forma general d'aquest. Els edificis pensats sense preveure l'impacte solar necessitaran grans quantitats d'energia per escalfar-los i refrigerar-los.

Per tant, a l'hora de decidir la forma general de l'edifici, cal pensar en la penetració solar que podrà tenir. La millor opció és allargar-lo segons l'eix est-oest, per tenir una major superfície a la façana sud que durant l'hivern captarà molta radiació solar.

Aquesta resulta la forma més eficaç en tots els climes per minimitzar les necessitats de calefacció a l'hivern i les de refrigeració a l'estiu.

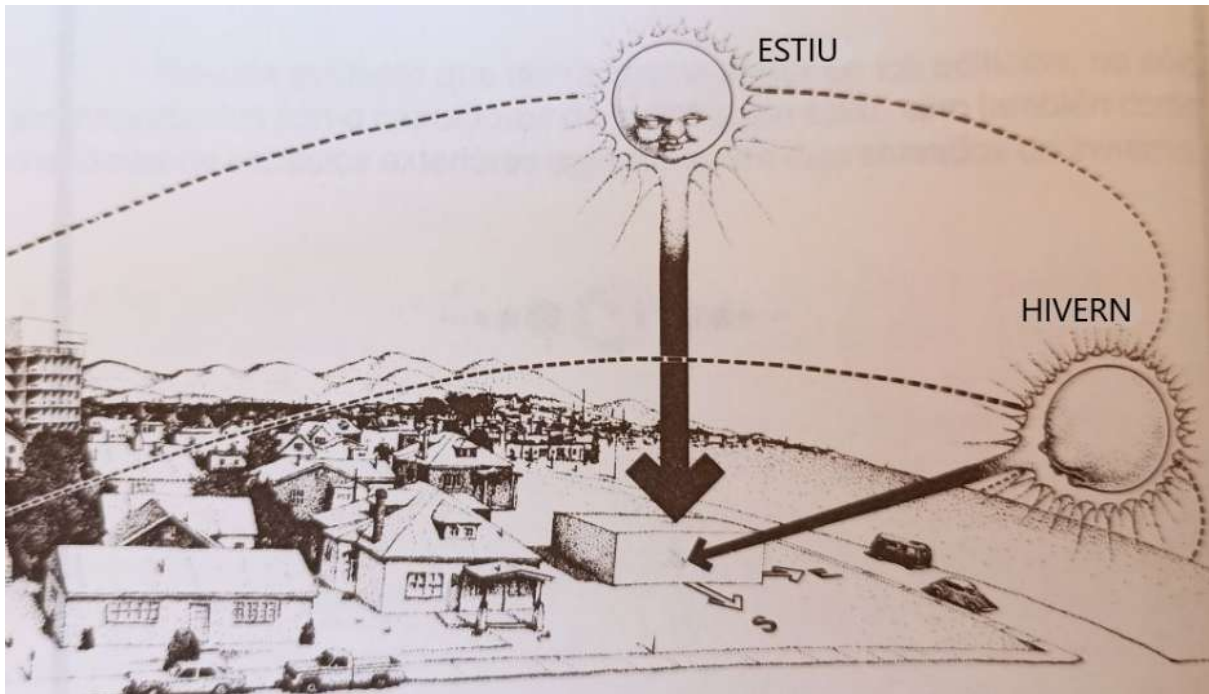
Olgay, en el seu llibre *Design With Climate* (Dissenyar amb el clima), investiga els efectes dels impactes tèrmics (sol i temperatura) segons la forma de l'edifici. Les conclusions són que la forma quadrada no és ideal en cap lloc i les formes allargades Nord-Sud són encara pitjors, corroborant així que la forma ideal és l'allargada Est-Oest.

També exposa que les construccions allargades Est-Oest garanteixen que la façana Sud, la cara amb més obertures de l'habitatge, aproximadament un 60% del total, aconsegueixi uns màxims guanys de calor durant els mesos d'hivern. A la vegada que exposa al Sol d'estiu les cares Est i Oest, més curtes, als màxims guanys de calor, quan aquest s'ha de rebutjar. Deixant així la façana nord amb poques obertures, ja que pràcticament no hi toca el sol.

Un cop sabem cap a on allargarem l'edifici, queda per definir la profunditat del mateix per tenir la forma global. Quan la font principal de radiació solar que penetra als espais és a través de finestres a les façanes sud, la profunditat dels espais que donen a aquesta cara no pot excedir en dues vegades i mitja l'altura de les finestres des del terra. Aquesta proporció assegura que la radiació abasteixi tot l'espai. Per altra banda, aquesta regla també proporciona un adequat nivell de lluminositat als espais interiors. Segons els estudis de la Illuminating Engineering Society, la profunditat d'un espai per un adequat enllumenat natural s'ha de limitar a dues vegades o dues vegades i mitja l'altura de la finestra. És a dir, per una finestra de 2,10 metres d'altura, la profunditat adequada i màxima seria d'entre 4,20 m i 5,25 m.

A banda d'això, també és rellevant, a la façana sud, tenir mesures que ens protegeixin del sol a l'estiu, com ara porxos o tendals per les grans obertures o lames dirigibles a les finestres. La funció d'aquests és la d'evitar els raigs de sol a l'estiu, quan venen més verticals i permetre l'entrada de la radiació solar a l'hivern quan els raigs incideixen més horitzontalment.

Per acabar, també es poden afegir altres sistemes d'aportació directa d'energia solar per tota la casa. Per exemple, a la teulada, es poden instal·lar lluernaris o claraboies per gaudir d'una major captació de llum i energia tot l'any. Una altra opció és posar-hi reflectors que a l'hivern s'hauran d'obrir i permetran que la llum entri als espais i a l'estiu es podran tancar aconseguint reflectir els raigs solars.



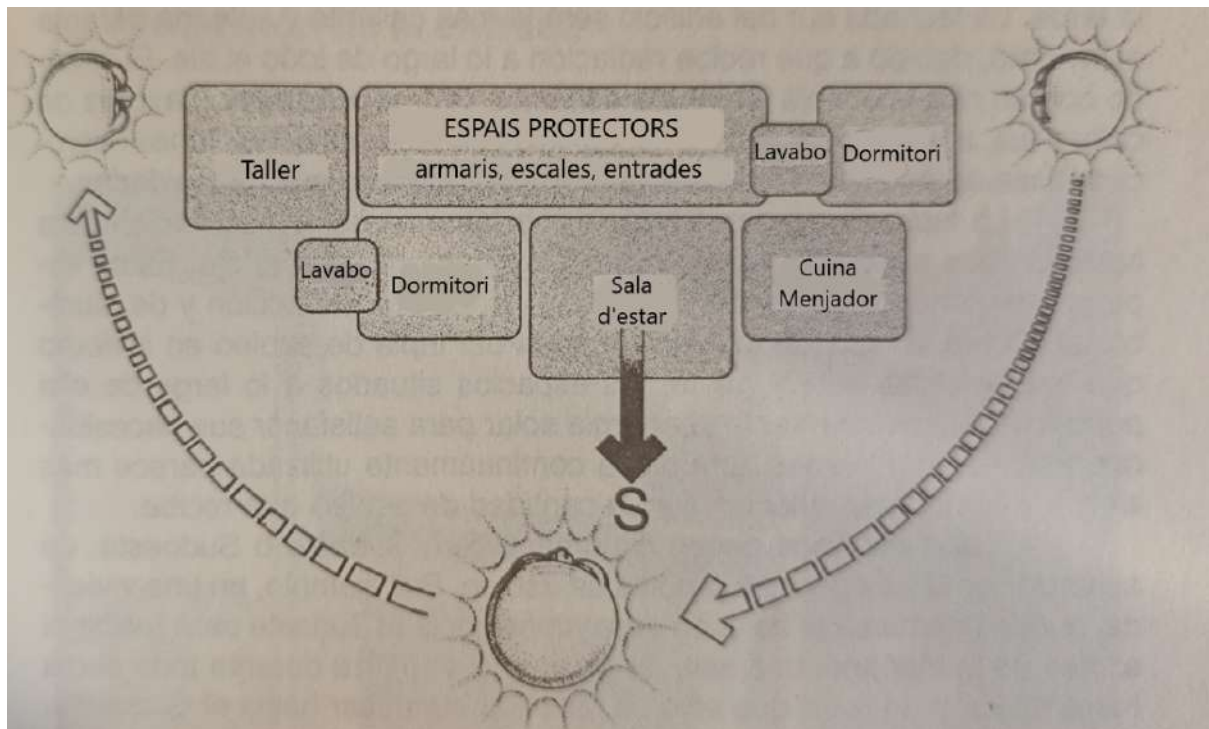
Imatge 17. Incidència solar en un habitatge durant el dia

2.5.3. Distribució interior

Un altre aspecte que cal tenir en compte, és com s'hauran de distribuir els diferents espais dins la casa, segons les seves necessitats d'asolellament.

Un local que no utilitzi directament el sol com a calefacció durant l'hivern, consumirà proporcionalment més energia auxiliar que un que sí que l'utilitzi. La majoria d'habitatges americans consumeixen aproximadament el 58% de la seva energia anual en calefacció, en canvi, si el disseny previngués la utilització directa del sol per escalfar els espais, l'energia consumida en calefacció seria molt menor.

Els espais amb majors necessitats de calefacció i llum (sala d'estar, menjador, cuina, habitacions...), s'han de situar a la cara sud, per així captar l'energia solar durant les diferents hores del dia. I els espais menys concorreguts i sense gaires necessitats ni de llum, ni de calefacció (armaris, magatzems, passadissos, garatges, banys, safareigs...), poden situar-se a la cara nord de l'habitatge, on podran servir com espais protectors entre les zones escalfades i la freda façana nord.



Imatge 18. Distribució de les estances respecte a la incidència solar

2.5.4. Protecció de l'entrada

A l'hivern, una gran quantitat d'aire fred exterior penetra a l'edifici, a través de les escletxes al voltant de la porta d'entrada i pel marc d'aquesta. Com també, cada cop que obrim la porta. Aquestes fugues d'aire a la zona de l'entrada, provoquen un intercanvi de l'aire fred exterior amb l'interior calent.

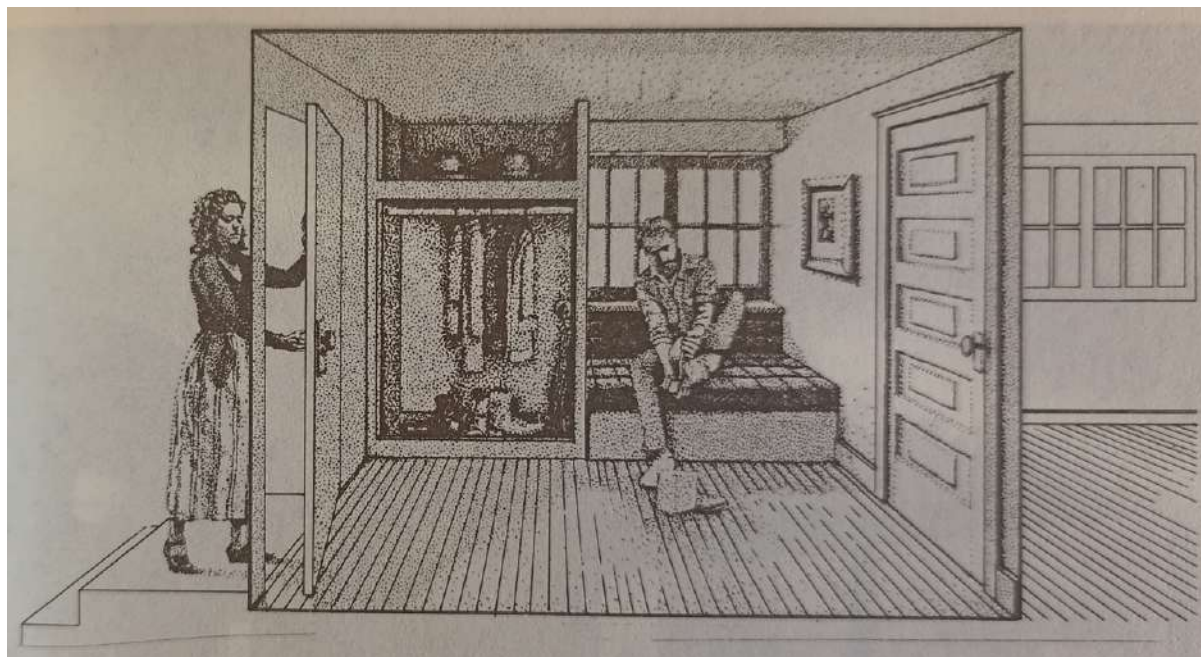
Cada cop que s'obre la porta d'entrada, entra una gran quantitat d'aire exterior a l'espai contigu. En petits habitatges, aquesta infiltració d'aire fred, unida a les pèrdues per transmissió a través de la porta, poden arribar a representar fins a un 10% de les pèrdues totals de calor de l'edifici.

Per tant, es recomana transformar l'entrada principal a la casa en un petit espai tancat (vestíbul) que proporcioni una exclosa de separació entre l'edifici i l'exterior. Això evitarà que es perdi a l'exterior una gran quantitat d'aire calent (o refredat a l'estiu), cada cop que s'obri la porta.

La infiltració d'aire fred que es produeix normalment al voltant de les portes exteriors s'eliminarà pràcticament en crear-se una cambra d'aire quiet entre les dues portes.

A banda, l'entrada s'ha de protegir respecte als vents freds freqüents a l'hivern, situant-la en un racó protegit o col·locant paravents exteriors. Així s'evita que quan s'obri la porta entri molt aire.

Aquest espai d'entrada pot utilitzar-se per emmagatzemar elements que puguin estar freds, com un armari per roba d'exterior o de pluja o per altres activitats que no necessitin un espai ben escalfat.



Imatge 19. Rebedor tancat

2.5.5. Situació de les finestres

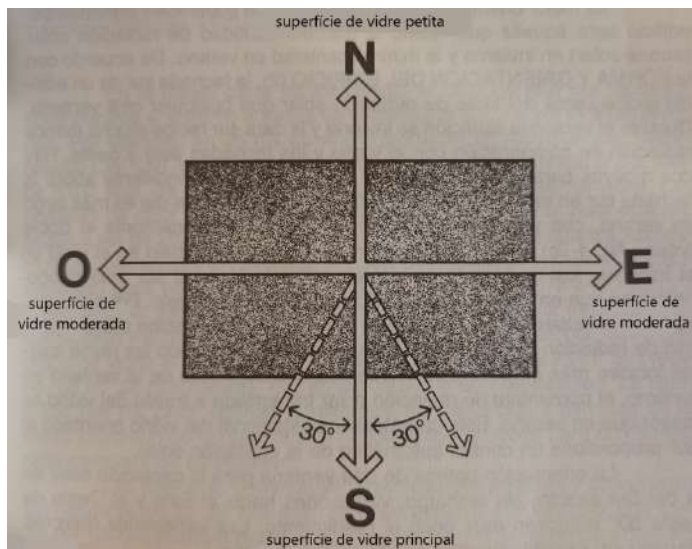
Amb el sol incidint directament sobre l'edifici durant els mesos d'hivern i amb els espais principals situats de cara al sud per captar la radiació solar directament, queda per decidir on i com localitzar les finestres.

Un dels factors més importants que afecta el consum d'energia de l'edifici és la situació i grandària de les finestres. Si aquestes es col·loquen sense considerar la quantitat de sol que podran rebre, normalment seran la causa d'un considerable dèficit tèrmic.

Les pèrdues a través de les finestres a l'hivern són notablement superiors a les d'una paret ben aïllada. Per exemple, 1 m^2 de mur d'entramat de fusta, amb 9 cm d'aïllament, perdrà al voltant de 5,4 kcal/h posant que la temperatura interior és de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ i l'exterior de $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Un metre quadrat de vidre simple, en les mateixes condicions perdrà unes 116 kcal/h, és a dir, vint cops més. Per això i suposant que les finestres tenen pèrdues similars per a qualsevol orientació, resulta rellevant situar-les de forma que obtinguin els màxims guanys d'energia solar, superant així les pèrdues.

Per la trajectòria que descriu el sol durant tot l'any, es recomana i és millor situar les finestres principals, al voltant del 60% de les totals, a les cares Sud-est, Sud i Sud-oest, d'acord amb les necessitats internes de cada espai. I cap a l'Est, Oest i especialment la façana Nord de l'edifici, s'han de reduir les superfícies de finestres i utilitzar doble vidre, aquest tipus de finestres estan formades per dues capes de vidre amb una capa de gas inert segellada entre ells, que genera el doble d'aïllament que un vidre normal. Els beneficis que ens aporten són la reducció en la despesa energètica, minimitzar el soroll i augmentar la seguretat.

A més a més, si és possible, les finestres s'enfonsaran cap a la paret per reduir les pèrdues tèrmiques.



Imatge 20. Superfícies de vidre depenent de l'orientació

2.5.6. Proteccions solars

Ara, sabent on van les finestres, les hem de protegir dels raigs solars a l'estiu, un altre aspecte molt crucial a tenir en compte. Perquè a l'hivern el sol està més baix en el cel, i els raigs solars incideixen sobre la façana Sud més ortogonalment que a l'estiu. I això ja ens va bé per escalfar la casa als mesos freds, però als mesos calents encara que el sol estigui més alt al cel s'hauran de protegir les obertures perquè no volem més escalfor dins els espais.

Els porxos o tendals són la millor solució per al sol, si aquests sobresurten uns 2 metres d'on està l'obertura aconseguiran deixar passar els raigs a l'hivern i bloquejar els de l'estiu.

Una altra molt bona solució és plantar diversos arbres de fulla caduca al voltant de tota la casa, aquests proporcionaran ombra a l'estiu bloquejant l'entrada dels raigs de sol a la casa i a l'hivern tot el contrari, ja que ja els hi hauran caigut les fulles durant la tardor.

Finalment, la classe de persiana també és molt destacable per reduir les pèrdues i guanys de calor a les finestres, a part, pots afegir lames per regular fàcilment la llum que entra als espais.

És més, avui en dia existeixen combinacions entre aquests dos elements, primer de tot actuen com a persianes normals amb aïllament incorporat, però, en segon lloc, quan estan baixades pots separar les diferents lamel·les i ajustar-les a la posició desitjada de forma simultània, per regular l'entrada de llum i aire.

El color de la persiana seria un altre aspecte destacable, si aquestes són de colors clars com el blanc, ajudaran a reflectir el sol i no l'absorbiran tant com unes de negres.

En últim lloc, les caixes de persiana són un altre element que estaria bé aïllar, perquè juntament amb les persianes, el conjunt d'obertures quedés ben protegit de les pèrdues i guanys de temperatura indesitjats.

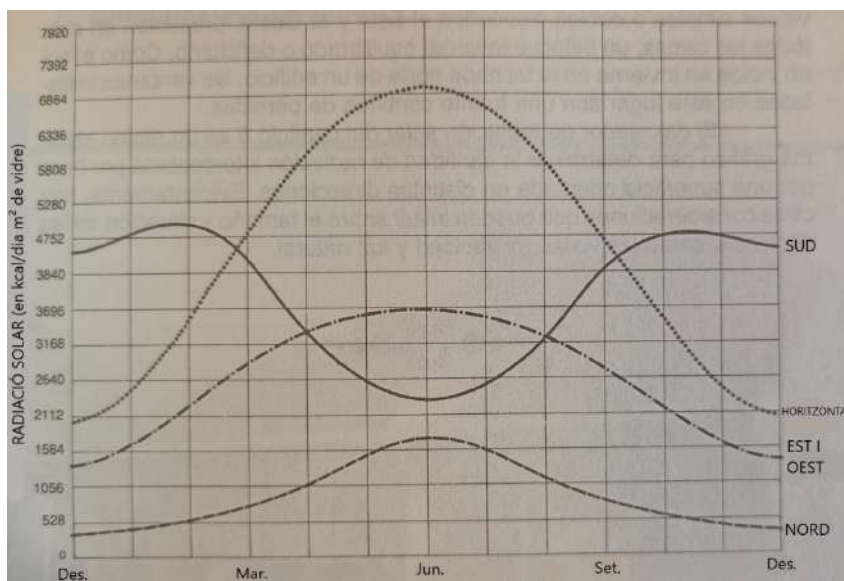
I per acabar-ho de segellar tot perfectament trobem els rivets, que són unes tires de material aïllant, generalment de material flexible, que es col·loquen als marcs de les finestres o en els baixos de les portes amb la finalitat d'aïllar l'habitatge i millorar l'hermeticitat, impedit que entrin corrents d'aire, com pols, aigua, sorolls, etc.

Els rivets es consideren uns accessoris molt versàtils, ja que a més d'actuar com a productes aïllants, també permeten estalviar energia i consum, en evitar que s'escapi la calefacció o l'aire condicionat per sota de les portes.



Imatges 21, 22 i 23. Persianes regulables a lamel·les

El gràfic següent representa en l'eix y els valors de radiació solar en dies clars, en un habitatge amb les modificacions a les finestres esmentades prèviament. I a l'eix x estan representats els mesos de l'any. Cada línia corba, una per cada façana (sud, est, oest i nord) representa la incidència solar durant l'any a les finestres d'aquestes. I la línia anomenada horitzontal representa els valors de radiació solar durant tot l'any si no s'apliquessin aquestes millores. Com es pot apreciar en el gràfic, als mesos d'hivern, que el sol està més baix, aquest incideix més a les façanes, sobretot a la Sud, mentre que a l'estiu succeeix el contrari, ja que està més alt.



Imatge 24. Gràfic de la radiació solar a les finestres respecte als mesos de l'any
 Font: Edward Mazria, *El libro de la energía solar pasiva*, p. 109.

2.5.7. Aïllament tèrmic

Cal insistir en el fet que l'aïllament és indispensable a totes les superfícies d'una casa que estan en contacte amb l'exterior. I ara, que ja sabem com reduir les pèrdues de temperatura a l'entrada i les finestres, queda per resoldre la part més important, com aïllar correctament les façanes, terres i sostres.

Un mur d'obra exterior és un eficaç acumulador tèrmic en relació amb l'espai interior, però també deixa passar fàcilment aquesta energia cap a l'exterior. Els materials d'obra, com el maó, pedra, formigó i tova, poden emmagatzemar gran quantitat de calor. Però una paret d'obra per si sola no constitueix un bon aïllament tèrmic.

Per exemple, un espessor de 9 cm de fibra de vidre té un aïllament similar al de 3,60 m de formigó o 1,2 m de terra. D'aquesta forma, en un edifici es perdrà cap a l'exterior una gran part de calor emmagatzemat en les parets exteriors d'obra.

En altres paraules, quan s'utilitzi una paret d'obra (exposada a l'exterior) per emmagatzematge de calor, es col·locarà aïllament en l'exterior de la paret. També s'aplicarà en el perímetre dels fonaments un espessor de 5 cm en tota la seva longitud, fins a 45-60 cm de profunditat. Això impedirà la transmissió ràpida cap a l'exterior del calor emmagatzemat en els murs i en els terres interiors.

Sempre que sigui possible, s'hauran d'emprar materials aïllants locals o reciclats per així reduir el consum d'energia de la fabricació d'aquests.

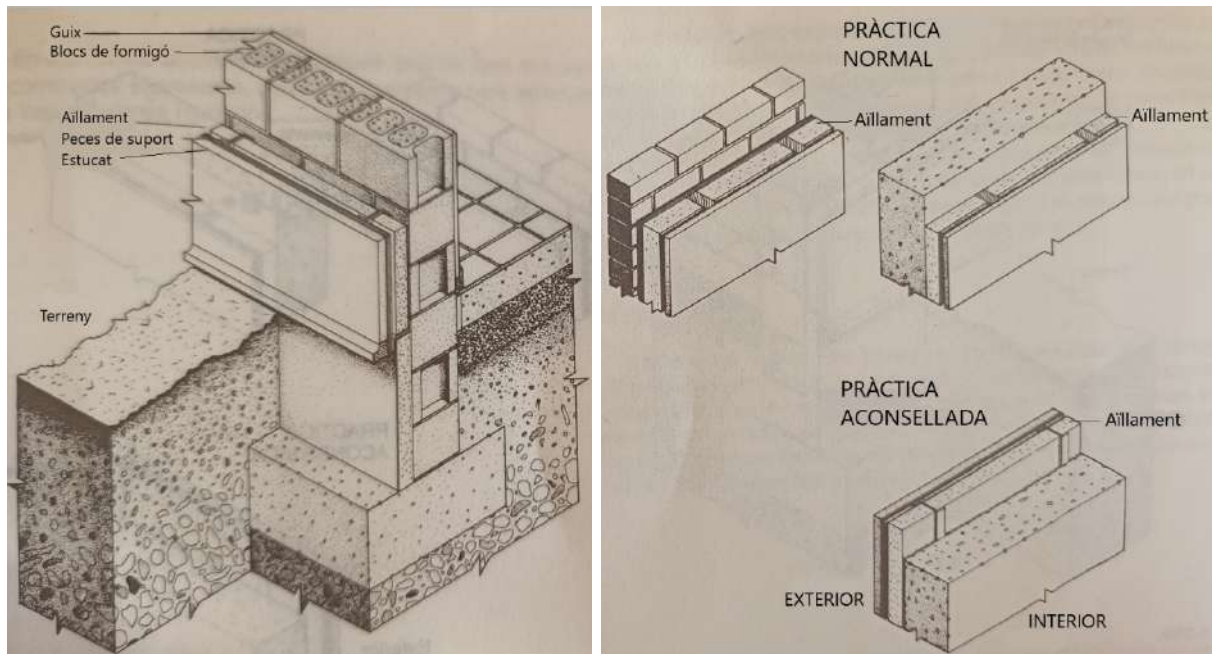
Quan es fa servir obra en una construcció convencional, l'aïllament es col·loca habitualment sobre la cara interior de la paret, directament sobre l'acabat interior o dins d'una cambra d'aire, però per tenir un efectiu emmagatzematge tèrmic, no s'ha d'aïllar l'obra respecte de l'espai interior.

És a dir, quan s'utilitza materials massissos, com ara uns 45-60 cm de gruix de tova, en un mur separador interior-exterior, s'ha de situar l'aïllament sobre la superfície exterior de la paret. Això comporta que el calor s'emmagatzemi dins la paret de l'espai. Un mur d'obra construït d'aquesta manera podrà absorbir l'energia solar durant el dia, emmagatzemar-la com a calor i cedir-la a l'ambient durant la nit, quan es necessita.

Quan es col·loca en la cara exterior de la paret, l'aïllament haurà d'estar protegit de les inclemències climàtiques i del deteriorament físic mitjançant un revestiment exterior adequat.

A tot aquest conjunt se li anomena sistema d'aïllament SATE (sistema d'aïllament tèrmic exterior) per a façanes, que millora fins a un 70% l'eficiència tèrmica, reduint considerablement el consum energètic.

El Dr. Francis C. Wessling en un article titulat *Respuesta de temperatura en un pavimento soleado y en el terreno circundante*, ens dona les següents conclusions: Els càlculs mostren que l'energia tornada pel paviment cap al local varia menys del 10% segons la situació de l'aïllament. Això indica que la utilització d'un aïllament per sota d'un gruix de 60 cm de formigó, probablement no és desitjable. L'aïllament perimetral no afecta l'energia restituïda pel mateix terreny al local. En canvi, l'aïllament perimetral fa decreïxer les pèrdues de calor totals de l'edifici. En els climes humits a part de col·locar l'aïllament perimetral enfonsat al terreny també seria adequat col·locar aïllament sota les lloses del propi terra.



Imatges 25 i 26. Models d'aïllament

2.6. Ventilació

La funció específica de la ventilació és reemplaçar l'aire viciat dels espais tancats per un altre de millor qualitat. La ventilació com a sistema de renovació de l'aire en qualsevol estança, és, per tant, una necessitat. La qualitat de l'aire interior en una casa, es pot veure perjudicada per la falta d'oxigen, a causa de la respiració dels ocupants, per processos de combustió d'alguns equips tècnics, per l'excés d'humitat, per males olors...

La forma de ventilar, afecta fonamentalment a l'eficiència energètica, ja que tracta d'introduir aire de l'exterior a diferent temperatura cap a l'interior.

La millor forma de fer-ho és amb la ventilació natural creuada, aquest tipus de ventilació s'aconsegueix obrint les portes i finestres que es troben en costats oposats de la casa, fent que l'aire entri per un costat i surti per l'altre, sense cap consum d'energia, que altres mètodes sí que requereixen.

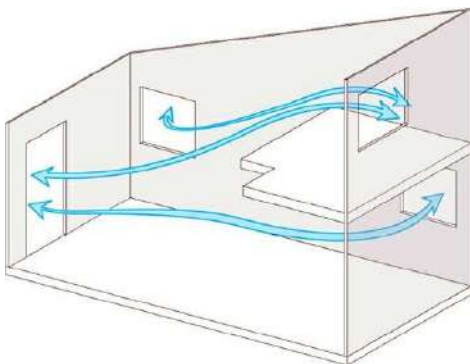
El moment del dia per fer-ho, també és important. És per això, que s'ha de tenir en compte l'hora més adequada i el temps de ventilació.

El més aconsellable és ventilar la casa al matí, a primera hora, per renovar aquell aire que hem estat respirant tota la nit. A l'hivern, el millor moment serà al migdia, quan incideix més el sol perquè l'aire que entri sigui més calent. En canvi, a l'estiu el millor és ventilar la casa a la nit, ja que les altes temperatures baixen proporcionant un aire més fresc.

El temps ideal per ventilar la casa ronda entre els 10 i els 20 minuts (com a mínim), al dia, amb totes les portes i finestres obertes. Això és molt més eficient, que tenir oberta una finestra durant tot el dia. La inèrcia tèrmica de l'habitatge és un altre factor fonamental per reduir el cost energètic a l'hora de climatitzar l'aire nou, provinent de l'exterior, ja que les parets i terres cediran o absorbiran la calor fins a tenir un ambient confortable.

En últim lloc, quan s'obri l'habitatge a les brises predominants durant el dia i la nit, les sortides hauran de ser lleugerament més grans que les entrades per augmentar la velocitat de l'aire i així aconseguir una major refrigeració.

La ventilació de les estances permetrà reduir la quantitat d'humitat i augmentar la sensació de frescor en climes càlids.



Imatge 27. Ventilació natural creuada

2.7. Reutilització de l'aigua

L'aigua és un recurs fonamental per la vida i les necessitats humanes, però el gran malbaratament i la contaminació irresponsable d'aquesta l'estan fent cada cop més cara i preuada.

Existeixen nombroses possibilitats per reduir el consum d'aigua en un habitatge, però les més notables són recol·lectar l'aigua de pluja per poder utilitzar-la posteriorment i reutilitzar les aigües grises.

En últim lloc, però no menys important, cal recalcar que encara que puguem recollir, reutilitzar i aprofitar l'aigua, no l'hem de malgastar, ja que és un bé escàs. Avui en dia al món, hi ha moltíssima gent i si no estalviem aigua no n'hi haurà per tothom, tampoc es podran regar els camps ni usar-la a les indústries. Per tant, individualment, hem de tractar de consumir-ne el mínim possible, com per exemple: tancar bé l'aixeta i reparar les que gotegin, reduir el volum d'aigua de les cisternes utilitzant les de doble descàrrega, utilitzar la dutxa en comptes de la banyera, encendre la rentadora i el rentaplats quan siguin plens...

2.7.1. Aigües grises

Les aigües grises són les que provenen de la dutxa, de la pica i de la rentadora. Aquestes aigües, amb un tractament simple, poden reutilitzar-se per a les cisternes dels vàters, ja que per a aquests no és necessària aigua de bona qualitat. S'estima que d'aquesta manera podem estalviar aproximadament uns 50 litres per persona al dia. És a dir, en una família de 4 persones, equivaldria a un estalvi de 200 litres d'aigua per dia, la qual cosa significa gairebé un 25% del consum diari de l'habitatge.

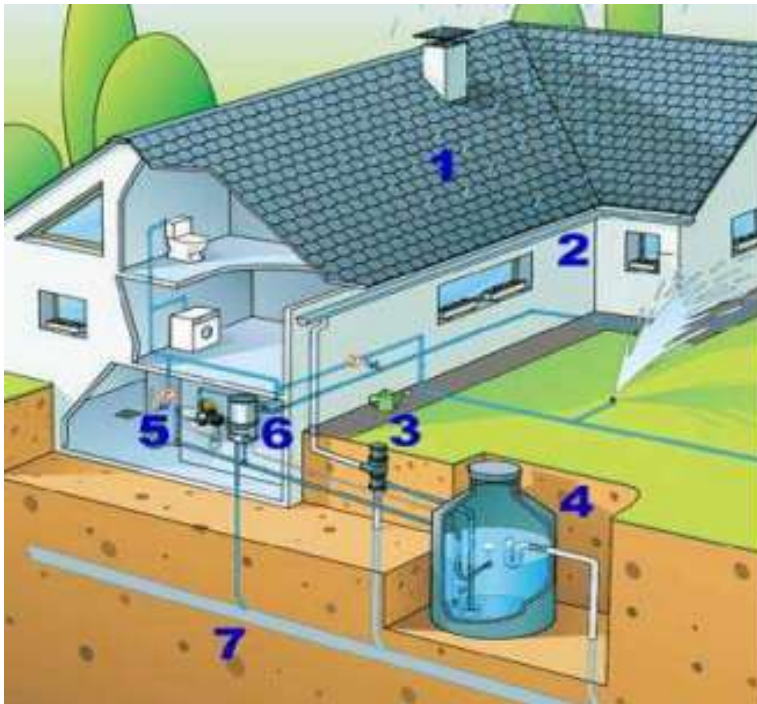
2.7.2. Aigües pluvials

El sistema és molt senzill, quan plou l'aigua que cau a la teulada es canalitza a través dels canals de recollida, que la dirigeixen fins a uns filtres per retenir les fulles o altres residus sòlids. I tot seguit entra al dipòsit, en el qual també podem abocar les aigües grises tractades. Aquest sol estar soterrat, ja que així no li toca el sol i s'evita el creixement d'algues i bacteris.

L'aigua d'aquest dipòsit està per sota de l'habitatge, per tant, haurà de ser impulsada per una bomba. És convenient que, en comptes que la bomba s'encengui i s'apagui cada vegada que hi ha una demanda d'aigua, s'instal·li un altre dipòsit sota la teulada per poder repartir l'aigua a tota la casa per gravetat. Així s'estalvia molta energia, ja que només s'hauria de bombar l'aigua un cop fins a dalt.

Aquesta aigua és neta, gratuïta, sense calç ni cap altre producte químic. És a dir, és perfecta per utilitzar-la per l'inodor, rentadora, rentavaixelles, neteja de la casa i jardineria. D'aquesta manera es pot arribar a estalviar entre un 40% i un 50% del cost de la factura de l'aigua, en el cas que ploqui regularment.

Tanmateix, l'habitatge sempre estarà connectat a la xarxa distribuïdora d'aigua, per les necessitats que requereixen aigua potable i per si l'aigua del dipòsit s'esgotés. El disseny bàsic de recollida d'aigües pluvials consta dels següents elements:



Imatge 28. Elements de recollida d'aigües pluvials

1. Coberta: Encarregada de conduir l'aigua recollida al canaló.
2. Canaló: Canalitza l'aigua fins al dipòsit d'emmagatzematge.
3. Filtre: Elimina la brutícia i evita que entri en el dipòsit.
4. Dipòsit: Espai on s'emmagatzema l'aigua ja filtrada. El seu lloc idoni és enterrat o situat en el soterrani de la casa, evitant d'aquesta manera la llum (algues) i la temperatura (bacteris).
5. Bomba: Encarregada de distribuir l'aigua als llocs previstos. És molt important que sigui d'alta eficiència energètica i de baix consum.
6. Sistema de gestió aigua de pluja - aigua de xarxa: mecanisme pel qual tenim un control sobre la reserva d'aigua de pluja i la commutació automàtica amb l'aigua de xarxa.
7. Sistemes de drenatge de les aigües excedents, de neteja, etc. que pot ser la xarxa de clavegueram, o el sistema de vessament de què disposi l'habitatge.

En últim lloc, tots els dipòsits d'aigua han de disposar d'un sobreexidor, perquè en el cas en què l'aigua arribés al nivell màxim del dipòsit, aquest expulsaria la restant cap al patí o el lloc convenient de recollida d'aigües. Així, el nivell de l'aigua sempre es mantindrà igual o per sota del màxim del dipòsit i s'evitarà qualsevol possible inundació.

2.8. Reciclatge i compostatge

Tenir en compte el reciclatge i el compostatge com a mesures per reduir i reutilitzar gran part dels residus domèstics que generem, seria profitós pel medi ambient. Però abans de dur a terme aquestes dues mesures hauríem d'intentar reduir els residus dels productes que consumim, com per exemple, anant a comprar a les botigues locals amb carmanyoles per estalviar-nos tots els plàstics amb els quals t'emboliquen el menjar.

Els diagrames següents ens mostren, per una banda, la distribució real de les escombraries generades als habitatges (esquerra), i per l'altra banda, la distribució de la brossa si ho recicléssim tot correctament (dreta).



Imatge 29. Gràfics de la distribució real d'escombraries als habitatges respecte a la que hauria de ser

Per una banda, el reciclatge és l'acció de processar residus de productes al final de la vida útil per reutilitzar-ne els components o extraure'n primeres matèries. Els residus són recol·lectats, separats, sanejats, processats i enviats a una planta especialitzada per tornar a ser manufacturats. Amb el reciclatge aconseguim que materials potencialment útils puguin ser utilitzats per a fabricar nous productes i així reduir el consum de primeres matèries, l'ús d'energia i la contaminació atmosfèrica provocada per la incineració d'aquests si no fossin reciclats.

Reciclar és, per tant, l'acció de tornar a introduir en el cicle de producció i consum productes materials obtinguts de residus. Algunes de les raons per reciclar són:

- Si es recicla el vidre s'estalvia un 90% d'energia i per cada tona reciclada s'estalvien 1,2 tones de matèries primeres.
- Recuperar dues tones de plàstic equival a estalviar una tona de petroli.
- En reciclar una tona de paper es salven 17 arbres.

Per altra banda, el compostatge es basa a crear les condicions necessàries de llum, temperatura i humitat perquè a partir de residus orgànics, els organismes descomponedors fabriquin un adob d'alta qualitat.

Com podem observar en el diagrama anterior, un gran percentatge dels residus domèstics són matèria orgànica. És per això, que podem aprofitar-la per formar adob, i així la retornem a la terra.

Amb el compostatge reduïm les deixalles que es porten als abocadors, reciclem les pròpies restes orgàniques i disminuïm l'ús de fertilitzants químics; tot aconseguint un adob natural perfecte per al nostre jardí i hort.

D'altra banda, cal també destacar que amb el compostatge domèstic s'emeten 5 vegades menys gasos d'efecte hivernacle que el compostatge industrial per a tractar la mateixa quantitat de restes orgàniques. I és que les deixalles domèstiques orgàniques no haurien de ser un residu sinó un recurs.

Per fer el compostatge n'hi ha prou en tenir un compostador: un recipient on el compost està resguardat del sol, la pluja i el vent.

Aquest ha d'estar en contacte directe amb el terra perquè els microorganismes accedeixin a les restes i per permetre el drenatge de l'aigua.

La collita del compost es fa tres cops l'any, obrint un lateral del compostador. De cada 100 kg de brossa orgànica s'obtenen 56 kg de compost. És a dir, que el compostatge, a part de proporcionar-nos un adob perfectament natural, també redueix els residus orgànics i no requereix gaire temps, diners ni dificultat.



Imatges 30 i 31. Compostadors

2.9. Consideracions prèvies per al disseny energètic

Per a un disseny arquitectònic correcte, abans de començar és fonamental conèixer les condicions ambientals de l'entorn i els paràmetres de confort desitjables a l'interior de l'edifici. En funció d'aquests s'haurà d'establir el grau d'intercanvi energètic interior-exterior: des d'una protecció total (al fred o calor) en climes extrems, fins a una permeabilitat controlada en climes favorables o benignes.

Etimològicament, la paraula "clima" (del grec *klima*) significa inclinació, referint-se a la dels raigs solars sobre la superfície terrestre, però avui en dia s'identifica com el conjunt de condicions atmosfèriques que caracteritzen una regió. Els factors més importants a l'hora d'estudiar un clima determinat són la temperatura de l'aire, la radiació solar, la humitat relativa, les precipitacions i la direcció i intensitat del vents. En general, es pot dir que el factor més influent de la temperatura mitjana és la latitud (a més latitud, més fred, ja que el Sol incideix de forma més obliqua). Mentre que el factor determinant de l'oscil·lació de temperatura, tant diària com estacional, és la continentalitat, quan aquesta augmenta les oscil·lacions de temperatura són més notòries i, en general, disminueix la humitat.

És necessari ressaltar que la ubicació i l'emplaçament concret de l'edifici definiran les condicions del microclima del lloc. Aquest pot sofrir variacions substancials respecte del clima genèric en funció de molts elements (sobretot l'altitud), pel que és imprescindible analitzar-lo. Els climes es poden dividir en tres grans grups: els climes càlids, en els quals la temperatura mitjana del mes més fred sol ser superior a 18 °C; els climes freds, on les temperatures mitjanes del mes més càlid és inferior a 10 °C; i els climes temperats que són els més complexos, ja que presenten paràmetres molt variables, però en general les seves temperatures oscil·len entre les dels climes fred i càlids.

Altrament, cal tenir en compte la idea de confort, és a dir, la sensació de benestar. Encara que en aquest influeixin multitud de factors, físics i psicològics, existeixen tres aspectes fonamentals que un disseny mediambiental correcte hauria de tenir; el confort climàtic, en confort visual i el confort acústic. En resum els paràmetres que defineixen les condicions de confort climàtic d'un ambient per una activitat determinada són els següents: la temperatura de l'aire i la temperatura radiant mitjana de les superfícies que envolten el local; la humitat de l'aire; la puresa de l'aire; la ventilació; i la velocitat de l'aire.

El confort tèrmic està relacionat directament amb la temperatura de l'aire. I el seu valor mitjà recomanable oscil·la entre els 21 °C a l'hivern i els 26 °C a l'estiu.

Però el confort tèrmic no és suficient per aconseguir el confort climàtic. Tant a l'estiu com a l'hivern, la humitat absoluta de l'aire haurà de mantenir-se aproximadament entre 5 i 12 grams d'aigua per kilogram d'aire sec. Es considera que en condicions de confort a l'estiu, la humitat relativa ha d'estar entre el 40-65%.

La qualitat de l'aire necessària per a la respiració i per evitar possibles olors s'assoleix mitjançant la renovació de l'aire local considerat. El moviment de l'aire modifica la sensació tèrmica i una velocitat de l'aire d'1 m/s pot produir un sensació de temperatura inferior a 2 o 3 °C.

El vestuari de les persones és de gran importància en el seu benestar tèrmic. I per minimitzar el consum energètic cal que les instal·lacions de calefacció i climatització s'adeqüin al clima i a l'època de l'any en què funcionen i que la temperatura d'impulsió de l'aire i el sistema de regulació de les mateixes no comporti un excés de fred o calor a l'interior del local. És contradictori i innecessàriament car que en alguns locals climatitzats sigui necessari abrigar-se a l'estiu i a l'hivern faci falta treure's roba.

En el confort visual intervenen tres paràmetres fonamentals: la quantitat de llum, l'enlluernament i el color de la llum. Aquest últim és conseqüència del repartiment d'energia en les diferents longituds d'ona de l'espectre. En el color de la llum intervenen dos factors: la temperatura del color (la llum blanca té una temperatura al voltant de 5000 K i emet en totes les longituds d'ona) i l'índex de rendiment de color. Per tenir una bona reproducció del color, la llum ha de tenir energia suficient en totes les longituds d'ona, com la del Sol que és la que rebem.

Finalment, cal esmentar el confort acústic, que s'aconsegueix quan són adequades les condicions de reproducció sonora i s'eviten les molèsties que produeixen els sons indesitjats. El principal aspecte que influeix en l'acústica interior d'un recinte és el fenomen de la reverberació, i per evitar-la caldrà tenir en compte el disseny geomètric del local, la naturalesa de les parets, el nombre d'ocupants...

2.10. Instal·lacions energètiques eficients

La llei de la conservació de l'energia estableix que, en qualsevol sistema aïllat, la quantitat total d'energia es conserva. Aquesta llei, proposada i provada per primera vegada per Émilie du Châtelet, ens diu que l'energia no es pot crear ni destruir; més aviat, només es pot transformar o transferir d'una forma a una altra.

També cal tenir en compte que en qualsevol conversió energètica hi ha un rendiment inferior a 1, la resta es converteix en un altre tipus d'energia residual com per exemple calor.

És per això, que és importantíssim que les instal·lacions energètiques de l'habitatge siguin eficients, sobretot i principalment la il·luminació, la climatització, els electrodomèstics i els transformadors d'energies renovables. Així aconseguirem reduir les despeses econòmiques, un baix consum energètic i, per consegüent, un alt rendiment en les instal·lacions.

En primer lloc, encara que disposem d'unes instal·lacions energètiques eficients, no s'ha de malgastat l'energia, s'ha d'intentar reduir-ne el consum, estalviar-la. I per molt que l'energia que fem servir sigui renovable, els sistemes que la produeixen tenen petits impactes ambientals.

En segon lloc, cal minimitzar el nombre de conversions energètiques, perquè així hi haurà menys pèrdues indesitjades d'energia en forma de calor o altres.

En tercer lloc, convé minimitzar el transport d'energia i els recursos (sistemes, aparells, necessitats de manteniment...)

2.10.1. Evolució històrica

Fins a la Revolució Industrial, quasi tota l'energia que es feia servir era renovable, en el transport s'utilitzaven vaixells de vela i carruatges de cavalls; a les cases es cuinava amb llenya i s'il·luminaven naturalment o amb espelmes; i la producció de productes era artesanal sense necessitat de màquines ni energia.



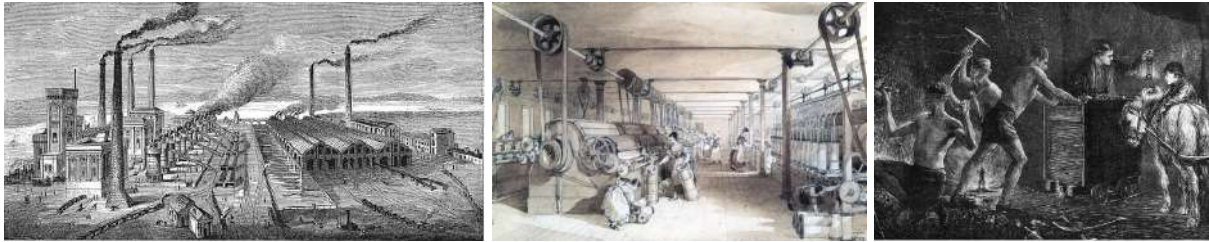
Imatges 32, 33 i 34. Transport i cuina abans de la Revolució Industrial

Quan va arribar la Revolució Industrial, les ciutats i persones arreu del món van evolucionar molt, mentre que el planeta anava cada cop a pitjor a causa de la contaminació. La revolució industrial va suposar l'explotació intensa dels combustibles fòssils com ara el carbó mineral (primera mina a mitjans del S. XVIII), petroli (refinat industrial a mitjans del S. XIX), gas manufacturat (del carbó, primeries de S. XIX) i gas natural (extensió de xarxes a partir de mitjans del S. XX).

També va portar la invenció de les primeres màquines, com ara la màquina de vapor (Watt, 1760) i el motor de combustió interna (1876).

Paral·lelament, van ser els inicis de l'electricitat i aquesta es va començar a comercialitzar al voltant del 1875. A més, es van crear les primeres centrals de carbó i hidroelèctriques que, en fer girar un alternador amb vapor o energia cinètica, transformaven aquesta energia mecànica en electricitat.

Mentrestant, les renovables no desapareixen, però queden relegades a utilitzacions poc intenses, marginals, o són sostingudes per energies fòssils, amb excepció de la hidràulica.



Imatges 35, 36 i 37. Fabriques i mines de carbó durant la Revolució Industrial

L'arquitectura fins ben entrat el segle XX i amb poques excepcions era adequada i s'adaptava al seu entorn, és a dir, era bioclimàtica sense saber-ho.

A partir dels anys trenta l'International Style (qualsevol edifici en qualsevol lloc) es desmarca d'aquest principi, mercès a les tecnologies emergents (materials, sistemes de condicionament...)

A partir dels anys cinquanta i sobretot amb les primeres crisis del petroli dels anys setanta es reprèn la defensa del bioclimatisme i de les energies renovables, no com un retorn al passat sinó com a conceptes a incorporar a la nova arquitectura, amb nous materials i noves estratègies, però no acaba tenint gaire èxit.



Imatges 38, 39 i 40. Arquitectura antiga en contraposició de la moderna

Actualment, hi ha una major conscienciació dels usuaris i promotors en l'ús de materials sostenibles i fonts d'energia renovables. Han aparegut segells de qualitat obligatoris o voluntaris (Qualificació Energètica, BREEAM, PassivHaus...) i exigències normatives (Decret d'Ecoeficiència, Ordenances Municipals...). Els últims anys s'han creat sistemes completament nous com les centrals termoelèctriques (1970), les centrals mareomotrius (1966) o els panells fotovoltaics (1970). I finalment, el més important avui en dia és millorar aquests sistemes existents per augmentar el seu rendiment, produir energia més útil i fiable i millorar el manteniment i durabilitat d'aquests.

2.10.2. Consum, demanda i eficiència.

El consum (C_e) és l'energia que realment es consumeix a un edifici, sigui quin sigui el seu origen i el seu destí final (energia consumida).

La demanda (D) és l'energia que teòricament és necessària per a donar determinades condicions d'usabilitat a un edifici (energia útil).

L'eficiència o rendiment en sistemes (η) és la relació entre el consum i l'energia aprofitada i busca la minimització del consum d'energia per a obtenir un determinat nivell d'usabilitat.

I es relacionen per la fórmula: $C_e = D \times \eta \times G_{e_s} \times G_{e_d}$

On G_{e_s} és el factor de gestió dels sistemes i G_{e_d} el factor de gestió de la demanda. Aquesta fórmula ens diu que el consum depèn de la demanda i gestió d'aquesta i del rendiment dels sistemes energètics i la gestió d'aquests.

Les vies de disminució del consum són la disminució de la demanda; l'augment del rendiment energètic de les instal·lacions i sistemes de condicionament; i la millora de la gestió de la demanda i dels sistemes de condicionament.

I per disminuir la demanda cal disminuir les transferències energètiques indesitjables, per exemple: controlant l'asolellament a l'estiu, utilitzant un bon aïllament tèrmic, soterrant l'habitatge (que estigui en contacte amb el terra), controlant les infiltracions d'aire, controlant l'enlluernament o disminuint la càrrega interna. Aprofitar les transferències energètiques desitjables, per exemple: aprofitant la llum natural, aprofitant l'asolellament a l'hivern, aprofitant la temperatura de l'aire exterior o ventilant amb aire temperat. Disminuir la dependència d'aparells, per exemple: disminuint si és possible les bombes, grups de pressió, circuladors, ventiladors, aparells elevadors o aparells d'enllumenat. Limitar les condicions de confort, per exemple: disminuint la temperatura interior a l'hivern, augmentant la temperatura interior a l'estiu, limitant la renovació de l'aire o limitant el nivell d'il·luminació. Gestionar correctament la inèrcia tèrmica, per exemple: adequant-la correctament al tipus de l'ús de l'edifici, adequant-la al tipus de clima, adequant-la al tipus de sistemes de condicionament o ubicant-la correctament. I recuperar energia, per exemple d'aparells i sistemes energètics o de l'aire de renovació mitjançant recuperadors d'energia.

Altrament, alguns recursos perquè el rendiment de les instal·lacions augmenti són la instal·lació de generadors d'alt rendiment, atendre els consums dels complements (energia oculta), atendre les pèrdues del sistema (aïllaments, traçats...) i adequant sistemes a l'ús.

I finalment, l'eficiència energètica també millorarà amb la millora de les gestions, per exemple amb l'automatització de l'habitatge (domotitzar la casa) aconseguirem que la pròpia casa es controli a ella mateixa, apujant i abaixant persianes quan sigui necessari, regulant la intensitat de les bombetes segons el moment del dia...

2.10.3. Anàlisi FODA de l'energia renovable

L'anàlisi FODA permet conformar un diagnòstic precís i ordenat que facilita el coneixement i presa de decisions en un tema. Aquest es divideix en quatre apartats que es basen en el potencial, les limitacions i els factors interns i externs a les energies renovables

2.10.3.1. Fortaleses (potencialitats internes)

Virtualment inesgotable, poc contaminant, pocs gasos d'efecte hivernacle, apte per a producció descentralitzada, repartida a tot el planeta en les seves diferents formes i tecnologies vives i diverses amb marge de millora.

2.10.3.2. Oportunitats (potencialitats externes)

Esgotament i encariment de les energies no renovables, potencial de contaminació i emissions de les no renovables, perillositat de les no renovables, necessitat creixent d'energia, imposicions normatives, desenvolupament de sistemes de producció sofisticats i conscienciació dels usuaris.



Imatges 41, 42 i 43. Energies renovables

2.10.3.3. Debilitats (limitacions internes)

Variable al llarg del temps i de la geografia, necessitat d'espai, asincronia entre producció i demanda, necessitat d'acumulació, poc rendiment dels sistemes de conversió, implantació poc desenvolupada, cost econòmic d'implantació, durabilitat d'alguns sistemes, impacte ambiental, sobreexplotació i oferta limitada.

2.10.3.4. Amenaces (limitacions externes)

Preu de les fòssils, energia nuclear de fusió, cost econòmic de la reconversió, necessitats creixents d'energia fiable i concentrada i manca de confiança dels usuaris.



Imatges 44, 45 i 46. Energies no renovables

2.10.4. Energies renovables

L'energia renovable és aquella en què les fonts d'energia es troben a la natura en quantitats il·limitades a escala humana, o que es regeneren o renoven més ràpidament del que es consumeixen. És a dir, es caracteritzen per ser recuperables cíclicament i d'una forma natural i perquè la seva utilització no contribueix a la contaminació del medi ambient. Per això s'han d'incorporar a les ciutats i, especialment, als edificis, si volem reduir el consum dels recursos naturals i preservar el planeta en el qual vivim. A més a més, gràcies als avenços tecnològics que permeten reduir costos econòmics i millorar el disseny, són la millor opció per la generació d'energia pròpia per l'autoconsum de cada habitatge.

Per una banda, les energies renovables més destacables arreu del planeta són: la hidràulica, solar (tèrmica, termo-elèctrica, fotovoltaica), eòlica, geotèrmica, aerotèrmica, hidrotèrmica, marina (mareomotriu, undimotriu), biomassa (agromassa, recuperació, biocombustibles), animal i hidrogen (fusió, sol artificial). I encara que ho sembli, no tota l'energia renovable és mediambientalment neutra, doncs algunes tenen impactes mediambientals importants a curt o mitjà termini, ja els han produït o els produiran.

Per l'altra banda, quasi tota l'energia renovable que rep la Terra de la resta de l'Univers és d'origen solar que ens il·lumina i escalfa, però també rep l'energia gravitatòria de la lluna, que genera les marees.

El tipus d'energia renovable més adequat en cada cas dependrà fonamentalment de les condicions de l'emplaçament (latitud, vents, orografia...) i de les instal·lacions a les quals s'apliqui. Entre les energies renovables, la més utilitzada a gran escala i amb major producció de kWh és l'energia hidràulica, seguida de l'eòlica i la solar. Poden tenir l'àmbit d'un edifici o abastir agrupacions urbanes. I s'apliquen en les instal·lacions elèctriques i tèrmiques (producció d'electricitat, aigua calenta sanitària i, en alguns casos, calefacció).

2.10.4.1. Energia hidràulica

L'energia hidràulica aprofita la diferència d'alçada manomètrica de l'aigua que provoca una velocitat de circulació suficient per fer girar una turbina. Aquesta es connecta a un sistema de generadors elèctrics i produeix electricitat. La potència d'una instal·lació hidràulica dependrà de l'altura manomètrica i del cabal de l'aigua.

En el moment actual, la hidràulica és l'energia renovable més usada en la producció d'electricitat a gran escala. No és contaminant ni perillosa i s'usa normalment en països amb recursos hidrològics adequats.

En petites instal·lacions autònomes és suficient un petit torrent, si es disposa de l'altura necessària de caiguda, que augmenti l'eficàcia del sistema: les turbines més petites, i per tant les més econòmiques, són les que treballen amb poca aigua i

grans desnivells. Encara poc emprada en petites comunitats, l'energia hidràulica és un dels millors sistemes alternatius per a la producció d'electricitat.

Al nostre clima, la disponibilitat d'aigua corrent és molt variable segons l'època de l'any i sol ser més abundant en el període tardor-hivern-primavera. Per això, l'energia hidràulica es complementa perfectament amb la fotovoltaica, que obté el màxim rendiment a l'estiu.



Imatges 47 i 48. Preses d'aigua

2.10.4.2. Energia eòlica

L'energia eòlica és una conseqüència indirecta de l'energia solar, ja que l'energia eòlica s'aconsegueix a partir del vent que és el resultat del desigual escalfament de la Terra que les grans masses d'aire tracten d'equilibrar. S'utilitza per produir energia mecànica i elèctrica.

L'aprofitament més freqüent de l'energia eòlica com a energia mecànica es produeix a través dels aeromotors (molins de vent), que s'usen per al bombament d'aigua, mitjançant els tipus multipala i connexió directa entre el rotor i el pistó de la bomba.

Tot i això, l'aplicació més interessant de l'energia eòlica és la producció d'electricitat mitjançant els aerogeneradors que, a través d'un rotor eòlic (hèlix o similar), converteixen l'energia cinètica de l'aire en energia mecànica de gir a l'eix del rotor. Aquesta energia mecànica pot convertir-se posteriorment en elèctrica, amb una potència que va des d'uns pocs watts fins megawatts. La potència obtinguda dependrà de múltiples factors: com la densitat de l'aire, velocitat del vent, rendiment dels components del sistema...

Necessiten una velocitat d'arrencada (normalment d'entre 2,5 i 4 m/s) per posar en marxa el rotor. La potència màxima que proporciona aquest, o potència nominal, correspon a una velocitat d'entre 6 i 12 m/s. A partir de certa velocitat del vent, alguns aerogeneradors, sobretot els de potències altes, es frenen i paren. En la producció d'energia elèctrica solen utilitzar-se màquines bipales o tripales d'eix horitzontal, connectades a un alternador que genera corrent altern. El voltatge dels generadors petits de fins a 500 W pot ser de 6-12 volts, mentre que als grans es poden assolir els 115 volts. S'ha de connectar un transformador a partir del qual es

bifurquin dues línies: una al consum directe (que requerirà un regulador de tensió) i l'altra a un convertidor de corrent altern en continu per emmagatzemar l'energia sobrant. L'acumulador necessitarà igualment un altre convertidor de continu en altern per al consum.

La producció d'electricitat es realitza tant a petita com a gran escala. Els petits molins domèstics s'apliquen normalment a habitatges particulars de zones rurals, mentre que els aerogeneradors de majors dimensions sovint es troben agrupats en un conjunt, formant un parc eòlic connectat a la xarxa elèctrica.



Imatges 49 i 50. Aerogeneradors

2.10.4.3. Energia solar

L'energia solar s'aprofita mitjançant captació activa i passiva. La captació solar activa es du a terme mitjançant panells captadors que converteixen els raigs solars en energia tèrmica o elèctrica (fotovoltaica) i que s'analitzarà més endavant. El seu rendiment no és gaire alt, però és suficient per abastir d'electricitat un habitatge durant tot el dia, i també durant la nit en cas que s'instal·lin bateries recarregables.

Com a resum direm que l'energia solar tèrmica s'aplica fonamentalment per produir aigua calenta sanitària, escalfar l'aigua de piscines i, a alguns casos, per a calefacció mitjançant terra radiant o aire calent.

L'energia solar fotovoltaica resulta competitiva per electrificar instal·lacions relativament allunyades de l'estesa elèctrica (edificacions rurals, reg, enllumenat públic...). A àrees urbanes, els panells fotovoltaics es poden incorporar als edificis, i l'energia elèctrica que produeixen, a més d'utilitzar-la directament, es pot vendre a la companyia elèctrica. De la captació solar passiva convé recordar que, en línies generals, consisteix a optimitzar el disseny de l'edifici per fer mínimes les necessitats de calefacció i refrigeració addicionals.



Imatges 51, 52 i 53. Plaques solars fotovoltaiques i plaques solars tèrmiques

2.10.4.4. Biomassa

Encara que no és pròpiament un recurs renovable, l'energia de la biomassa s'obté a partir de certs cultius o residus forestals (espècies vegetals, algues, fusta, pèl·lets o altres materials orgànics) i proporciona un aprofitament energètic d'aquests.

L'energia de la biomassa s'origina quan els vegetals fan servir l'energia solar per transformar productes inorgànics en energia a través de la fotosíntesi.

I els processos més habituals de transformació de la biomassa són la combustió, la gasificació i la piròlisi. A la combustió es fa servir directament la calor per forns, calderes i generadors de vapor, encara que és el sistema menys convenient per les emissions contaminants i els residus que produeix. Mitjançant la gasificació s'aconsegueix un gas calent que pot ser utilitzat com a combustible. I finalment, la piròlisi o descomposició tèrmica del residu que es comprimeix, permet obtenir combustible mitjançant tècniques sofisticades.

La seva energia sol aprofitar-se com a energia tèrmica o, indirectament, per la generació d'energia elèctrica. Aquesta font d'energia, però, no es considera renovable perquè el seu cicle de regeneració és més llarg que el seu temps de consum i perquè contribueix al canvi climàtic, ja que emet CO₂ a l'atmosfera.

Les principals diferències entre els combustibles fòssils i la biomassa són que el petroli i el carbó no poden ser produïts, mentre que la biomassa és cultivable. No obstant això, el seu ús es discuteix per criteris de sostenibilitat i sobretot perquè contribueix a la desforestació.



Imatges 54, 55 i 56. Residus forestals (pèl·lets i fusta)

2.10.4.5. Aerotèrmia

L'energia aerotèrmica és l'energia tèrmica que una bomba de calor extreu del medi ambient. És una tecnologia que aprofita l'energia de l'aire per climatitzar els espais o per produir aigua calenta. La seva instal·lació és senzilla, requereix poc manteniment i té la capacitat de generar calor i fred amb un sol sistema.

Funciona mitjançant una bomba de calor aerotèrmica que extreu la calor de l'aire a través d'un evaporador i la transfereix a un focus d'alta temperatura a través d'un condensador. L'energia calorífica generada es distribueix al sistema de calefacció a través de canonades d'aigua fins als elements terminals, que poden ser radiadors, ventilo-convectors o terra radiant.

Si a l'estiu canviem el cicle frigorífic, podem utilitzar aquest sistema per refrigerar, en el cas que utilitzem ventilo-convectors, o refredar mitjançant el terra radiant. Mitjançant un dipòsit d'acumulació, la bomba de calor aire-aigua també es pot aprofitar per generar aigua calenta sanitària. Les bombes de calor disposen d'un compressor especialment dissenyat que permet obtenir temperatures de treball de fins a 60 °C, fet que les fa aptes com a font de producció d'A.C.S. (aigua calenta sanitària) durant tot l'any.



Imatges 57, 58 i 59. Màquines aerotèrmia, terra radiant i aire condicionat

2.10.4.6. Geotèrmia

L'energia geotèrmica és una solució alternativa més que una energia renovable pròpiament dita perquè la seva utilització implica gastar recursos naturals, en principi no renovables. Aquesta s'obté mitjançant l'aprofitament de la calor de l'interior de la Terra que es transmet per cossos de roques calentes que interactuen amb aigües subterrànies. I el seu ús, evidentment, queda limitat a zones molt concretes. Es poden diferenciar instal·lacions de baixa entalpia, que aprofiten els recursos per calefacció, refrigeració o escalfament d'aigua sanitària, i les instal·lacions d'alta entalpia, que exploten els recursos per produir electricitat mitjançant generadors i turbines de vapor.



Imatges 60 i 61. Instal·lació geotèrmica i guèisers

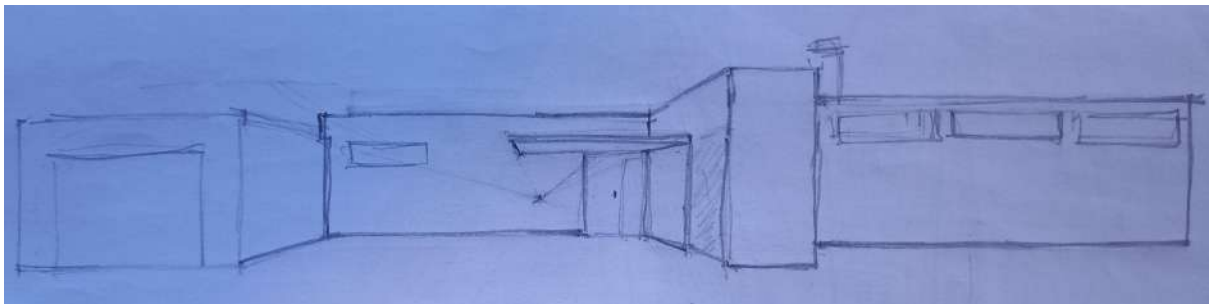
3. PART PRÀCTICA

Aquesta part del treball consisteix a crear un model d'habitatge, en el qual s'apliquen els coneixements i les estratègies exposades a la part teòrica. Es pretén dissenyar una casa sostenible (respectuosa amb el medi ambient i les persones) i autosuficient (capaç d'abastir la demanda d'energia mitjançant fonts renovables).

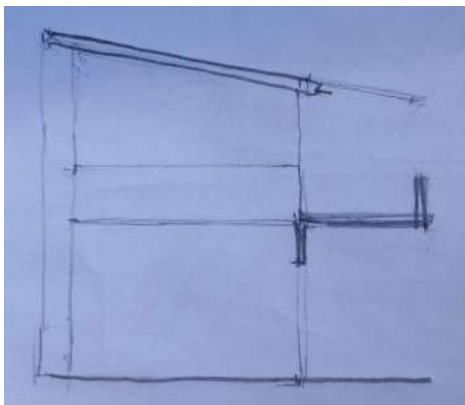
3.1. Disseny inicial de l'habitatge

Primerament, abans de començar a dibuixar l'habitatge en 3D, he de crear una imatge mental de com vull que sigui i plasmar-ho al paper, perquè després sigui tot més fàcil. La meua idea és crear una casa amb un estil modern, però que també s'integri en l'entorn. Vull que aquesta tingui les estances habituals de qualsevol habitatge, és a dir, un menjador, una cuina, una safareig, una sala d'estar, un garatge, habitacions, lavabos... I que a la vegada integri els sistemes passius exposats a la part teòrica, com ara murs gruixuts amb un bon aïllament, porxos per protegir-se dels raigs Solars, un rebedor protegit amb doble porta... També, respecte a la situació de les finestres, és indispensable tenir present que he de situar les principals cap a la cara Sud i amb proteccions solars i la resta d'obertures, menys importants, cap a les façanes Est, Oest i Nord.

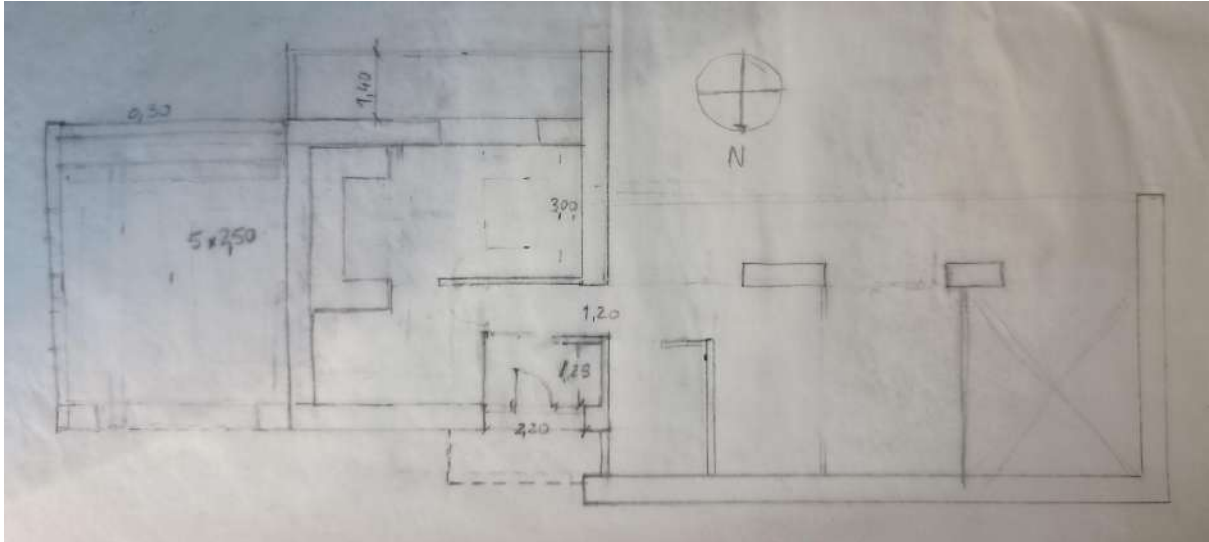
Ara, tenint ja les idees clares cal començar a esbossar la forma general de la casa, les altures de cada planta, la distribució de cada estança al lloc més adequat i finalment establir les volumetries generals d'aquestes.



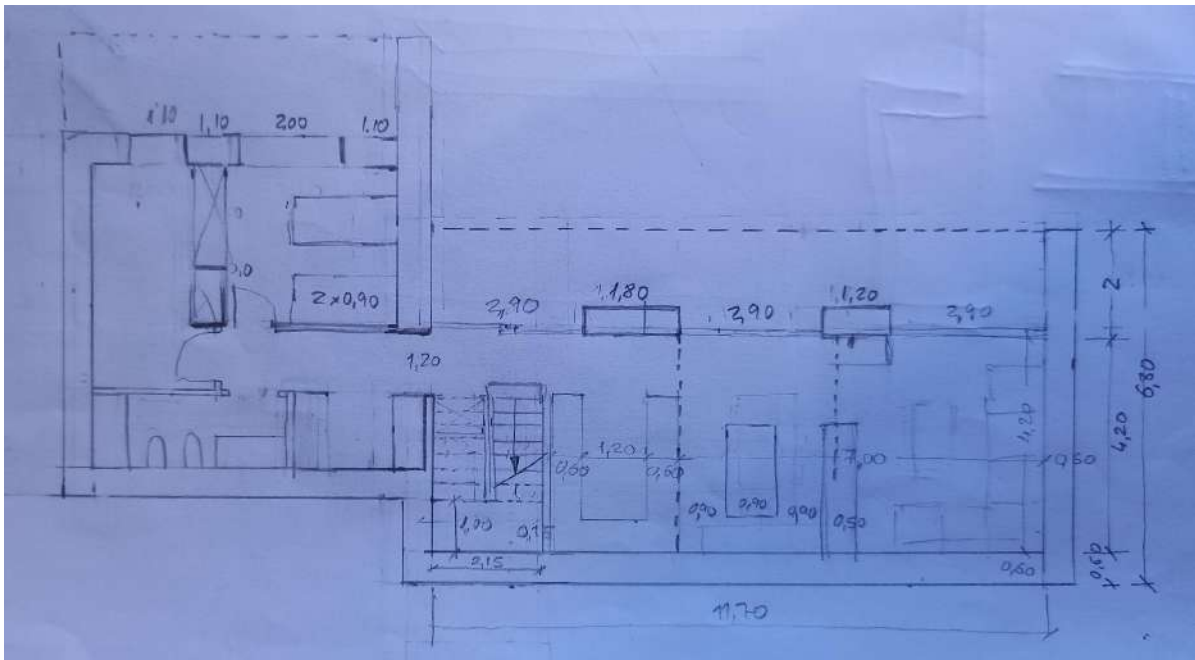
Imatge 62. Croquis 1: Perspectiva de la façana Nord



Imatge 63. Croquis 2: Secció transversal



Imatge 64. Croquis 3: Planta primera



Imatge 65. Croquis 4: Planta baixa

3.2. Modelatge 3D

Finalitzats els esbossos principals per tenir una idea clara de la forma i la grandària de l'habitatge, el següent pas és dibuixar-lo correctament a escala i donar-li volum. Per fer-ho he utilitzat Sketch Up, que és un programa de modelatge en 3D dissenyat per a arquitectura, enginyeria civil, i enginyeria mecànica, així com animació i desenvolupaments de videojocs. El programa, està dissenyat per facilitar-ne l'ús i permet la col·locació dels models en Google Earth.

He escollit aquest programa perquè és gratuït, el seu ús és fàcil d'aprendre i perquè té infinitat d'eines per modelar, començant per dibuixar línies rectes i corbes, crear volums, atribuir un material a cada element, projectar ombres...



Imatge 66. Barra d'eines de "Sketch Up"

Una vegada descarregat el programa, abans d'obrir-lo, m'he informat a través de publicacions a internet del funcionament i les possibilitats d'aquest. Ja coneixent les eines que ens ofereix i els conceptes bàsics per saber modelar, l'he obert i he començat a dibuixar l'habitatge a escala 1:1.

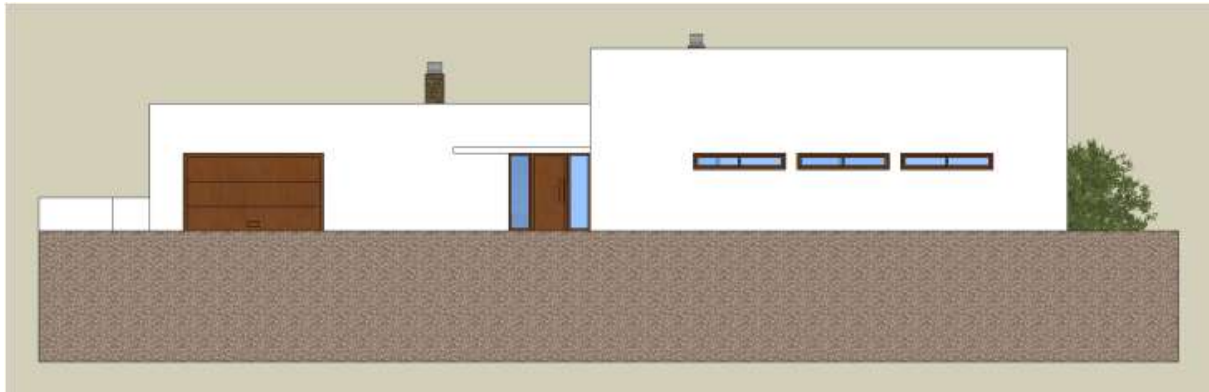
Després de moltes hores de traçar línies i fer alçats, tinc la volumetria de l'habitatge (parets, sostres, terres, portes, finestres...). Tot seguit, a cada element l'hi he definit el material que l'hi correspon. I finalment, he afegit els detalls que fan característica a cada estança com ara els llits a les habitacions, dutxes i vàters als lavabos...

Perquè es pugui apreciar l'habitatge tant per dins com per fora, i tot el que hi he dibuixat, he fet un vídeo a partir de diferents escenes de les vistes, perspectives generals de la casa i d'un recorregut de totes les estances i racons interiors (vegeu el vídeo a l'annex 7.8). Aquest vídeo l'he registrat amb la mateixa aplicació "Sketch Up" gràcies a l'eina "animació", la qual genera un vídeo a partir de totes les escenes que he creat, a cada imatge l'hi he atorgat una duració de 3 segons.

Ara, acabat el disseny 3D, per mostrar l'habitatge mitjançant imatges he utilitzat l'eina "càmera". Aquesta el que fa és situar-te el punt de vista en les vistes més habituals, les estàndard (frontal, darrere, esquerra, dreta, a dalt, a baix i isomètrica). I perquè la imatge s'aprecii en 2D fa ús d'una projecció paral·lela. Aquest és un sistema de representació gràfica per transposar un objecte tridimensional a un dibuix bidimensional en un pla, anomenat pla de projecció. Consisteix a projectar punts de l'espai contra el pla de projecció mitjançant feixos de rectes sempre paral·leles entre si. El seu principal avantatge és que manté les proporcions relatives del representat i s'hi pot mesurar directament. D'aquesta manera es pot reconstruir fàcilment l'objecte a partir de representacions concretes.

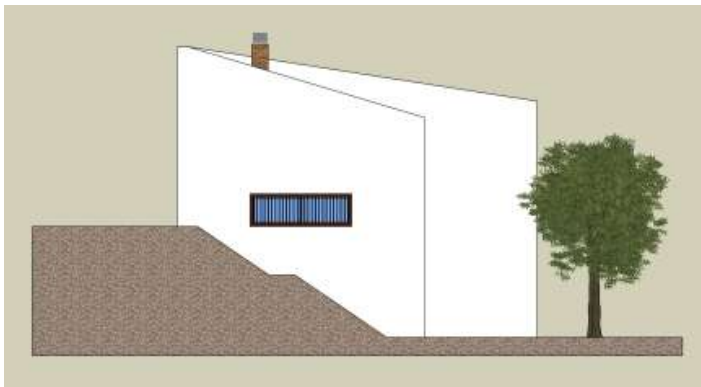
A continuació insereixo les vistes de les quatre façanes mitjançant la projecció paral·lela (vegeu les vistes a escala 1:100 a l'annex 7.4).

FAÇANA NORD: És la façana amb menys irradiació solar durant tot l'any, per això les entrades de llum són petites i hi trobem estances poc concorregudes com el garatge o el rebedor.



Imatge 67. Façana Nord del disseny 3D

FAÇANA OEST: És una façana amb poques obertures, la majoria de Sol que rep és a la tarda quan ja s'està ponent i va més baix per això a les obertures que hi ha s'hi col·loquen lamel·les verticals.



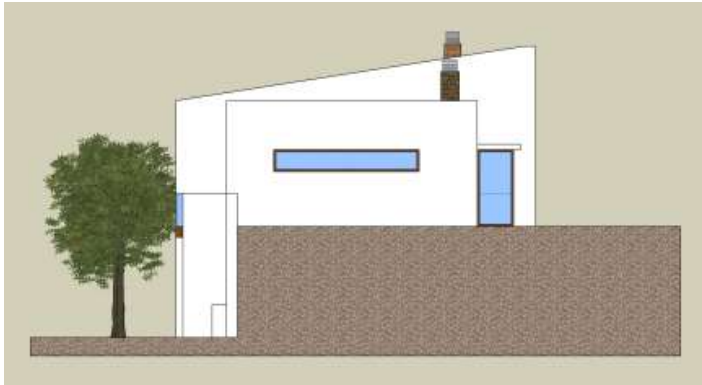
Imatge 68. Façana Oest del disseny 3D

FAÇANA SUD: És la façana que rep més radiació solar durant tot l'any i cal aprofitar-la a l'hivern quan fa fred, però també protegir-se de la calor de l'estiu, és per això que aquesta té porxos i lamel·les horitzontals.



Imatge 69. Façana Sud del disseny 3D

FAÇANA EST: És la façana per on surt el Sol, la que rep els primers raigs solars, però la resta del dia pràcticament no hi toca el Sol, i per això no té grans obertures ni proteccions.



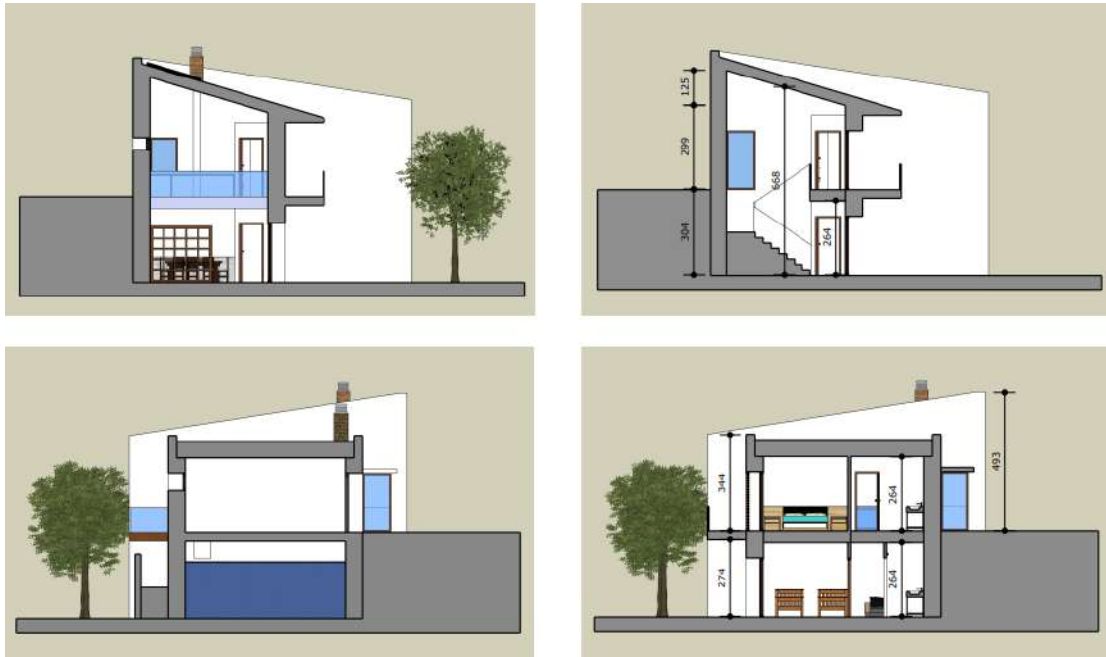
Imatge 70. Façana Est del disseny 3D

També adjunto algunes perspectives de l'habitatge per facilitar l'apreciació de la volumetria d'aquest (vegeu les perspectives a l'annex 7.4). Aquestes les he fet amb la mateixa eina "càmera", però utilitzant l'opció de perspectiva d'un únic punt de fuga i col·locant el punt de vista des d'on he cregut més oportú, amb l'eina de desplaçament i rotació.



Imatges 71,72 i 73. Perspectives del disseny 3D

Per acabar, afegeixo unes quantes seccions longitudinals i transversals del mateix disseny 3D, en altres paraules, són vistes de la casa tallada per diferents llocs amb la finalitat de poder apreciar l'interior d'aquesta, les alçades de les plantes i els petits detalls com per exemple el mobiliari. Aquestes seccions les he fet amb l'eina "pla de secció", "tall de secció" i "empentar/desplaçar". És tan senzill com crear un pla de secció, situar-lo en una cara del model, activar el tall de secció i moure el pla fins on es desitgi. (vegeu les seccions a escala als annexos 7.5 i 7.6).



Imatges 74, 75, 76 i 77. Seccions transversals del disseny 3D



Imatges 78 i 79. Seccions longitudinals del disseny 3D

3.3. Emplaçament i clima

Hipotèticament, és una casa unifamiliar, situada a Banyeres del Penedès, poble del Baix Penedès, Catalunya, Espanya. Aquest lloc té un clima temperat, més concretament un clima mediterrani de tipus Litoral Sud. La precipitació mitjana anual està entre els 550 mm o L/m² i 650 mm o L/m². Els màxims es donen clarament a la tardor i els mínims a l'hivern i a l'estiu. Tèrmicament, els hiverns són moderats amb temperatures mitjanes de 7 °C a 9 °C, i els estius calorosos, al voltant dels 24 °C de mitjana, donant com a resultat una amplitud tèrmica anual entre mitjana i alta. La diferència de temperatura entre la terra i el mar dona lloc a brises marines que redueixen les oscil·lacions diàries (entre 5 i 10 °C). Només hi pot glaçar entre els mesos de novembre i març.

El microclima concret de Banyeres del Penedès depèn de la circulació atmosfèrica regional (factors meteorològics) i de la localització concreta de l'àrea d'estudi (factors geogràfics), tant pel que fa a la seva posició dins la península com pel que fa a l'orografia regional.

Factors meteorològics: La circulació atmosfèrica regional es determina per la latitud. La situació de Banyeres del Penedès, a la zona de latituds mitjanes, ens dona uns valors termomètrics temperats i ens situa dins la banda d'influències d'anticiclons subtropicals a l'estiu i de baixes pressions temperades a l'hivern.

Factors geogràfics: La posició de la costa catalana, protegida de les influències atlàntiques per la mateixa península, fa que les pertorbacions provinents de l'Oest i del Nord-oest arribin a Catalunya d'una manera desgastada. Aquest fet caracteritza el litoral català per una sequedat i un canvi termomètric.

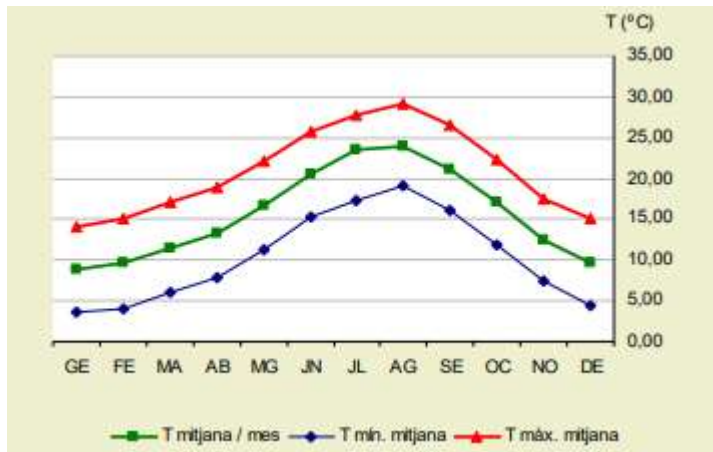
Per altra banda, la posició completament oberta al Mediterrani ens suavitzava les temperatures durant tot l'any i ens actua com a focus generador de les principals precipitacions, els temporals de llevant. Les precipitacions es donen en períodes curts de temps i, en general, d'una certa intensitat, especialment a la tardor, quan les aigües mediterrànies són més càlides.

Per acabar, pel que fa a la configuració orogràfica del municipi, i més en concret per la situació geogràfica dins l'orografia que l'envolta, es pot dir que és un municipi obert al mar, el qual li proporciona una suavització important de les temperatures. L'existència del Montmell tanca el nord del Baix Penedès i determina una barrera contra les influències provinents de l'interior de Catalunya. D'altra banda, frena la penetració dels temporals de llevant fent que hi hagi un augment de la intensitat de les precipitacions a la plana del Baix Penedès.

La temperatura mitjana anual és de 15,6 °C, el que mostra una suavitat climàtica típica del clima mediterrani litoral. En els gràfics següents es pot observar la temperatura mitjana de les màximes i de les mínimes.

ANY	GE	FE	MA	AB	MG	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DE
T mín. mitjana	3,56	4,07	6,00	7,89	11,35	15,23	17,26	19,07	16,09	11,96	7,45	4,49
T màx. mitjana	13,99	15,15	17,11	18,87	22,19	25,74	27,78	29,18	26,49	22,33	17,60	15,12
T mitjana / mes	8,77	9,67	11,46	13,31	16,69	20,46	23,63	23,89	21,10	17,06	12,49	9,74

Imatge 80. Taula de temperatures mitjanes mensuals a Banyeres del Penedès
Font: Agenda 21 Local de Santa Oliva i Estació meteorològica del Vendrell).



Imatge 81. Gràfica de temperatures mitjanes anuals a Banyeres del Penedès

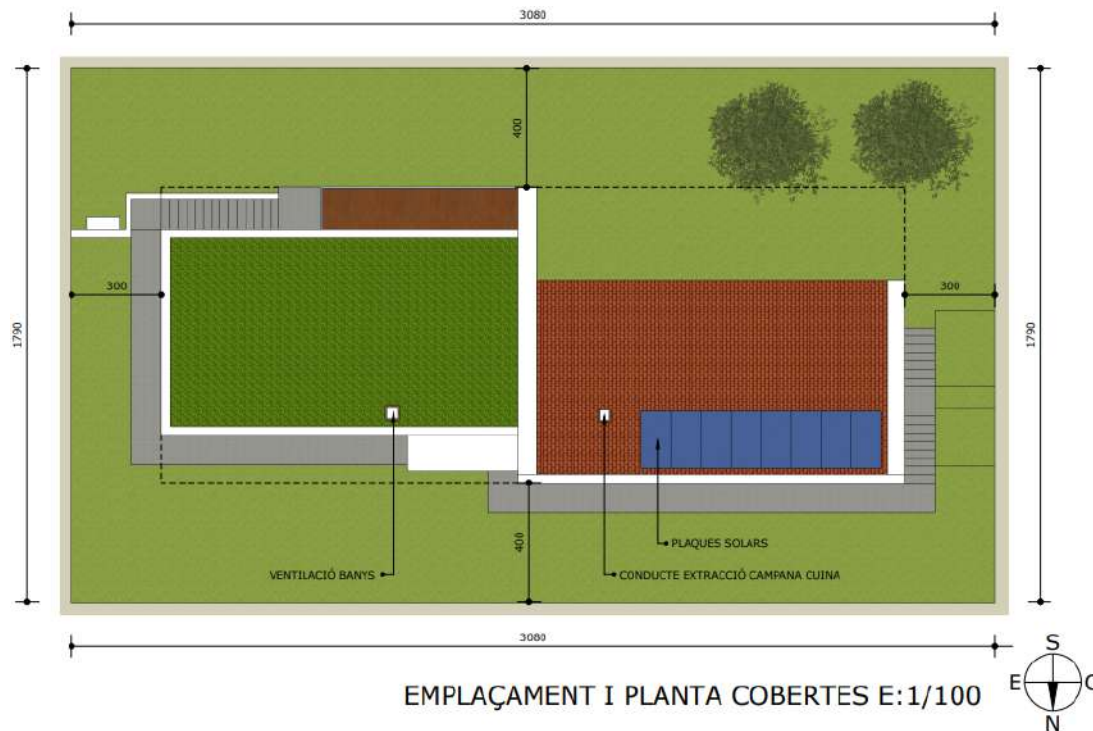
La distribució de les pluges és la següent: Un estiu sec i eixut, especialment en el juny i juliol. Una tardor molt plujosa, sent els mesos de setembre i octubre els més plujosos de l'any (amb els màxims anuals entre agost i octubre). Un hivern sec, especialment en el mes de febrer. I per últim, una primavera amb uns valors pluviomètrics de segon ordre, tot i ser importants, amb les intensitats més significatives en els mesos d'abril i maig.

La humitat relativa de Banyeres del Penedès és del 72,13%, la velocitat mitjana anual del vent de 2,7 m/s i la direcció dominant d'aquest és el Nord- Oest. I, respecte al Sol, la radiació solar mitjana que rebem és de 176, 57 W/m².

PARÀMETRE	UNITATS
Temperatura	
mitjana anual	15,6 °C
mitjana de les màximes	21,0 °C
mitjana de les mínimes	10,4 °C
Precipitació mitjana anual	538,9 mm
Humitat relativa (*)	72,13 %
Radiació solar (*)	176,57 W/m²
Vent (*)	
Velocitat mitjana anual	2,7 m/s
Direcció dominant	NW

Imatge 82. Taula resum dels principals paràmetres climatològics de Banyeres del Penedès
Font: Estació Meteorològica del Vendrell i IDIADA.

A continuació, ja sabent la ubicació de l'habitatge i els principals paràmetres del clima, cal establir la hipotètica parcel·la. Les mides d'aquesta són 30,8 metres d'amplada x 17,9 metres de llargada, resultant tenir una superfície de 551,32 metres quadrats. Altrament, segons la normativa vigent la superfície construïda ha d'estar separada 4 m respecte al carrer i 3 m respecte a les parcel·les adjacents (vegeu el plànol a escala 1:100 a l'annex 7.1).



Imatge 83. Emplaçament i planta cobertes

Com es pot apreciar al plànol, aquest té assenyalat la direcció Nord, això és indispensable en qualsevol plànol de situació, perquè cada construcció es dissenya tenint en compte el Sol, ja que la incidència solar rebuda en un element variarà segons l'orientació i posició d'aquest.

Aquest plànol d'emplaçament i planta cobertes l'he dibuixat amb l'aplicació "Sketch Up", però per poder acotar-lo l'he transferit a una altra aplicació compatible amb "Sketch Up" anomenada "Lay out", en la qual, per una banda, he acotat el plànol amb les mides generals i hi he indicat els principals elements.

I per l'altra banda, he calculat les superfícies totals construïdes i les útils sumant les de les dues plantes. Les superfícies útils són aquelles que formen les estances i hi podem accedir, en altres paraules els terres de la casa. I, en canvi, les superfícies construïdes són les de l'habitatge complet, inclosos tots els murs perimetrals. És a dir, tot allò construït que queda dins del contorn de zona edificable.

El càlcul d'una superfície és molt senzill en el cas que la zona a determinar sigui un quadrilàter només cal multiplicar la llargada per l'amplada. I si no ho és, simplement cal dividir la zona en quadrilàters més petits i després sumar les superfícies obtingudes. Superfície = Amplada x llargada.

3.4. Plànols

L'habitatge dissenyat està format per dos pisos. S'hi accedeix per la planta primera, distribuïda per un rebedor, l'habitació principal amb lavabo i vestidor, un estudi i el garatge. I baixant unes escales arribem a la planta baixa on es troba la cuina, el menjador, la sala d'estar, dues habitacions, un lavabo, un safareig i la sala d'instal·lacions.

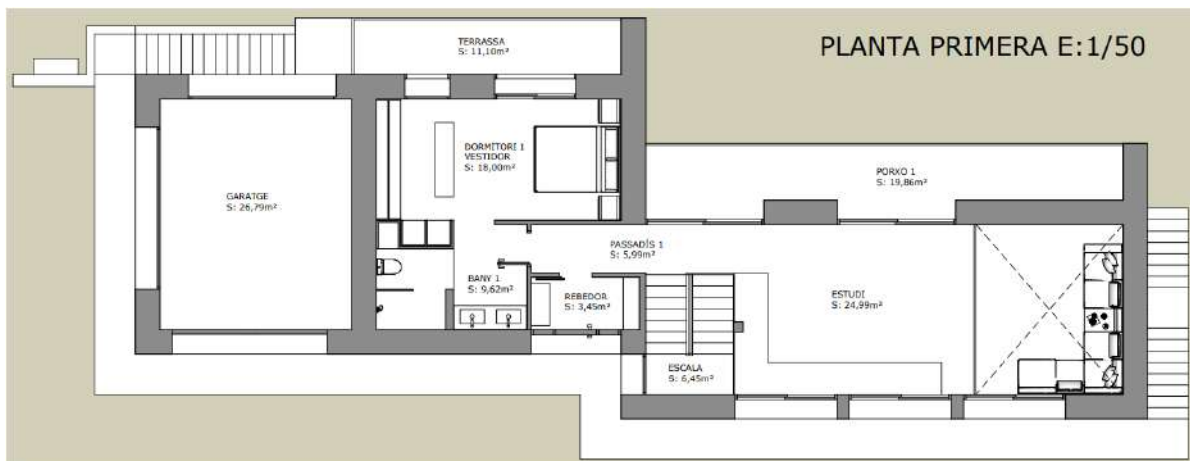
Igual que l'emplaçament i la planta cobertes, els plànols de la planta primera i la planta baixa també els he fet amb l'aplicació "Lay Out" a la qual pots inserir qualsevol modelatge provinent de "Sketch Up" per acotar-lo, afegir-hi textos, aplicar-hi diferents escales... D'igual manera que amb el "Sketch Up", d'endinsar-m'hi, he hagut d'informar-me i buscar totes les eines i possibilitats que ofereix "Lay out". Tot seguit, ja sabent com funcionava, he començat aplicant una escala 1:50 als plànols, que realment són seccions del model 3D que he fet gràcies a les eines "pla de secció" i "tall de secció" que permeten veure el model 3D tallat en qualsevol punt. A continuació, amb l'escala establerta, he configurat les acotacions perquè també estiguin a escala i les unitats d'aquestes siguin en centímetres amb una precisió d'un centímetre.



Imatge 84. Barra d'eines de "Lay Out"

3.4.1. Plànol planta primera

En primer lloc, amb la configuració d'acotació ben ajustada, he decidit distribuir les cotes en dues fileres a cada banda del plànol, la cota interior per les mides interiors, i la cota exterior per les mides exteriors de l'habitatge. També he fet una cota addicional per remarcar la mida total de llargada i amplada construïda. A més a més, he calculat les superfícies de cada estança i les he classificat segons si són exteriors o interiors, per finalment fer una caràtula que les recull totes i inclou la suma total (vegeu el plànol a escala 1:50 a l'annex 7.2).

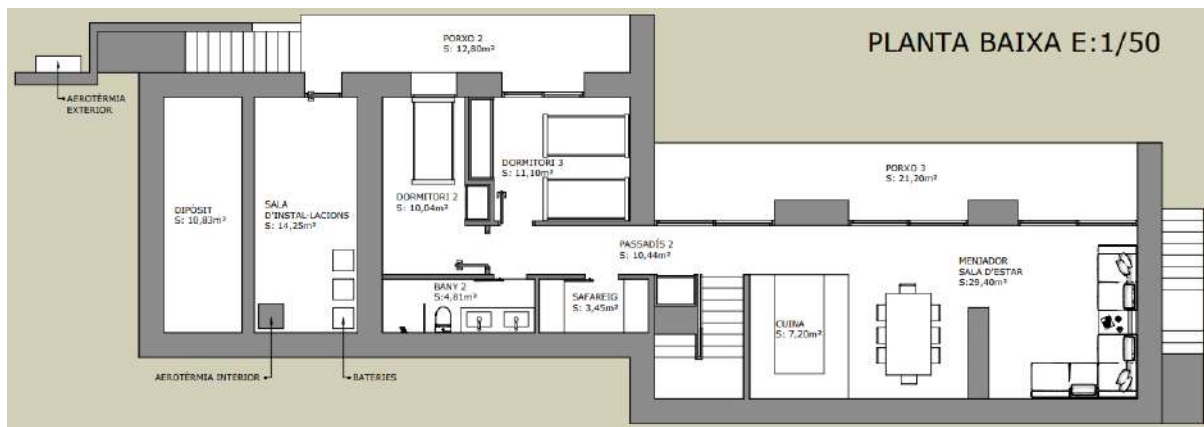


Imatge 85. Plànol planta primera

Com es pot apreciar en el plànol, la primera planta és la planta d'accés a l'habitatge des del carrer. La porta d'entrada dona pas a un rebedor tancat per una altra porta, per així crear com una sala aïllada de la resta de la casa que evita que entri aire fred o calent cap a l'interior. A continuació trobem un passadís que ens condueix cap a l'habitació principal amb lavabo, vestidor i terrassa. O cap a l'altra banda on trobem un estudi i una altra terrassa. En últim lloc, i estant aïllat, es troba el garatge.

3.4.2. Plànol planta baixa

El plànol de la planta baixa, igual que el plànol de la planta primera, està acotat seguint els mateixos criteris. Totes les estances tenen la seva superfície corresponent i a la banda dreta del full també es troba una caràtula que recull les superfícies totals de la planta en qüestió, separant-les entre interiors i exteriors (vegeu el plànol a escala 1:50 a l'annex 7.3).



Imatge 86. Plànol planta baixa

Com es pot apreciar en el plànol, a la planta baixa s'hi accedeix per les escales situades al costat de l'entrada. En ser a baix, a una banda del passadís trobem la cuina, menjador i sala d'estar amb doble espai. I a l'altra banda del passadís, estan situades dues habitacions, un lavabo i el safareig. A part, igual que el garatge, es troba la sala d'instal·lacions aïllada respecte a la resta de l'habitatge, en aquesta es troba la màquina interior d'aerotèrmia, les bateries de les plaques fotovoltaïques i el dipòsit de la recollida d'aigües. Finalment, a fora també trobem dos porxos que són les terrasses del pis de dalt que ens fan ombra, i la màquina exterior d'aerotèrmia.

3.5. Materials utilitzats

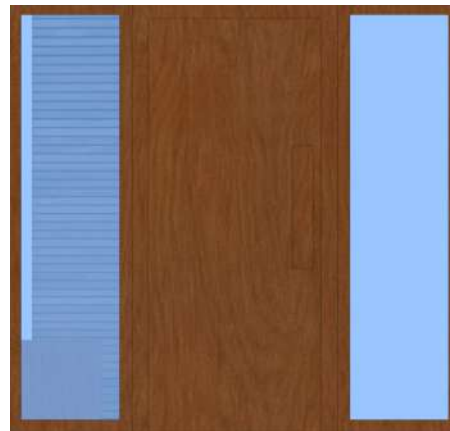
Un dels objectius i prioritats d'aquest treball és la utilització de materials sostenibles i locals o propers a la zona de construcció, perquè així no es consumeixi pràcticament energia durant els processos d'extracció, fabricació, transport, distribució i emmagatzematge d'aquestes matèries primeres. Si no es tingués en compte la utilització d'aquests materials locals més biodegradables i de baix valor energètic, l'energia que es consumiria a l'hora de construir l'habitatge seria superior a la que s'utilitzaria durant uns quants anys de funcionament d'aquest.

Tenint en compte això, la situació geogràfica i la sostenibilitat d'aquests, alguns dels materials principals que empraré per a la meua construcció són la fusta, la tova, el formigó, el guix, la calç i el suro. Cada material compleix amb una funció diferent dins l'habitatge, com pot ser aïllar, suportar esforços de compressió o protegir de les humitats. Però, tots tenen una cosa en comú, que són abundants a la natura pròxims al territori Català i amb un període de regeneració superior al de consum.

La fusta, un material resistent, durador, lleuger, i bon aïllant tant acústic com tèrmic, l'he fet servir, per una banda, en la construcció de l'estructura horitzontal (terres i sostres). I per l'altra banda, en tots els acabats, com marcs de finestres, lamel·les, portes, mobles...



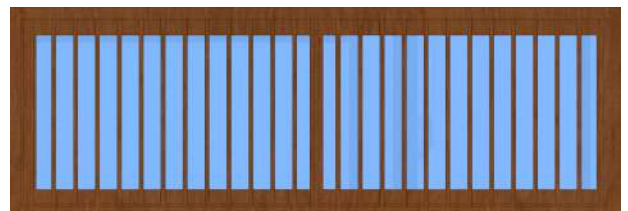
Imatge 87. Mobiliari de fusta



Imatge 88. Porta d'entrada i marcs de fusta



Imatge 89. Vestidor de fusta



Imatge 90. Finestra amb lamel·les de fusta

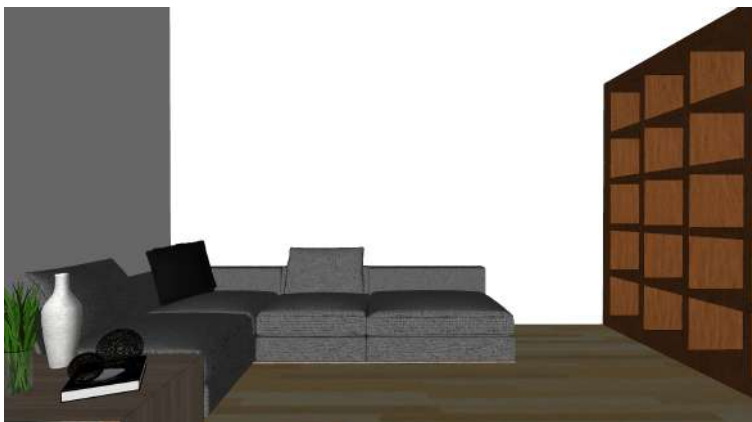
Per fer l'estructura vertical de l'habitatge, he utilitzat els murs de tova, un sistema de construcció tradicional. Aquest consisteix en fer una barreja de fang, argila i sorra amb palla, modelar-la en forma de maons amb l'ajuda de llistons de fusta i deixar-la assecar al Sol. Els avantatges de la utilització de tova és que és un material resistent, durador i capaç d'emmagatzemar grans quantitats de calor al seu interior.

A més a més, de la tova, als murs també hi he afegit un aïllament a l'exterior de la paret de suro perquè el calor s'emmagatzemi dins la paret de l'espai. Un mur d'obra construït d'aquesta manera podrà absorbir l'energia solar durant el dia, emmagatzemar-la com a calor i cedir-la a l'ambient durant la nit, quan ja refresca. Finalment, amb la funció de protegir l'aïllament es revestirà tot el conjunt amb calç, la qual és molt duradora i resistent als factors meteorològics.



Imatge 91. Mur exterior de 60 centímetres de gruix

Altrament, pels revestiments interiors, la millor opció és el guix. Quan aquest es barreja amb aigua forma un pasta que roman tova per aplicar-la fàcilment a les superfícies desitjades. A diferència de la calç, no resisteix tan bé els factors climatològics, per això s'usa a l'interior. Les avantatges d'aquest són que és un bon aïllant acústic, tèrmic i resistent al foc.



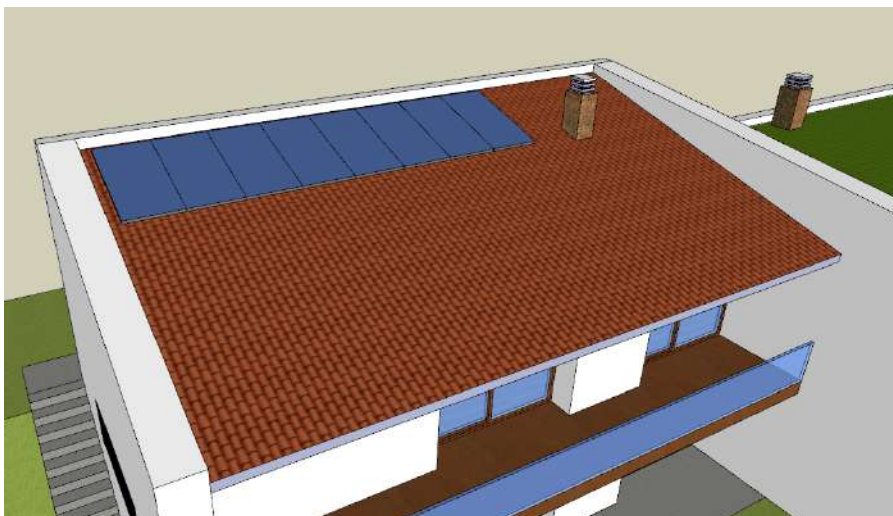
Imatge 92. Paret interior de guix

Finalment, la teulada de l'habitatge l'he dividit en dues parts. Per un costat, es troba la tradicional coberta inclinada de teules ceràmiques. I per l'altre costat una coberta plana enjardinada, menys habitual, però més sostenible.

Les teules ceràmiques aporten impermeabilitat, durabilitat i resistència al foc, asseguren l'estanquitat de l'edifici contra l'aigua i les humitats, així com l'estanquitat de l'aire. Sota d'elles es col·loca una estructura de fusta per resistir el seu pes i donar inclinació a la teulada, en la qual es col·locaran les plaques fotovoltaïques. L'altra coberta, l'enjardinada plana, consta també d'una estructura de fusta i un conjunt de capes per sobre d'aquesta amb la finalitat de garantir que no passi ni l'aigua ni la terra que formen la part superior de la coberta. I els avantatges de la construcció d'aquesta són una millora en l'aïllament, una barrera acústica i la creació d'un magatzem de diòxid de carboni.



Imatge 93. Coberta plana enjardina



Imatge 94. Coberta inclinada de teules

3.6. Sistemes passius aplicats

Aquest habitatge ha estat dissenyat per treure profit de l'energia solar mitjançant uns sistemes passius que ara explicaré breument i de manera gràfica en què consisteixen, on es situen i que aporten.

En primer lloc, triada la ubicació de l'habitatge (Banyeres del Penedès), la qual és a l'hemisferi nord, he situat l'habitatge en un lloc assolellat i obert, per així evitar possibles construccions futures que poguessin fer ombra. Pel que respecta la parcel·la, també he situat la casa a la part nord d'aquesta, perquè com més al nord estigui major serà l'angle d'incidència dels raigs solars a la façana sud, on més interessen, ja que el Sol hi incideix més durant tot l'any.

En segon lloc, la forma que l'hi he donat a l'habitatge és que aquest s'estengui d'est a oest, per tenir una major superfície a la façana sud. Aquesta volumetria de l'habitatge aconseguix que la façana Sud, la cara amb més obertures de l'habitatge, aproximadament un 70% del total, aconseguixi uns màxims guanys de calor durant els mesos d'hivern. A la vegada que exposa les cares Est i Oest, més curtes, al Sol d'estiu, és a dir, als màxims guanys de calor, quan aquest s'ha de rebutjar. I per últim, com a la façana nord pràcticament no hi toca el sol, aquesta està mig enterrada i sense pràcticament obertures.

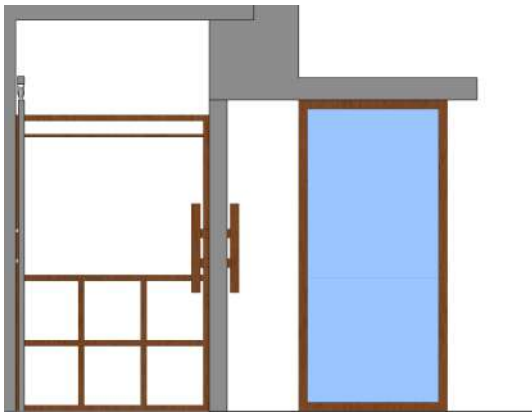


Imatge 95. Façana sud allargada d'oest a est

En tercer lloc, un altre aspecte destacable, és la distribució dels diferents espais de l'habitatge. Per reduir els costos d'energia en calefacció durant l'hivern, he situat les estances principals i més concorregudes a la cara sud de la casa, com són el menjador, sala d'estar, cuina i habitacions. I, per consegüent, he distribuït els espais secundaris o menys concorregudes al llarg de la façana sud, aquests són els lavabos, els armaris, el safareig, el rebedor i les escales. (vegeu la distribució interior als plànols a escala als annexos 7.2 i 7.3).

En quart lloc, a l'entrada de l'habitatge cal dissenyar un petit vestíbul, format per la porta d'entrada una sala estanca i una porta extra que segella l'espai. Aquesta saleta té la funció de protegir la resta de la casa de l'entrada d'aire fred a l'hivern i el calent a l'estiu que passa a l'interior a través de les escletxes al voltant de la porta o de cada cop que s'obre aquesta.

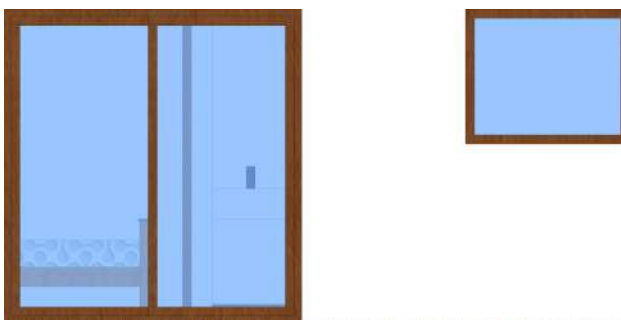
La infiltració d'aire fred que es produeix normalment al voltant de les portes exteriors s'eliminarà pràcticament en crear-se una cambra d'aire quiet entre les dues portes. Aquest espai d'entrada pot utilitzar-se per emmagatzemar elements que puguin estar freds, com un armari per roba d'exterior o de pluja o per altres activitats que no necessitin un espai ben escalfat.



Imatge 96. Secció transversal del rebedor

En cinquè lloc, he tingut molt en compte on i com col·locar les finestres i balconeres arreu de l'habitatge. Un dels factors més importants que afecta el consum d'energia de l'edifici és la situació i grandària d'aquestes, pel fet que si no es tingués en compte, seria la causa d'un considerable dèficit tèrmic. Havent estudiat la trajectòria que descriu el Sol, he decidit que la superfície més gran de finestres, aproximadament un 60-70% estiguin a la façana sud on hi ha la incidència més gran de raigs solars durant l'any. I cap a l'Est, Oest i especialment a la façana Nord de la casa, reduir les superfícies de vidre.

Totes les finestres i balconeres tenen doble vidre, és a dir, estan formades per dues capes de vidre amb una capa de gas inert segellada entre ells, per generar el doble d'aïllament que un vidre normal. A més a més, totes elles estan enfonsades cap a la paret per reduir les pèrdues tèrmiques.

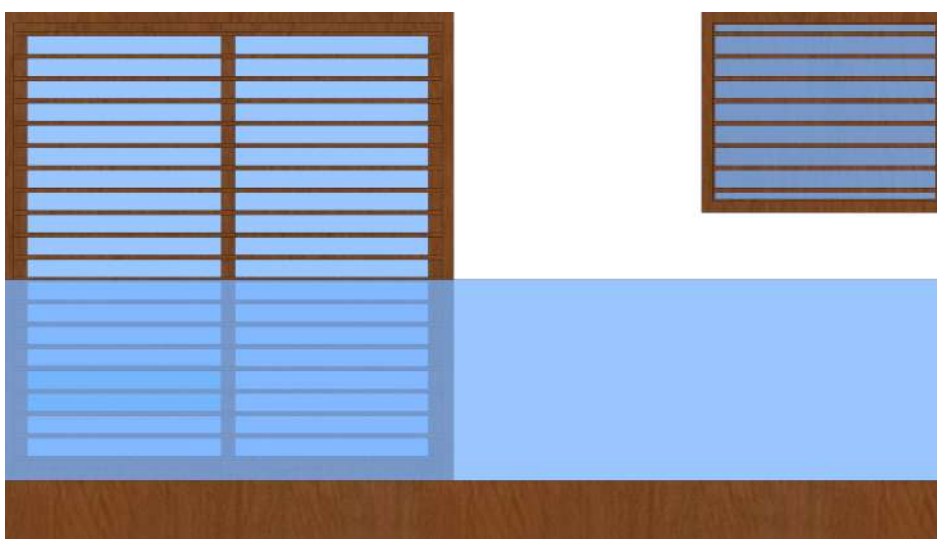


Imatge 97. Balconera i finestra de la façana sud

En sisè lloc, ja col·locades les finestres, cal construir també proteccions per a aquestes que ens permetran que el sol d'hivern incideixi a l'habitatge perquè va més baix i el d'estiu no arribi a entrar perquè va més alt. Les proteccions solars que he dissenyat per l'habitatge són porxos i lamel·les per les façanes sud i oest; una marquesina per la porta d'entrada a la façana nord; i no res per la façana est, ja que s'hi troba el garatge que està aïllat de la resta de l'habitatge i no cal protegir-lo. A més a més, a la façana sud hi he plantat dos arbres de fulla caduca, aquests proporcionen ombra a l'estiu bloquejant l'entrada dels raigs de sol a la casa i a l'hivern tot el contrari, ja que ja els hi cauen les fulles durant la tardor.



Imatge 98. Porxos i arbres de la façana sud



Imatge 99. Lamel·les de balconera i finestra de la façana sud

Finalment, per comprovar que les proteccions solars que he dissenyat són adequades i funcionen correctament he fet un estudi de les ombres anuals i dels raigs solars que incideixen a l'habitatge amb la mateixa aplicació "Sketch Up".

He començat instal·lant-me una extensió d'aquesta aplicació, anomenada "nord solar". Amb aquesta he definit els punts cardinals respecte al meu model 3D, i tot seguit he activat les ombres, una opció que ja ve inclosa amb el "Sketch Up". Les ombres es poden configurar segons el dia de l'any i l'hora del dia.

Mitjançant aquesta eina he enregistrat un vídeo amb l'aplicació "Wondershare Filmora", el qual és un enregistrament de pantalla de com incideixen els raigs solars per cada una de les hores del solstici d'estiu, el solstici d'hivern i els equinoccis de primavera i tardor (vegeu el vídeo de l'estudi anual d'ombres a l'annex 7.9).

I, com esperava, els resultats que he obtingut estudiant els raigs solars que incideixen durant l'any a la façana sud són els següents: a l'estiu el Sol del migdia no aconsegueix entrar als espais i a l'hivern incideix completament a totes les obertures.



Imatge 100. Incidència solar a la façana sud el 06/21 a les 15:00 hores



Imatge 101. Incidència solar a la façana sud el 12/21 a les 15:00 hores

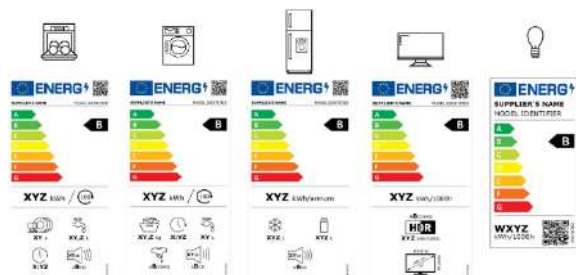
3.7. Instal·lacions escollides

En aquest apartat del treball exposo les instal·lacions que he triat i trobo més adequades pel disseny del meu habitatge, aquestes són un dipòsit per recollir les aigües pluvials i poder reutilitzar-la; plaques solars fotovoltaïques per la producció d'energia neta; i aerotèrmia per la climatització d'aigua i espais. Però deixant de banda les principals, també cal tenir en compte altres instal·lacions com la il·luminació i els electrodomèstics.

La il·luminació de la casa estarà formada completament per LEDS, aquests consumeixen entre un 70 i un 90% menys d'electricitat que una bombeta convencional de similars característiques i amb les bombetes LED s'aconsegueix una major eficiència lumínica, ja que disposen de més lúmens per watt. A més a més, com les bombetes LED consumeixen poca energia, emeten poca calor, fet que suposa un estalvi energètic i econòmic afegit. Per exemple, una bombeta halògena de 50 W en gasta 45 aproximadament en emissió de calor. Això suposa una despesa extra en aire condicionat, sent necessaris uns 70 W addicionals per desfer-se de la calor generada per la bombeta halògena. També, Les bombetes LED són totalment reciclables i ecològiques, donat que no contenen mercuri, ni materials tòxics com les làmpades fluorescents o de baix consum. En general com consumeixen molta menys energia són més eficients i no emeten tantes emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera.

Tot i això, durant el dia la il·luminació serà completament natural, i només s'encendran els LEDS a les habitacions que no hi arribi el sol o durant la nit.

Els electrodomèstics representen més del 60% del consum elèctric a una llar i és per això, que és important que siguin el màxim d'eficients possibles. El consum d'electrodomèstics ve determinat per tres paràmetres: la potència, el temps de funcionament i l'eficiència. El frigorífic encara que no té una gran potència, està connectat les 24 hores del dia i és per això que és l'electrodomèstic que més consumeix. A l'hora de comprar, per saber que un electrodomèstic és eficient energèticament ens haurem de fixar en l'etiqueta energètica, aquesta indica la qualificació energètica d'un electrodomèstic segons una escala que avalua el seu consum, l'escala de qualificació està composta de set lletres correlatives; de la A a la G, sent A la millor qualificació i G la pitjor. L'etiqueta també aporta dades d'altres característiques dels aparells com l'aigua utilitzada per cycle de rentat o el soroll.



Imatge 102. Etiquetes energètiques per a electrodomèstics



Imatge 103. Bombeta LED

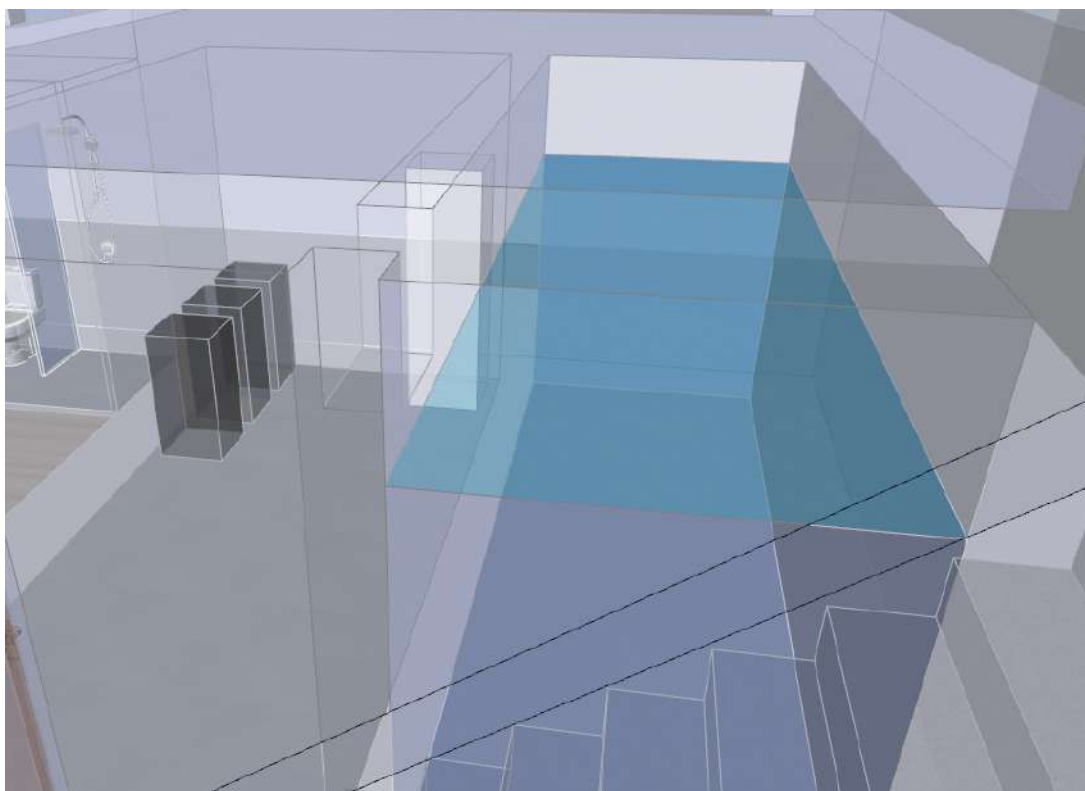
3.7.1. Dipòsit per l'aigua pluvial

En aquest apartat exposo un sistema per la recollida i utilització d'aigües pluvials, ja que són un bé preuat que no sol aprofitar-se. Abans de començar cal aclarir que encara que puguem recollir, reutilitzar i aprofitar l'aigua, no l'hem de malgastar.

El sistema de recollida de la pluja és molt senzill, simplement s'han d'instal·lar canals de recollida que dirigeixin l'aigua des de les teulades fins a un conjunt de filtres abans de ser abocada al dipòsit. A banda de recollir l'aigua de pluja també es reutilitzaran les aigües grises que seguiran el mateix procés, aquestes són les que provenen de la dutxa, les piques i la rentadora. L'aigua recollida, un cop filtrada i neta, es pot utilitzar per als inodors, rentadores, rentavaixelles, reg... Per transportar-la fins al punt d'ús, s'utilitza una bomba d'aigua, aquesta ha de ser eficient energèticament per gastar el mínim d'energia en cada demanda. Cal destacar que el dipòsit disposa d'un sobreeixidor que dirigiria l'aigua sobrant cap al patí, en el cas que arribi el nivell màxim.

D'aquesta manera si plou regularment es pot arribar a estalviar entre un 40% i un 50% del cost de la factura de l'aigua. Tanmateix, l'habitatge sempre estarà connectat a la xarxa distribuïdora d'aigua, per les necessitats que requereixen aigua potable i per si l'aigua del dipòsit s'esgotés.

El dipòsit en el disseny 3D està situat a la sala d'instal·lacions i disposa d'un volum = $2 \text{ m} \times 1,9 \text{ m} \times 5,7 \text{ m} = 21,66 \text{ m}^3$, equivalents a 21.660 litres.



Imatge 104. Dipòsit del disseny 3D

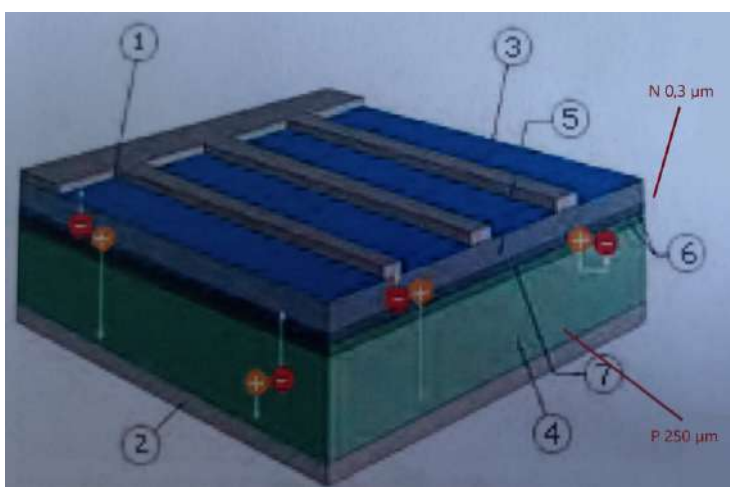
3.7.2. Plaques solars fotovoltaiques

La conversió fotovoltaica es basa en l'efecte fotoelèctric, és a dir, la transformació directa de l'energia lumínica que prové del Sol en energia elèctrica. En altres paraules, l'energia solar fotovoltaica consisteix en la captació de la radiació solar amb l'objectiu de transformar-la en electricitat. Quan un determinat material és il·luminat amb la part visible de l'espectre solar, part dels electrons que configuren els seus àtoms absorbeixen l'energia dels fotons de la llum, alliberant-se de les forces que els lliguen al nucli i adquirint llibertat de moviment. Aquest espai que ha deixat l'electró tendeix a atreure qualsevol altre electró que estigui lliure. Per convertir aquest moviment d'electrons en corrent elèctric és necessari direccionar el moviment dels electrons creant un camp elèctric en el material.

Els avantatges de les plaques fotovoltaiques són que tenen la capacitat de generar electricitat amb una energia incident per sota de 200 W/m^2 ; no necessiten pràcticament manteniment i tenen una vida útil estimada de 35 anys, la més antiga porta funcionant 40 anys. A més a més, la demanda més gran d'electricitat durant l'any es produeix a l'estiu, durant el dia, coincidint amb la possibilitat de producció fotovoltaica

I els inconvenients principals d'aquestes són la dificultat d'emmagatzematge i el seu baix rendiment, que obliga a fer instal·lacions relativament grans.

Les encarregades de convertir l'energia provinent de la radiació solar en energia elèctrica són les cèl·lules solars. Totes les cèl·lules fotovoltaiques en utilitzar la tecnologia dels semiconductors presenten una estructura similar a la que es descriu a continuació. En la part superior es troben contactes metàl·lics frontals (3) (pol negatiu) amb una cap anti reflectant (1) (la qual li dona el color blau típic de les plaques); després ve una capa de silici tipus N (5) (silici al qual se li difon un gas ric en fòsfor que té 1 electró més que el silici i hi penetra lleugerament formant la capa N): i una capa d'unió (7) que té per sota la capa de silici tipus P amb bor que té 1 electró menys (4) i els contactes posteriors (2).



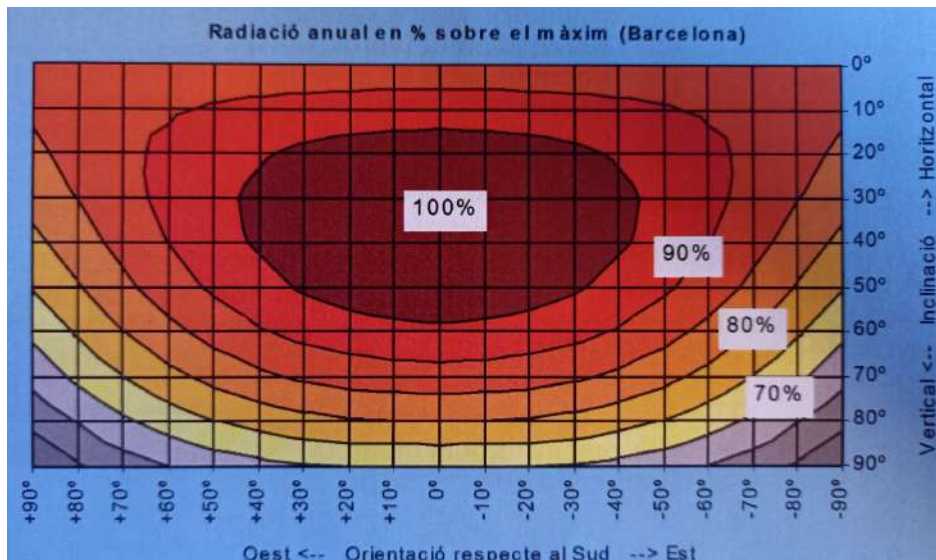
1. Capa anti reflectant
2. Superfície de contacte de la cara posterior (elèctrode positiu)
3. Reixeta de contacte de la cara anterior (elèctrode negatiu)
4. Silici amb càrrega positiva
5. Silici amb càrrega negativa
6. Zona de càrrega espacial
7. Capa intermèdia

Imatge 105. Cèl·lula solar fotovoltaica

La gran majoria de cèl·lules són de silici, aquest és segon material més abundant de la Terra, no es troba en estat pur sinó que s'extreu de l'òxid de silici amb un 98% de puresa i s'ha de purificar fins al 99,9% perquè sigui semiconductor. Després, s'escalfa a 1400 °C amb impureses de bor i es liqua per obtenir silici electrònic.

La cèl·lula de silici pot ser de diferents tipus, però jo em centraré en explicar la que he utilitzat, les monocristal·lines. Aquestes s'aconsegueixen a partir de cristall de silici, tenen un espessor de 200-350 micres i són fràgils (s'han d'encapsular), però a la vegada rígides (no es poden doblegar). Aquest tipus de cèl·lules poden arribar a tenir un rendiment del 18-25%, considerat alt, en comparar-les amb altres de similars.

La posició i inclinació de les plaques per afavorir la captació solar és importantíssima. Un estudi realitzat a Barcelona afirma que la millor orientació per la captació de radiació solar durant tot l'any és la sud amb una inclinació de les plaques de 30° respecte a l'horitzontal del terra.



Imatge 106. Gràfica de radiació anual en % sobre el màxim a Barcelona

Les plaques fotovoltaïques es poden instal·lar a diferents llocs, com ara el terra, parets en elements de proteccions solars... Els meus mòduls s'instal·laran a la coberta inclinada cap al sud de l'habitatge, ja que l'orientació és correcta, s'eviten problemes d'ombres i s'aprofita un espai sense ús.

Ja coneixent els conceptes bàsics de funcionament i sabent on i com col·locar les plaques fotovoltaïques, ara cal decidir l'empresa que farà la instal·lació i quantes plaques necessitem.

Pel meu disseny d'habitatge he triat l'empresa "SolarTradex" que es dedica especialment a la instal·lació fotovoltaica en cobertes per l'autoconsum. La instal·lació està formada per 8 mòduls fotovoltaics de 385 Wp (Watts pic) de potència unitària, que totalitzen 3,080 kWp de potència instal·lada, connectats a un inversor solar de 3 Kwn de potència nominal. L'electricitat produïda pel generador

fotovoltaic és de corrent continu i, per tant, haurà de ser adequada per poder injectar-la a la xarxa interna de la casa mitjançant l'inversor (corrent alterna monofàsica). Aquestes especificacions tècniques dels mòduls s'han calculat per una radiació estàndard de 1000 W/m² i una temperatura a la cèl·lula de 25 °C.

DADES DE LA INSTAL·LACIÓ	
Nombre de mòduls coberta	8
Superfície ocupada	16 m ²
Potència nominal del mòdul	385 Wp
Potència pic del camp FV	3,080 kWp
Inclinació del camp FV	30°
Orientació del camp FV	sud
Potència nominal	3,00 KWn
Consum anual aproximat	2100 kWh/any
Producció anual aproximada	4151 kWh/any

El meu sistema de plaques fotovoltaïques compta amb bateries per emmagatzemar l'energia produïda aleshores pic i poder-la consumir durant la resta del dia. Aquestes bateries per a plaques fotovoltaïques han de tenir un baix valor d'auto descàrrega, una llarga vida útil, una manutenció quasi nul·la i un elevat nombre de cicles de càrrega-descàrrega. Una instal·lació solar ha de tenir un voltatge de mòduls similar al de la bateria.

Les bateries estan formades per una parella d'elèctrodes (positiu i negatiu) amb la capacitat de mantenir 2 volts de diferència de potencial. Aquestes es connecten en sèrie per poder acumular voltatges diferents (6, 12, 24, 48 volts). La capacitat de la bateria es mesura en ampere-hora (Ah), una bateria de 100 Ah pot subministrar 1 A durant 100 hores o 2 A durant 50 hores. Si el temps de descàrrega és intens la capacitat serà menor.

S'instal·laran bateries de ló-liti de 2,56 kWh per mòdul (es subministren amb 2, 3, 4 o 5 mòduls). A més a més de les bateries vull que tot el sistema elèctric estigui connectat a la xarxa, i així, per una banda, poder vendre els excedents d'energia els dies més solejats i treure'n benefici. I per l'altra banda, poder disposar d'energia suficient els dies d'hivern o en els que el Sol no arriba ni a sortir, d'aquesta manera encara que segurament els subministraments externs d'energia provinguin de fonts no renovable, mai en faltarà.

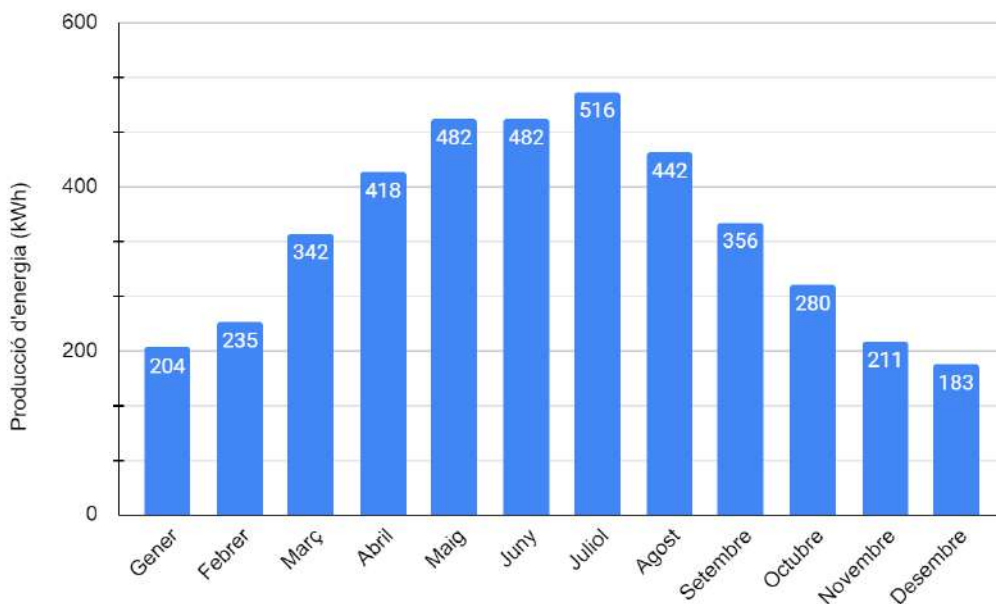


Imatges 107 i 108. Plaques fotovoltaïques d'1 x 2 m i bateries del disseny 3D

L'estimació de la producció prevista per a la planta fotovoltaica s'ha fet utilitzant el programa de càlcul "PvSol". Aquest programa parteix de dades històriques de radiació i temperatura, amb les quals, introduint les condicions concretes de la instal·lació (equips que la integren, situació dels mòduls fotovoltaics, possibles ombres que es puguin originar...) pot estimar amb un alt grau d'exactitud la producció elèctrica que tindrà la instal·lació.

	Temperatura ambient (°C)	Irradiació global horitzontal (kWh/m ²)	Irradiació efectiva sobre els mòdul (amb pèrdues) (kWh/m ²)	Energia generada efectiva (kWh)
Gener	8,7	69,2	79,4	204
Febrer	9,9	85,1	92,2	235
Març	12,8	133,6	137,2	342
Abril	15	171,7	169,2	418
Maig	18,9	207,6	199,1	482
Juny	23	215,5	201,6	482
Juliol	25,5	229,4	219,6	516
Agost	25,6	192,5	187,1	442
Setembre	21,8	146,8	148	356
Octubre	18,2	107,4	114	280
Novembre	12,6	74,6	83,7	211
Desembre	9,1	61	71,2	183
ANUAL	16,7	1694	1702	4151

A la següent figura es pot veure una representació gràfica de la producció d'energia estimada per cada mes:



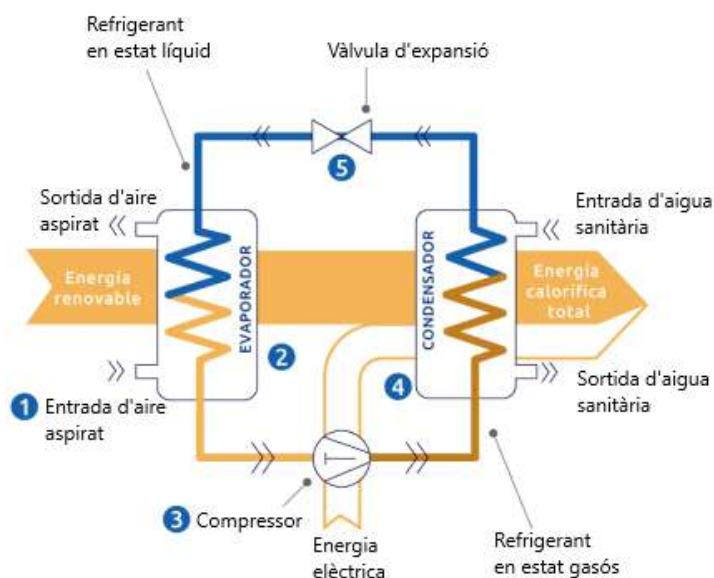
3.7.3. Aerotèrmia

L'aerotèrmia és un sistema de climatització que permet, mitjançant l'intercanvi de calor, obtenir energia de l'aire de diverses maneres per convertir-la en calefacció, refrigeració o aigua calenta sanitària durant tot l'any. Aquest sistema de climatització és idoni, ja que permet extreure fins al 75% de l'energia de l'aire.

El sistema que he instal·lat al meu habitatge consta d'una bomba de calor aire-aigua que permet escalfar o refredar l'aigua i que aquesta s'utilitzen el que es necessiti. Aquestes bombes de calor usades únicament en aerotèrmia són capaces també de refrigerar perquè són reversibles. L'únic consum elèctric requerit és fer funcionar el motor del compressor, el qual per cada kWh que utilitza, és capaç de generar entre 3 i 4 kWh d'energia calorífica, aconseguint així rendiment altíssims. És per això, que l'aerotèrmia ha esdevingut l'energia del futur per substituir el gas natural així com tots els sistemes de calefacció per combustió.

El preu de la instal·lació d'aerotèrmia del meu habitatge és d'uns 19.000 euros, ja que fa pràcticament 200 m², i per tant la potència necessària de la bomba de calor, la longitud de la instal·lació hidràulica i els metres de terra radiant seran considerables. Tot i l'alt cost inicial, l'estalvi que proporciona amortitzarà la instal·lació en pocs anys. I la vida útil d'una bomba de calor aerotèrmica pot arribar als 20-25 anys.

L'aerotèrmia utilitza una bomba de calor que escalfa l'aigua gràcies a l'intercanvi de calor amb l'exterior. Dins d'aquesta bomba, passa un refrigerant a través d'un circuit compost per: evaporador, compressor, condensador i vàlvula d'expansió. A la bomba, l'aire exterior escalfa el refrigerant i, a través del pas per aquests components, aconsegueix multiplicar la seva calor per cedir-lo a l'aigua de l'habitatge que s'utilitza en calefacció i aigua calenta sanitària.



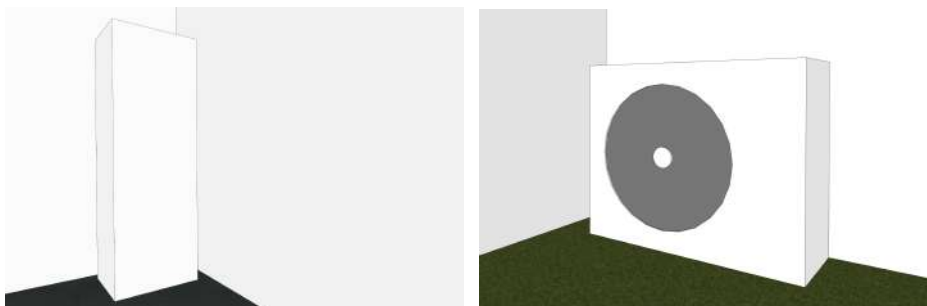
Imatge 109. Esquema de funcionament d'un sistema d'aerotèrmia

- 1. Recollida de l'energia de l'aire:** La bomba de calor té una unitat ubicada a l'exterior de l'habitatge amb una mena de ventilador que recull l'aire per transferir-lo a la unitat interior de la bomba.
- 2. Evaporador:** Dins de la bomba de calor hi ha un circuit pel qual circula el refrigerant a baixa temperatura. A la primera part del circuit es troba l'evaporador, lloc on el refrigerant absorbeix la calor de l'aire en un intercanvi de calor i s'evapora.
- 3. Compressor:** El refrigerant en estat gasós arriba a un compressor que n'augmenta la pressió i amb això la temperatura. Això passa perquè quan s'augmenta la pressió d'un gas, les seves partícules es mouen més ràpidament i col·lisionen més vegades, cosa que produeix que s'elevi la temperatura.
- 4. Condensador:** El condensador actua com un intercanviador de calor. El refrigerant entra a alta temperatura i cedeix la calor a l'aigua que serà usada per a aigua calenta sanitària o calefacció a través de terra radiant.
- 5. Vàlvula d'expansió:** Després de cedir la calor a l'aigua, el refrigerant encara és a una temperatura massa elevada per tornar a l'evaporador i captar la calor de l'aire de l'exterior. És per això que necessita passar per la vàlvula d'expansió, la qual disminueix la seva pressió dràsticament i, així, la seva temperatura, tornant a estat líquid llest per reiniciar el procés.

Gràcies a les propietats del refrigerant, és possible extreure calor de l'aire a temperatures molt baixes, fins i tot per sota dels 0° Celsius. Això és possible, ja que l'aire a qualsevol temperatura per sobre dels -273,15 °C (0° Kelvin) conté energia.

Si volem refrigerar aigua en comptes d'escalfar-la, és tan fàcil com invertir el circuit. Canviant la direcció de l'aire ja tindrem aigua fred en comptes de calenta per utilitzar-la en refrigeració.

Per una banda, els avantatges de l'aerotèrmia són que es complementa perfectament amb l'energia solar fotovoltaica, ja que només necessita electricitat per funcionar; no molesta acústicament; és una energia natural, renovable i inesgotable; redueix notablement les emissions de CO₂; té un alt rendiment energètic; no necessita pràcticament manteniment; és un sistema més segur que les calderes tradicionals; pot ser usada tant en hivern com estiu; i és adaptable a quasi totes les zones climàtiques del món. Per altra banda, els inconvenients són que el cost inicial d'instal·lació és més car i complex que altres sistemes; i requereix més espai interior.



Imatges 110 i 111. Sistemes d'aerotèrmia interior i exterior del disseny 3D

3.7.3.1. Aigua calenta sanitària (ACS)

Com hem vist, l'aigua calenta surt de la bomba i va al dipòsit d'inèrcia de calefacció. En aquest trajecte hi ha una vàlvula de 3 vies que, quan hi ha una demanda d'aigua calenta, s'acciona tallant el pas cap al dipòsit d'inèrcia i desviant-lo cap al dipòsit d'aigua calenta sanitària (ACS). Aquest dipòsit o interacumulador d'ACS disposa d'un serpentí a l'interior per mantenir l'aigua calenta i que es pugui fer servir tant en dutxes com a les aixetes de la llar.

És important dimensionar bé la capacitat del dipòsit per no passar-nos o quedar-nos curts. Per això, cal comptar el nombre d'habitants de l'habitatge i multiplicar-lo per 30, que és la quantitat diària de litres d'aigua calenta que consumeix una persona de mitjana. Així, un habitatge amb 4 habitants necessita un dipòsit d'uns 120 litres.

3.7.3.2. Calefacció - terra radiant

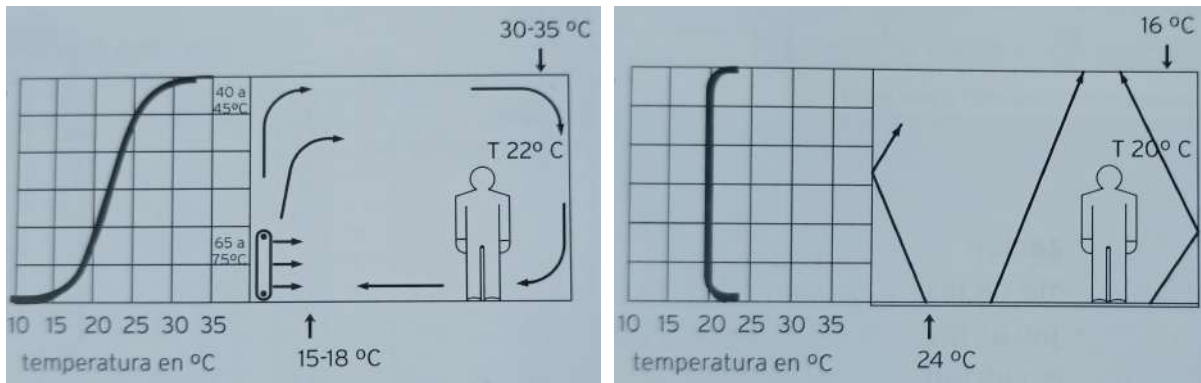
La calefacció per terra radiant és la manera més eficient i econòmica per escalfar una llar. A més a més, és el sistema de calefacció més net, silencios, confortable i saludable i el que millor s'adapta a l'aerotèrmia.

La calefacció per terra radiant està constituïda per una xarxa de canonades uniformement distribuïda i enterrada sota el paviment. Per aquests conductes hi circula l'aigua escalfada pel sistema d'aerotèrmia. Les canonades transmeten la calor al paviment, que transmet l'escalfor per radiació.

Aquest fenomen fa que l'aire que es troba al voltant del terra no s'escalfi prou per augmentar la seva densitat i, per tant, el moviment de l'aire és insignificant. Amb el terra radiant aconseguim una temperatura ambient de 18-22 °C quan l'aigua que circula per les canonades està a una temperatura d'uns 35-40 °C, a diferència dels 70-90 °C dels sistemes que utilitzen els radiadors.

La baixa temperatura permet un gran estalvi energètic i també impedeix el sobreescalfament del terra, mantenint-lo agradablement temperat i sa. Amb els sistemes de calefacció convencionals (radiadors) l'aire calent tendeix a situar-se prop del sostre, quan la necessitat tèrmica més gran està a prop del terra. Al contrari que els radiadors, que emeten la calor des d'un punt específic, el terra radiant emet la mateixa calor des de qualsevol punt del terra on està instal·lat, per no haver d'escalfar l'aire del sostre innecessàriament i, per consegüent, estalviar energia.

L'opció de calefacció amb terra radiant ha estat demostrada que és la millor per aprofitar al màxim l'energia de l'aerotèrmia i poder gaudir d'una calor més agradable i homogènia al llarg de l'immoble. Cal dir que és un sistema recomanat per l'Organització Mundial de la Salut (OMS), ja que en distribuir-se la calor per terra, s'aconsegueix una temperatures ideal per al confort humà, mantenint els peus calents i el cap fresc. Així ens ho mostren els diagrames següents:



Imatges 112 i 113. Diagrames de distribució de calor de radiador versus terra radiant

3.7.3.3. Refrigeració - aire condicionat

El terra radiant per refrigerar en el cas del nostre habitatge no es pot utilitzar, ja que en clima que hem plantejat és molt humit. Aquesta humitat a l'aire faria que al terra radiant si condenses el vapor d'aigua de l'ambient en entrar en contacte amb una superfície fred, en aquest cas el terra. És el mateix fenomen que succeeix en una ampolla freda de la nevera, quan la superfície d'aquesta entra en contacte amb un aire més calent, el vapor d'aigua de l'ambient s'hi condensa formades gotetes d'aigua a la seva superfície.

És per això, que la millor opció per refrigerar fent ús de l'aerotèrmia és l'aire condicionat. Simplement, caldria revertir el sentit de l'aire en el sistema d'aerotèrmia perquè en comptes d'escalfar aigua la refredi, i que aquesta aigua freda serveixi per refredar l'aire que més tard seria expulsat per les màquines d'aire condicionat. Aquestes màquines sempre es col·loquen a prop del sostre perquè a diferència de l'aire calent, l'aire fred tendeix a baixar. Llavors, elevant aquestes s'aconsegueix una millor distribució de l'aire per tot l'espai.

3.8. Certificat energètic

Finalment, exposats tots els sistemes passius aplicats, els materials escollits i les instal·lacions realitzades a l'habitatge sostenible, he volgut analitzar si el projecte elaborat en aquest treball és realment eficient energèticament.

Aquest anàlisi, consisteix en fer un certificat d'eficiència energètica per l'habitatge mitjançant l'aplicació "CE3X". Aquest programa serveix per certificar de manera simplificada qualsevol mena d'edifici, podent obtenir qualsevol qualificació energètica des de la A (el millor) fins a la G (el pitjor). CE3X s'adapta a la gran varietat de situacions a què ha de fer front un tècnic certificador, permetent diverses possibilitats d'entrada de les dades de l'edifici. D'aquesta manera, tant l'envolupant tèrmica com les instal·lacions es poden introduir mitjançant: valors coneguts, valors estimats o valors per defecte.

Un cop descarregada l'aplicació, la qual és gratuïta, abans de començar com és habitual m'he informat de com funcionava i les opcions que ofereix, per poder fer-ne un ús correcte i complet. Tot seguit, l'he obert i he començat per omplir les dades administratives (localització i identificació de l'edifici, dades del client i dades del tècnic certificador) en la primera de quatre pestanyes.



Imatge 114. Barra d'eines de "CE3X"

A continuació, he omplert la segona pestanya amb les dades generals de l'habitatge: tipus d'habitatge que és (unifamiliar), la normativa vigent (CTE 2023), la ubicació (Banyeres del Penedès, Tarragona), l'any de construcció (2023), la zona climàtica (C3 - IV), la superfície útil habitable (196,81 m²), l'altura lliure de planta (2,64 m), el nombre de plantes habitables (2), la ventilació de l'immoble (0,63 ren/h) i la demanda diada d'ACS (120 l/dia). Finalment, he afegit dues fotografies, una de l'habitatge i l'altra de l'emplaçament.

Després de tenir totes les dades afegides, he passat a la següent pestanya, anomenada "envoltant tèrmica". En aquesta he definit les superfícies, materials, transmitàncies tèrmiques, orientacions i ombres de tots els murs, cobertes, terres i particions interiors de l'habitatge.



Imatge 115. Envoltants tèrmiques estudiades al "CE3X"

A més a més, també he hagut de definir la superfície, percentatge i tipus de marcs, tipus de vidre, propietats tèrmiques, orientació i ombres de totes les obertures (finestres i balconeres) de l'habitatge.

La següent imatge mostra com definir un conjunt de materials al "CE3X", en aquest cas un mur. Això ho he hagut de fer per tots els materials de les superfícies de la casa (cobertes, terres i façanes).

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	C_p (J/kgK)
Mortero de cemento ...	Morteros	0.006	0.01	1.8	2100	1000
XPS Expandido con di...	Aislantes	2.353	0.08	0.034	37.5	1000
Tierra apisonada ado...	Pétreos y suelos	0.455	0.50	1.1	1885	1000
Yeso, de alta dureza ...	Yesos	0.023	0.01	0.43	1050	1000

$R_1 + \dots + R_n$
2.84 m2K/W

Imatge 116. Exemple de com definir un mur al "CE3X"

La següent imatge mostra com definir les ombres d'una façana al "CE3X", en aquest cas la façana sud. Les he hagut de definir per totes les façanes de la casa i totes les proteccions solars.

Nombre del patrón de sombras

Patrones de sombra definidos

Trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares

Elevación β (°)

Acimut α (°)

Definir polígonos

α	β	α	β	α	β	α	β
76.54	75.0	-135.0	0.0	-135.0	75.0	-52.43	75.0
76.54	0.0	-52.43	75.0	-52.43	29.5	0.0	42.9
135.0	0.0	0.0	75.0	0.0	-42.9	76.54	12.19
135.0	75.0	76.54	0.0	135.0	0.0	135.0	75.0

Introducción simplificada

Stúiese en el centro del elemento sombreado mirando al sur; Ángulos al este negativos

Imatge 117. Exemple de com definir les ombres d'una façana al "CE3X"

Per acabar, a la quarta pestanya d'instal·lacions he definit, per una banda, l'energia elèctrica generada per l'autoconsum de les plaques fotovoltaïques. I per l'altra banda, el rendiment, volum del dipòsit i temperatura a la qual funciona el sistema d'aerotèrmia. En aquest també he definit la superfície habitable que s'ha de calefactar i l'aigua calenta sanitària que ha de proporcionar la bomba de calor, la qual utilitza l'energia generada per les plaques fotovoltaïques com a combustible.

Finalment, els resultats obtinguts són els següents (vegeu el certificat energètic a l'annex 7.7):

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	3.6 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</i>	B	<i>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</i>	A
		7.91		1.38	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</i>	-
		1.39		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	3.62	712.63
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	21.4 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	C	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	B
		46.68		8.17	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	-
		8.23		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	58.0 D		8.4 A
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>	

Imatge 118. Resultats obtinguts del certificat d'eficiència energètica amb el "CE3X"

Com s'aprecia en els resultats, la qualificació d'eficiència energètica de l'habitatge és excel·lent, amb dos A, pel que fa al consum d'energia de fonts no renovable i a les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera.

Analitzant l'apartat d'emissions, la calefacció és la que més en produeix amb 7,91 kg CO₂/m² any, això és deu a què en tractar-se d'un habitatge gran s'ha de calefactar molt espai amb terra radiant; tot i això, la qualificació és d'una B. Respecte a l'ACS i la refrigeració, ambdues tenen una A, ja que les dues es produeixen amb el sistema d'aerotèrmia el qual és molt eficient i té un altíssim rendiment. A més a més, la despesa en refrigeració és quasi nul·la perquè l'habitatge està molt ben aïllat i no requereix pràcticament energia per refredar-lo, pel fet que la temperatura ambient interior es manté sempre en nivells de confort gràcies a la inèrcia tèrmica.

El segon apartat mostra el consum d'energia primària no renovable, per energia primària no renovable s'entén l'energia consumida per l'edifici procedent de fonts no renovables que no han sofert cap procés de conversió o transformació. Cal recalcar, que realment l'energia consumida de fonts externes seria nul·la, ja que el meu habitatge compta amb bateries per emmagatzemar l'energia fotovoltaica. Però, l'aplicació no contempla l'ús d'aquestes, i per això indica que un petit percentatge d'energia és extern a la casa. Així i tot, els resultats són magnífics obtenint una altre cop la màxima qualificació possible una A.

En últim lloc, exposa la demanda energètica de calefacció i refrigeració de l'habitatge per mantenir les condicions internes de confort. De calefacció surt una demanda bastant alta, perquè com ja he dit la superfície de la casa és bastant extensa, però com s'escalfa per terra radiant mitjançant aerotèrmia, el combustible de la qual és energia renovable, no hi ha problema. De refrigeració surt una demanda molt baixa, ja que els sistemes passius a l'estiu ja mantindran una temperatura baixa a l'interior.

En resum, aquest estudi és un aproximació de l'energia que es consumiria realment per cada cosa. I encara que els resultats siguin excel·lents assolint la màxima qualificació (A), aquests haurien de ser de 0 perquè el disseny d'habitatge sostenible que he plantejat al treball busca aconseguir el 100% d'energia de fonts renovables per no emetre diòxid de carboni a l'atmosfera i així reduir l'impacte ambiental.

4. CONCLUSIONS

Amb l'elaboració d'aquest treball he complert el meu objectiu principal des del principi, el qual és ajuntar dos mons que m'apassionen, l'arquitectura i la cura del medi ambient. Això ho he aconseguit creant el meu model d'habitatge sostenible, amb el qual he après molt.

Vaig començar aquest treball pensant que en general el món dels habitatges eficients energèticament estava més avançat. Però m'he adonat que el món de les construccions sostenibles només acaba de començar i que la majoria d'habitatges no segueixen aquest model. És a dir, el que seria la teoria ja la tenim des de fa anys i cada cop s'està desenvolupant més, però per veure-ho a la pràctica de manera global encara falta molt.

També penso, que la gent deu imaginar-se que tenir una casa que s'integri a l'ambient i sigui eficient energèticament és molt complex i car, però realment no és així. El model que plantejo en aquest treball no és difícil d'imitar, i encara que el cost inicial de les instal·lacions d'aquests habitatges respecte a la resta sigui superior, s'acabarà amortitzant amb el pas del temps, gràcies a la utilització de l'energia solar passiva i les renovables.

En la recerca d'informació per crear un habitatge sostenible correctament he après moltes coses noves sobre l'àmbit de la construcció que desconeixia. He après que el Sol és un bé preuadíssim i que és molt important conèixer i tenir en compte la rotació i translació de la Terra al voltant d'aquest per treure'n profit i aconseguir reduir la despesa energètica; també he après conceptes nous com ara que és la inèrcia tèrmica, en què consisteix l'arquitectura bioclimàtica o quin és el funcionament de l'aerotèrmia; altrament m'he informat sobre materials sostenibles com la tova o la tàpia que desconeixia i són molt bons candidats per reemplaçar els que s'usen avui en dia amb grans costos energètics d'extracció, fabricació i transport; i per últim, m'he endinsat en el món de les energies renovables, el qual ja coneixia per sobre, però mai havia analitzat tan de prop i amb tant de detall.

Amb la realització de la part pràctica, he après a utilitzar uns quants programes que segur que em serviran en el futur. Gràcies a l'aplicació "Sketch Up" i un munt d'hores de dedicació he pogut donar forma al meu habitatge dissenyant-lo en 3D, l'aprenentatge i ús d'aquest programa m'ha resultat molt fàcil i intuïtiu i a mesura que avançava en el projecte m'hi anava sentint més còmode i hàbil. El mateix m'ha passat amb "Lay Out", una altra aplicació de la mateixa empresa que "Sketch Up", amb la qual he fet els plànol. En aquesta he seccionat el meu model 3D en plantes per poder acotar-les, he après a col·locar cotes correctament, he calculat totes les superfícies de l'habitatge i, a més a més, he entès les diferències entre superfícies útils i construïdes. Altrament, he utilitzat el programa "CE3X" que s'utilitza

professionalment per realitzar certificats d'eficiència energètica. A diferència de les altres dos, l'aprenentatge i ús d'aquesta aplicació m'ha resultat molt més complex i difícil d'habituat. Tot i els inconvenients, amb aquesta he après principalment com funcionen les ombres i com definir-les en un gràfic solar segons els graus d'incidència del Sol a les façanes durant les diferents estacions de l'any. En últim lloc, he utilitzat el "Photoshop" per retocar algunes imatges.

A la introducció d'aquest treball es formulava la hipòtesis que **ÉS POSSIBLE DISSENYAR UN HABITATGE SOSTENIBLE AMB UN CONSUM D'ENERGIA GAIREBÉ NUL**. I després de la realització d'aquest treball puc afirmar rotundament que la resposta és **SÍ**. Amb els coneixements adquirits durant la recerca, s'ha exposat un habitatge que busca aquest propòsit de tenir un balanç d'energia consumida proper a zero. La pregunta ara és si s'ha aconseguit i si es pot millorar.

La realitat és que amb els sistemes passius aplicats a l'habitatges s'assoleix un gran control de la climatització dels espais gràcies al Sol minimitzant així els costos de climatització. Els costos energètics de construcció de l'habitatge també són molt baixos, ja que per a tot ell s'han emprat materials locals i sostenibles. I pel que respecta a la producció d'energia, aquesta és 100% d'origen renovable a partir de plaques solars fotovoltaïques i el consum d'aquesta és en instal·lacions triades especialment pel seu bon rendiment i eficiència energètica. Tenint en compte tot això puc assegurar que he complert perfectament tots els objectius proposats a l'inici d'aquest treball assolint així un habitatge eficient energèticament, respectuós amb el medi ambient i amb una producció d'energia superior a la demandada.

Ara bé, sempre es pot millorar i considero que hi ha dues coses en especial que podria haver fet diferents. La primera és que al principi del treball volia plantejar un habitatge aïllat de la xarxa elèctrica, el qual produís l'energia mitjançant plaques solars fotovoltaïques i l'emmagatzemes amb bateries. Però, després, durant la recerca m'he adonat que el millor és tenir un sistema connectat a la xarxa en comptes d'aïllat, pel cas en què hi hagi un més d'hivern molt fred o uns dies amb el cel tapat que provoquin que la radiació solar captada no sigui suficient per abastir les instal·lacions de l'habitatge. Estant connectat a la xarxa evito aquesta possible problemàtica i a més a més puc vendre els excedents d'energia dels dies més calorosos, així traient-ne benefici i recuperant la inversió inicial abans.

La segona cosa que podria haver millorat i no vaig tenir en compte donada la meua poca experiència en l'àmbit, sent aquest el primer projecte que faig, és la superfície de l'habitatge. Després d'acabar de dissenyar-lo m'he adonat que és bastant més gran del que és realment necessari, i reduir la seva grandària comportaria una considerable reducció de l'energia consumida en la climatització a la vegada que també una reducció de la quantitat de materials emprats i, per consegüent, també un estalvi energètic.

Finalment, aquest treball m'ha ajudat a organitzar-me millor el temps, a aprendre a estructurar bé un treball, a saber seleccionar les fonts d'informació adequades i sintetitzar al màxim el contingut d'aquestes i a familiaritzar-me amb programes tècnics que segur que tornaré a utilitzar en un futur. Finalment, en l'àmbit personal, aquest treball m'ha enriquit, tant de coneixements com d'interès en el món de l'arquitectura i la sostenibilitat. També m'ha ajudat a créixer com a persona i a prendre consciència que en el món han de canviar moltes coses respecte a la cura amb el medi ambient per poder tenir un futur millor del que ens espera.

5. GLOSSARI

Acotació: És la mesura d'una característica d'un objecte que cal ser especificada en un dibuix tècnic.

Aglomerat: Tauler prefabricat amb partícules de fusta triturada en forma de petites estelles, barrejades amb coles de resines sintètiques i premades a gran pressió.

Arquitectura bioclimàtica: És una arquitectura adaptada al medi ambient en el disseny d'edificis, amb la finalitat d'optimitzar el consum de recursos naturals per tal d'estalviar el màxim d'energia i fer més saludables els edificis.

Biodegradable: Que es pot descompondre en elements químics naturals per l'acció d'agents biològics, com ara el sol, l'aigua, els bacteris, les plantes o els animals.

Bio habitabilitat: Aquesta analitza la qualitat d'un espai per ser habitat i té en compte factors com: la il·luminació natural, si la temperatura interior, la humitat i les condicions acústiques estan dins dels límits de confort, que no hi hagi emissions de contaminants, que les instal·lacions no emetin radiació electromagnètica i que no rebí radiació de l'exterior.

Capacitat calorífica: Quantitat de calor bescanviada per un cos per unitat de temperatura.

Continentalitat: És un factor climàtic caracteritzat per una gran oscil·lació tèrmica diürna i anual i per una gran sequedat, característica de l'interior dels continents, pel fet que no hi arriben les influències de les masses d'aire oceàniques. La continentalitat és alta i observable en indrets de l'hemisferi nord, on els continents tenen una gran extensió, i especialment a altes latituds.

Ecologia: Relació que es dona entre els éssers vius d'una zona determinada i el medi en què viuen.

Efecte hivernacle: És el procés pel qual l'atmosfera d'un planeta fa que s'escalfi, permetent l'entrada de radiació solar visible, però impedit o dificultant l'emissió de calor des del planeta.

Entalpia: És una mesura de l'energia d'un sistema termodinàmic. Inclou l'energia interna, que és l'energia necessària per crear un sistema, i la quantitat d'energia requerida per fer-li lloc desplaçant el seu entorn i per establir el seu volum i pressió.

Espectre visible: És la regió de l'espectre electromagnètic que l'ull humà és capaç de percebre.

Gasificació: Conversió d'un combustible sòlid o líquid que conté carboni en un gas combustible.

Geotèxtil: Producte tèxtil utilitzat per separar sòls de característiques diferents, reforçar sòls inestables o protegir geomembranes.

Inèrcia tèrmica: És la propietat que indica la quantitat de calor que pot conservar un cos i la velocitat amb què la cedeix o absorbeix de l'entorn. Depèn de la massa, la calor específica del material i del coeficient de conductivitat tèrmica d'aquest.

Latitud: Distància angular que hi ha des d'un punt de la superfície de la Terra fins al paral·lel de l'equador; es mesura en graus, minuts i segons sobre els meridians.

Longituds d'ona: És la magnitud física que indica la distància entre el principi i el final d'una ona completa.

Massa tèrmica: Suma de la capacitat d'emmagatzematge tèrmic dels diferents elements que emmagatzemen calor en un edifici.

Orografia: Part de la geografia física que s'encarrega de l'estudi, la descripció i la representació del relleu terrestre.

Pèl·let: És el nom de la biomassa preparada en forma de petits cilindres per al consum dins d'estufes preparades per aquest combustible.

Piròlisi: Descomposició química d'un compost per acció exclusivament de la calor, generalment amb absència o dèficit d'oxigen.

Radiació: És l'emissió d'energia a l'espai en forma d'ones.

Reverberació: Fenomen causat per la reflexió del so a les parets d'un local tancat en el qual un cop sentit el so, aquest encara es continua sentint perquè les ones es van reflectint successivament a les parets.

Tàpia: Paret feta de terra pastada o argilosa, premsada en un motlle o encofrat (normalment de fusta) i assecada a l'aire.

Tova: És una peça per a la construcció feta amb una massa de fang (argila i sorra) barrejada de vegades amb palla, modelada en forma de maó i assecada al Sol.

6. FONTS D'INFORMACIÓ (BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA)

6.1. Cites de llibres i dossiers tècnics

CASAS, Anna (Dra. arquitecta del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya) *Energies renovables criteris i càlculs: Energia d'origen solar, Tèrmica passiva*. Tarragona, 25 gener 2022, 161p.

CORBAT, Enrique (arquitecte del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya) *Energies renovables criteris i càlculs: Energia d'origen solar fotovoltaica*. Tarragona, 1 febrer 2022, 129p.

DE BOBES, Arcadi (arquitecte del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya) *Energies renovables criteris i càlculs: Energia d'origen en l'ambient aerotèrmia, geotèrmia, hidrotèrmia*. Tarragona, 8 febrer 2022, 41p.

DE BOBES, Arcadi (arquitecte del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya) *Energies renovables criteris i càlculs: Visió global*. Tarragona, 18 gener 2022, 39p.

MAZRIA, Edward. *El libro de la energía solar pasiva*. 2a edició. Valle de Bravo, 21 Naucalpan: Editorial Gustavo Gili de México, 1985, 368p. ISBN: 968-6085-76-9.

PUIG-PEY, Ana; RIUS, Francesc; SOLDEVILA, Alfons; MARTORELL, Pilar; MAÑÀ, Fruitós; IGNASI, Josep; GONZÁLEZ, Josep Maria; CASADO, Natividad. Institucions: ITEC; OCT; UPC; Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, demarcació de Barcelona; Generalitat de Catalunya. *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. 1a edició. Plaça Nova, 5 Barcelona: S.A. de Litografía, 190p. ISBN: 84-89698-34-1.

6.2. Cites d'articles

CUMERAS, Arola. *Què són les casses passives, aliades per estalviar energia i combatre la crisi climàtica*, Notícies 324, 5 d'agost de 2022.

FARRÉ, Natàlia. *¿Com seran les vivendes del futur?*, elPeriódico, pàg. 36, 6 de juny del 2022.

6.3. Cites de documents audiovisuals

CALLE, Alex (2022, juliol 14) *Aplicaciones que Incluye SketchUp Pro* [Vídeo]. <<https://www.youtube.com/watch?v=FlqxQu2SOas>> Consulta: 15 juliol 2022.

PROGRAMA, David (2020, juny 12) *Inclinación de la Tierra y Estaciones* [Vídeo]. <<https://www.youtube.com/watch?v=RETy2e5ZrJ0>> Consulta: 28 juliol 2022.

3D ARCHVIZ (2020, abril 16) *Curso SketchUp - Escenas, sombras y geolocalizacion* [Vídeo]. <<https://www.youtube.com/watch?v=93FhOlrRvMk>> Consulta: 4 setembre 2022.

6.4. Cites de documents consultats a internet

API NOTICIAS. *Què és i com es construeix una casa sostenible?* [en línia]. <<https://www.api.cat/noticias/CA/que-es-i-com-es-construeix-una-casa-sostenible/>> Consulta: 17 juliol 2022.

AUTOPROMOTORES. *Ventilación de viviendas, ¿natural o forzada?* [en línia]. <<https://www.autopromotores.com/ventilacion-viviendas-natural-o-forzada/>> Consulta: 5 desembre 2022.

CALORYFRIO. *¿Cómo funciona la aerotermia? Un sistema eficiente y que ahorra energía* [en línia]. <<https://www.caloryfrio.com>> Consulta: 22 gener 2023.

DAIKIN. *Tarifa calefacción 2021-2022* [en línia]. <tarifa-calefaccion-2021-2022_221122_224923> Consulta: 5 gener 2023.

ECOHOUSES. *Dissenyem i construïm la teva casa passiva* [en línia]. <<https://www.ecohouses.es/avantatges-de-lus-de-la-fusta-en-construccio/>> Consulta: 17 setembre 2022.

ENDESA. *Cómo calcular cuántos paneles solares necesito* [en línia]. <<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/calcular-cuantas-placas-solares-necesita-una-casa>> Consulta: 9 octubre 2022.

ESTUDIODAES. *Construir una casa de consumo zero* [en línia]. <<https://estudiodaes.es/construir-una-casa-de-consumo-cero/>> Consulta: 27 juny 2022.

HOGRAMANIA. *Cómo se debe ventilar la casa* [en línia]. <<https://www.hogarmania.com/hogar/limpieza-orden/ventanas/como-ventilar-casa-35261.html>> Consulta: 14 desembre 2022.

INCOVI. *Habitatges eficients, sostenibles i personalitzables* [en línia].

<<https://www.incovi.com>> Consulta: 25 juliol 2022.

LUND. *Terra radiant, com funciona i quant costa instal·lar-lo* [en línia].

<<https://lundserviciosintegrales.com/terra-radiant/?lang=ca>> Consulta: 23 setembre 2022.

ROIGSA. *Edificis de consum energètic zero* [en línia].

<<https://www.roigsat.com/edificis-de-consum-energetic-zero/>> Consulta: 3 juliol 2022.

SALES, Emiliano. *Estudi de les cobertes vegetals en l'edificació* [en línia].

<<https://core.ac.uk/download/pdf/84137081.pdf>> Consulta: 5 setembre 2022.

SLOW STUDIO. *Generando ambientes naturales y sanos* [en línia].

<<https://www.slowstudio.es/>> Consulta: 22 desembre 2022.

SVEA SOLAR. *Baterías solares* [en línia].

<<https://sveasolar.es/es-es/baterias-solares>> Consulta: 7 novembre 2022.

7. ANNEXOS

7.1. Emplaçament i planta cobertes E: 1/100

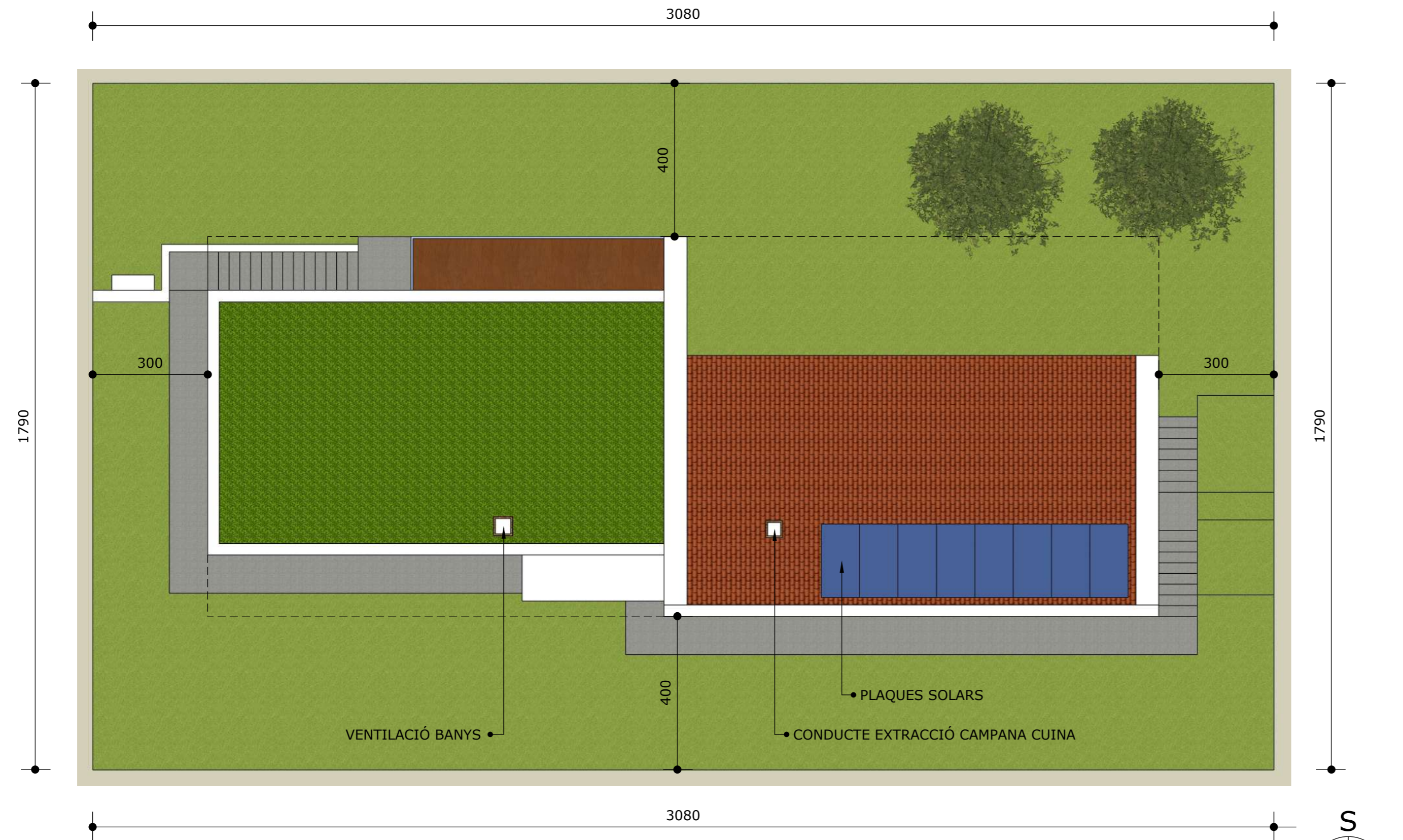
7.2. Planta primera E: 1/50

7.3. Planta baixa E: 1/50

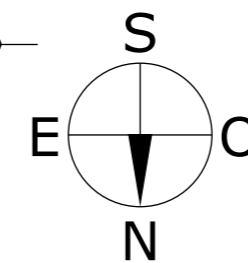
7.4. Façanes E: 1/100 i perspectives

7.5. Seccions longitudinals i transversals E: 1/100

7.6. Secció longitudinal E: 1/50



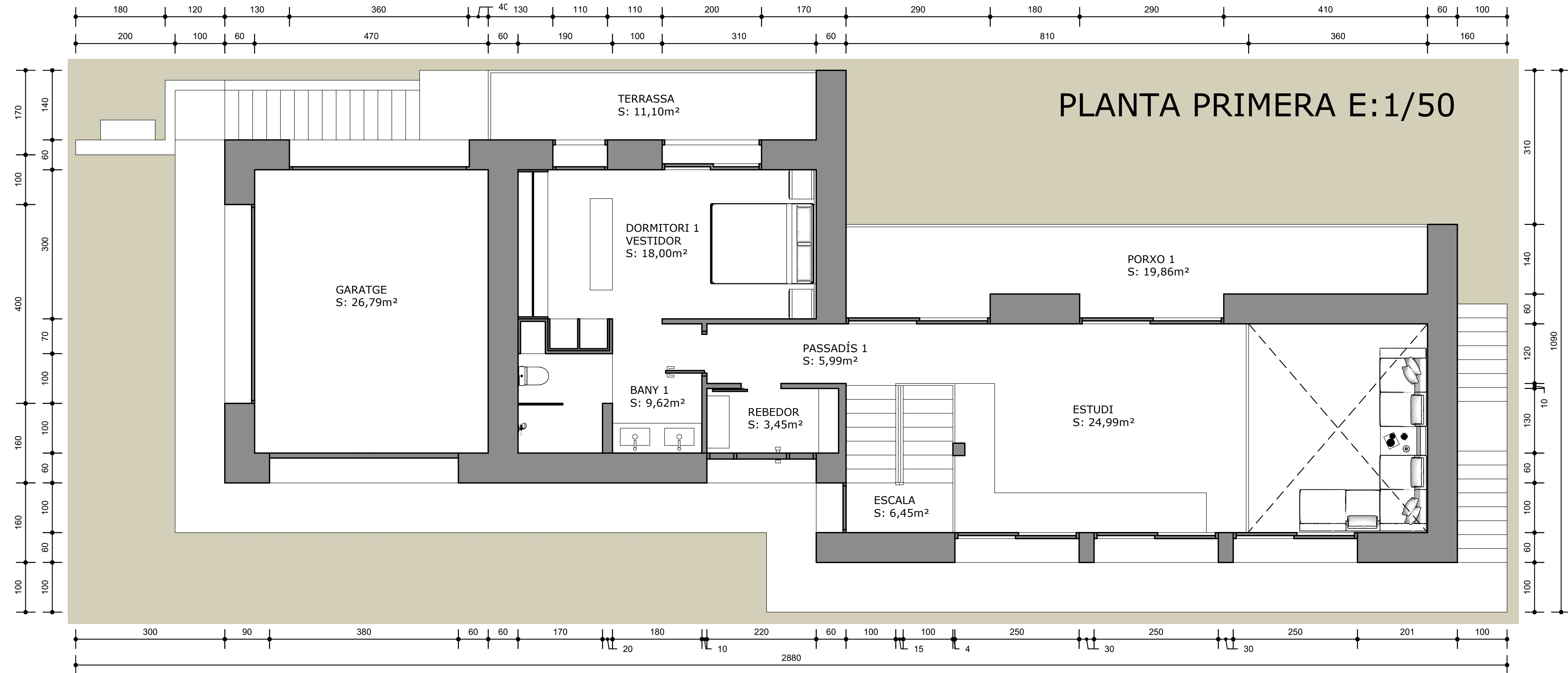
EMPLAÇAMENT I PLANTA COBERTES E:1/100



TÍTOL DEL PLÀNOL			
EMPLAÇAMENT PLANTA COBERTES QUADRES DE SUPERFÍCIES			
ESCALA: 1/100			
COTES EN CENTÍMETRES			
DATA: GENER 2023			
AUTOR:			

SUPERFÍCIES CONSTRUÏDES			
	HABITATGE	PORXOS 50%	TOTAL
PLANTA PRIMERA	153,63 m ²	8,61 m ²	162,24 m ²
PLANTA BAIXA	153,63 m ²	14,56 m ²	168,19 m ²
TOTAL	307,26 m²	23,17 m²	330,43 m²

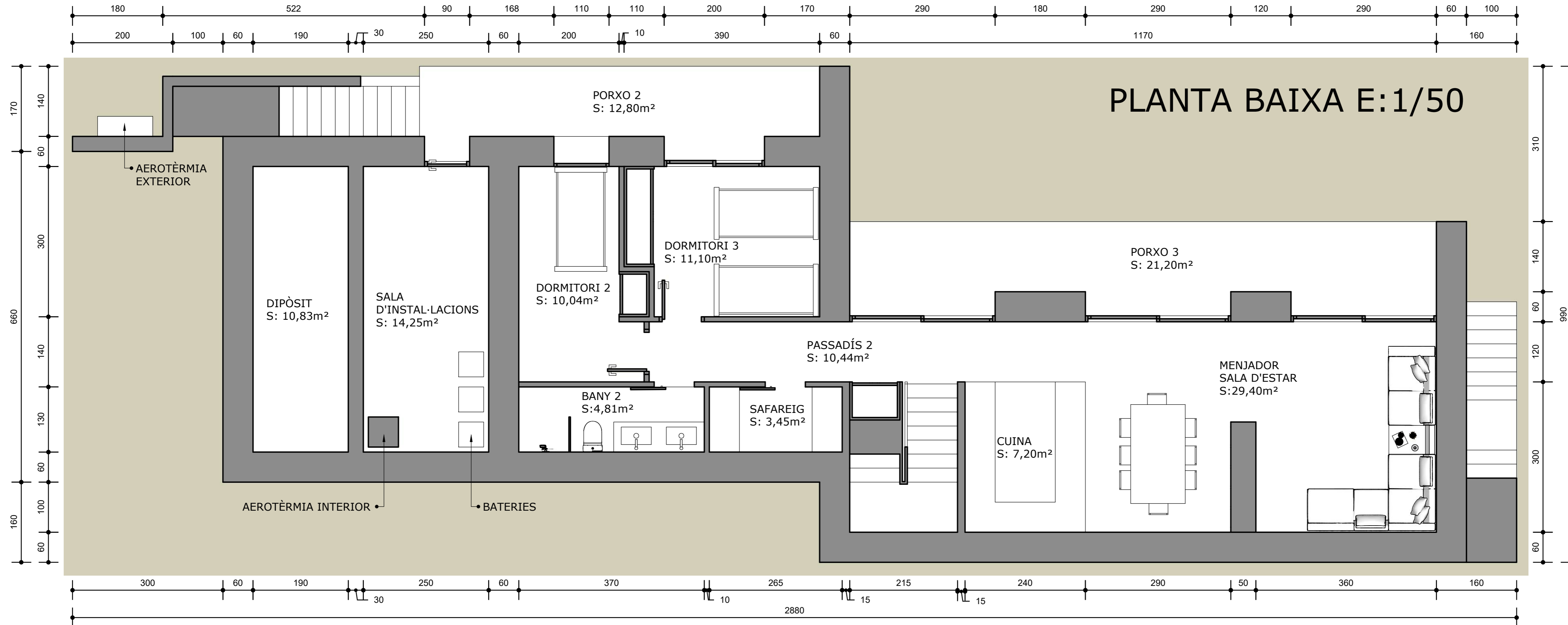
SUPERFÍCIES ÚTILS			
	HABITATGE	PORXOS	TOTAL
PLANTA PRIMERA	95,29 m ²	30,96 m ²	126,25 m ²
PLANTA BAIXA	101,52 m ²	34,00 m ²	135,52 m ²
TOTAL	196,81 m²	64,96 m²	261,77 m²



PLANTA PRIMERA E:1/50

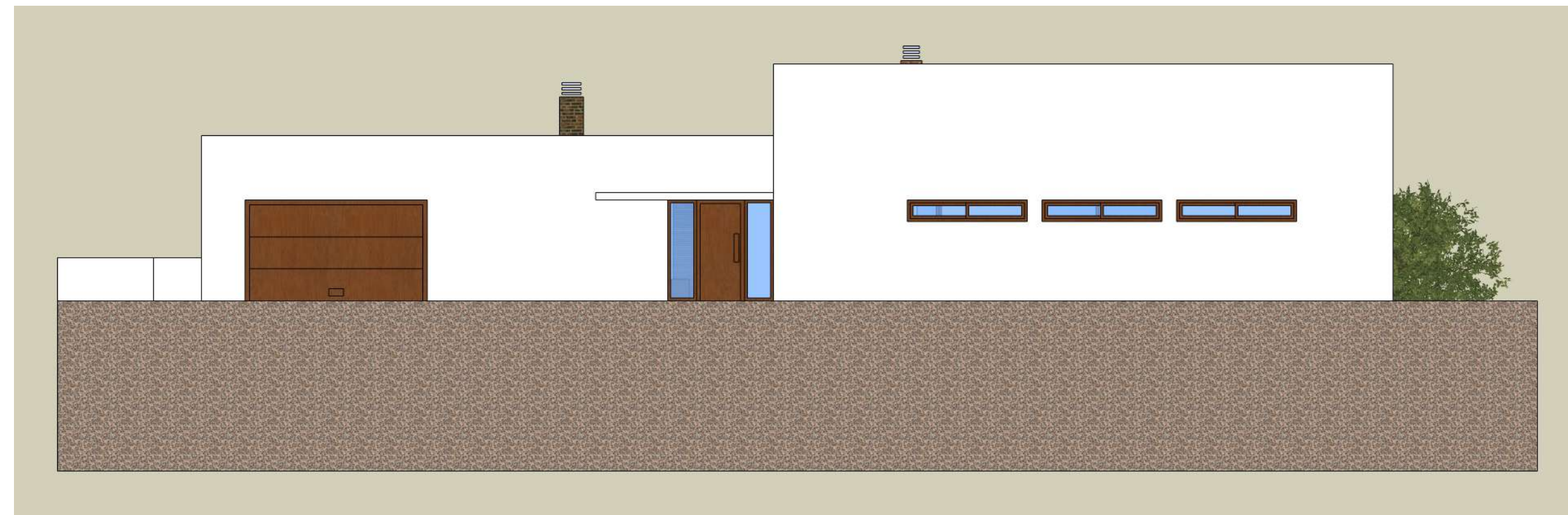
TÍTOL DEL PLÀNOL
PLANTA PRIMERA COTES I SUPERFÍCIES
ESCALA: 1/50
COTES EN CENTÍMETRES
DATA: GENER 2023
AUTOR:

SUPERFÍCIES ÚTILS		
PLANTA PRIMERA		
N.	DEPENDÈNCIA	Sup. m²
1	TERRASSA	11,10
2	PORXO 1	19,86
TOTAL ÚTIL EXTERIOR		30,96
3	GARATGE	26,79
4	DORMITORI 1 VESTIDOR	18,00
5	BANY 1	9,62
6	REBEDOR	3,45
7	PASSADÍS 1	5,99
8	ESCALA	6,45
9	ESTUDI	24,99
TOTAL ÚTIL INTERIOR		95,29
TOTAL		126,25

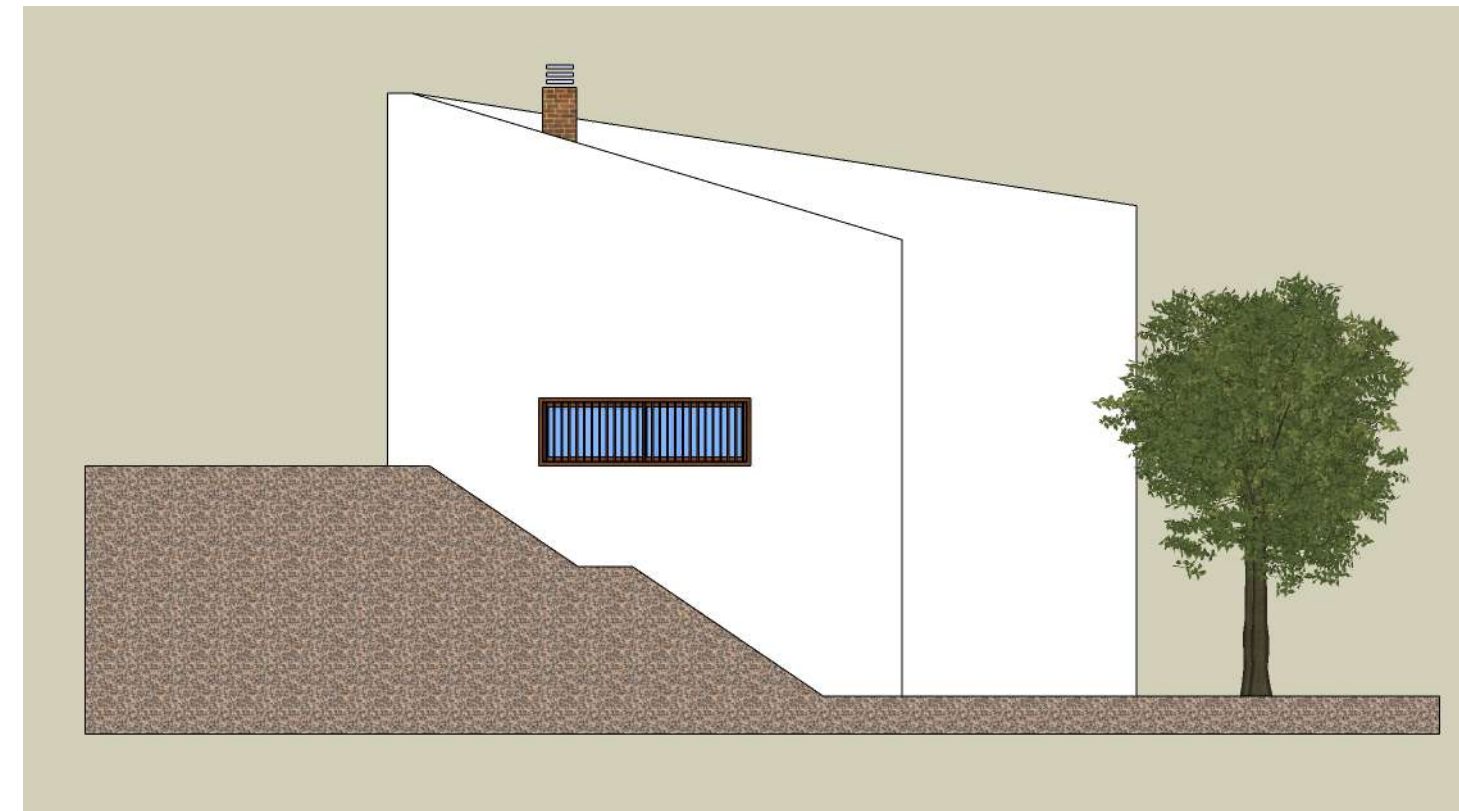


TÍTOL DEL PLÀNOL
PLANTA BAIXA COTES I SUPERFÍCIES
ESCALA: 1/50
COTES EN CENTÍMETRES
DATA: GENER 2023
AUTOR:

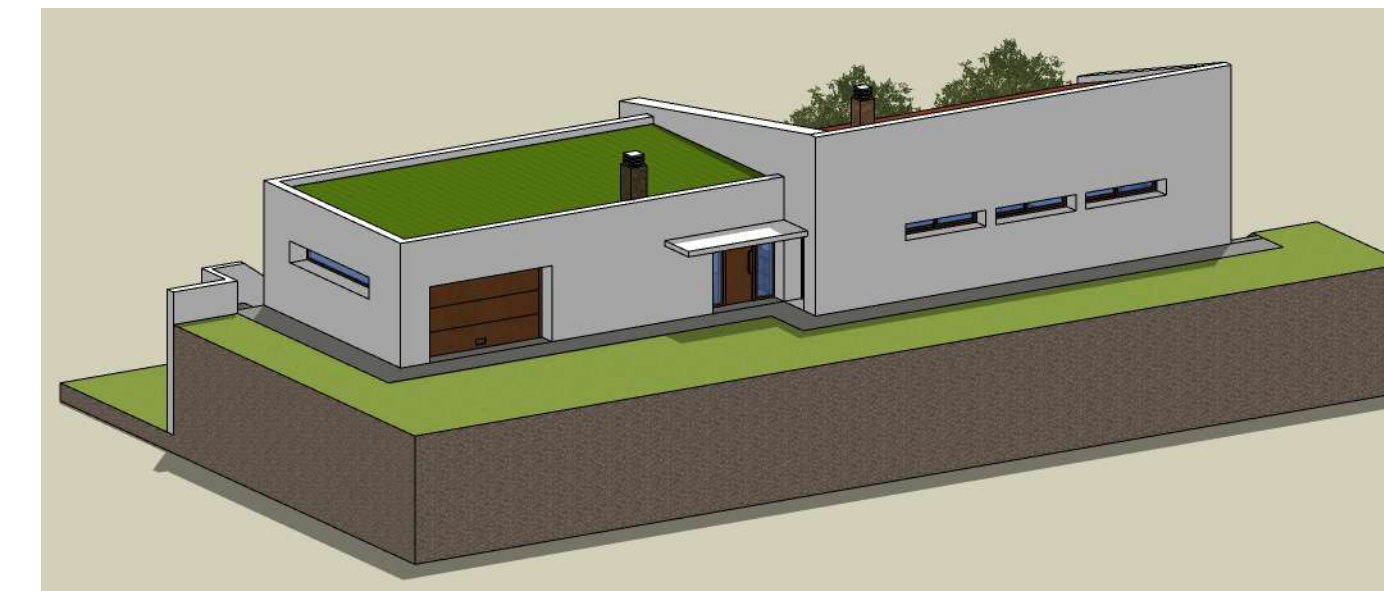
SUPERFÍCIES ÚTILS		
PLANTA BAIXA		
N.	DEPENDÈNCIA	Sup. m ²
1	PORXO 2	12,80
2	PORXO 3	21,20
TOTAL ÚTIL EXTERIOR		34,00
3	DIPÒSIT	10,83
4	SALA D'INSTAL·LACIONS	14,25
5	DORMITORI 2	10,04
6	DORMITORI 3	11,10
7	BANY 2	4,81
8	SAFAREIG	3,45
9	PASSADÍS 2	10,44
10	CUINA	7,20
11	MENJADOR SALA D'ESTAR	29,40
TOTAL ÚTIL INTERIOR		101,52
TOTAL		135,52



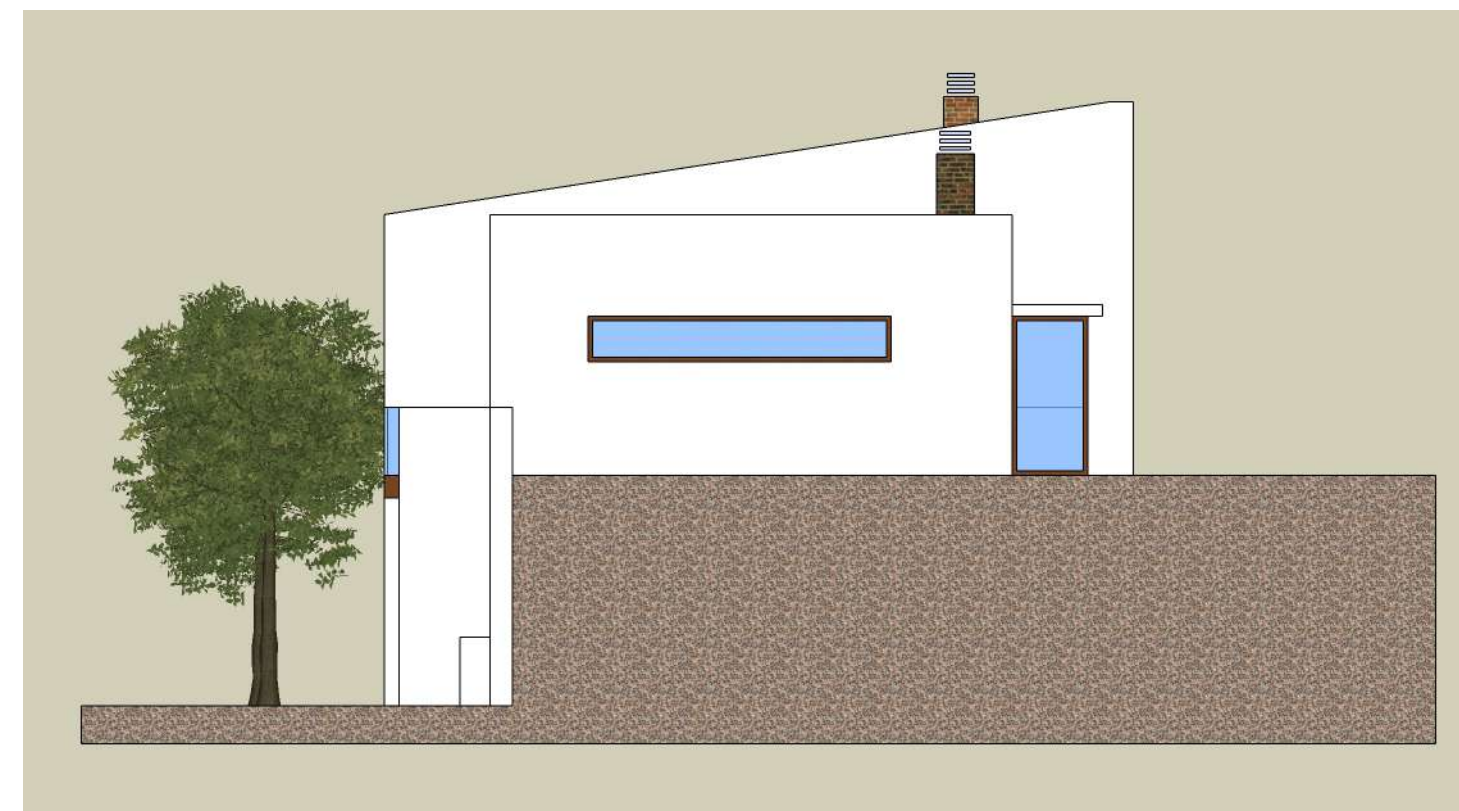
FAÇANA NORD E:1/100



FAÇANA OEST E:1/100

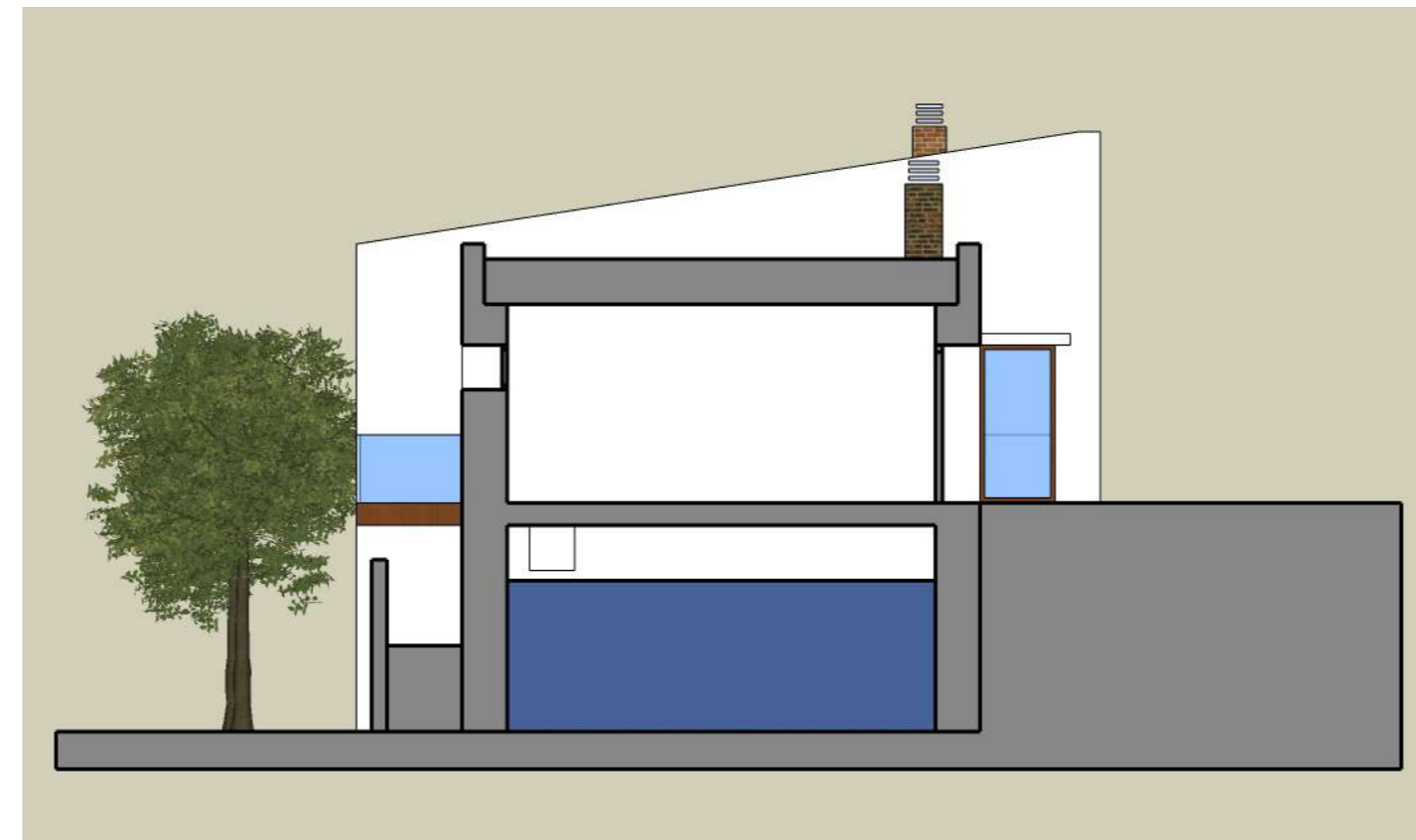
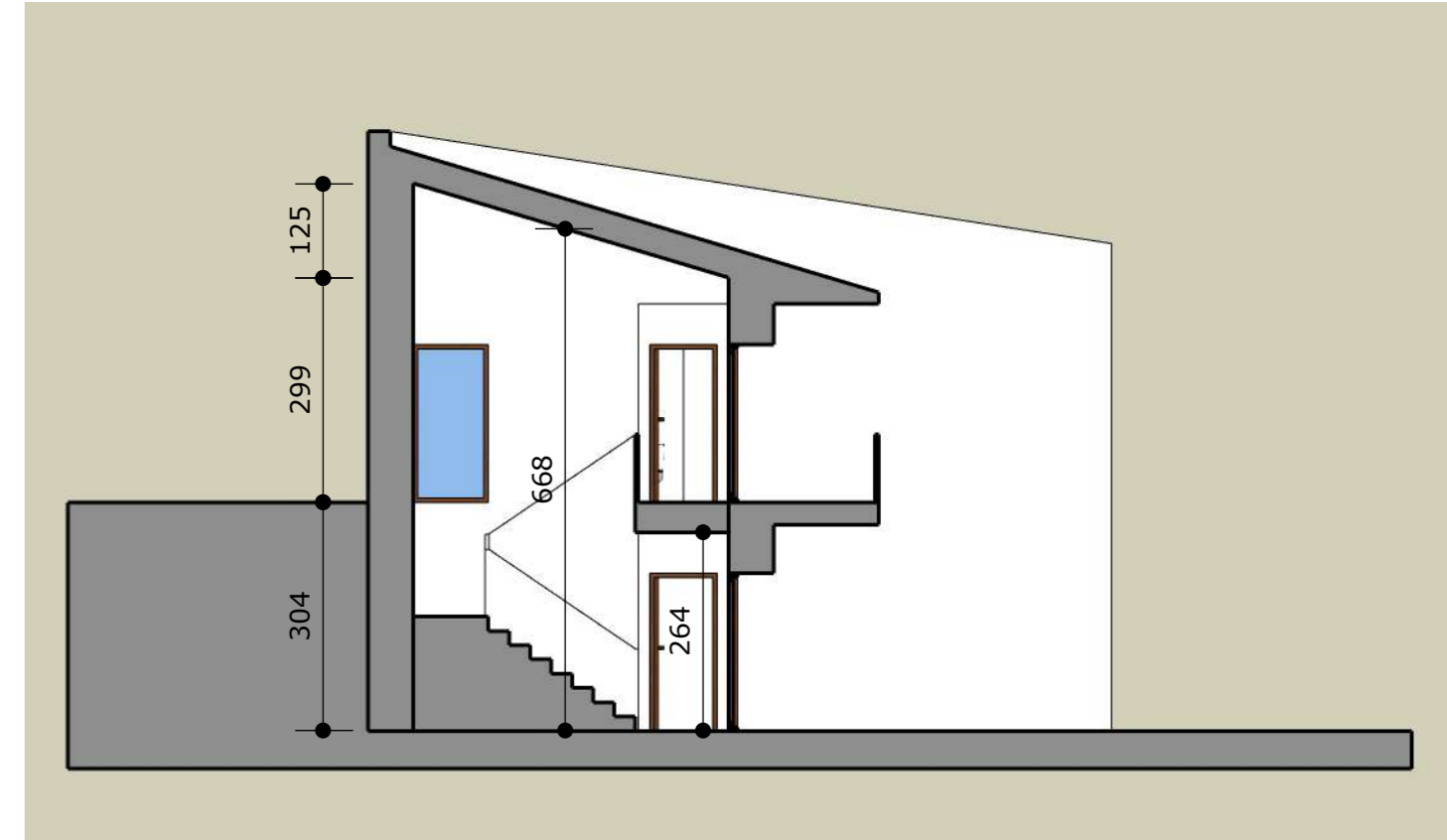


FAÇANA SUD E:1/100



FAÇANA EST E:1/100





SECCIONS LONGITUDINALS E: 1/100

SECCIONS TRANSVERSALS E: 1/100



SECCIÓ LONGITUDINAL E: 1/50

7.7. Certificat energètic

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	HABITATGE SOSTENIBLE		
Dirección			
Municipio	del	Código Postal	
Provincia		Comunidad Autónoma	
Zona climática	C3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1006402CF8710N0001OM		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar<input type="radio"/> Bloque<ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Bloque completo<input type="radio"/> Vivienda individual	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Edificio completo<input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos		NIF(NIE)	
Razón social		NIF	
Domicilio			
Municipio	del	Código Postal	
Provincia		Comunidad Autónoma	
e-mail:		Teléfono	
Titulación habilitante según normativa vigente	TÈCNIC		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<p>< 36.4 A 36.4-62.9 B 62.9-102.7 C 102.7-161.2 D 161.2-291.3 E 291.3-367.0 F ≥ 367.0 G</p>	<p>< 8.3 A 8.3-14.3 B 14.3-23.4 C 23.4-36.7 D 36.7-67.4 E 67.4-86.9 F ≥ 86.9 G</p>
21.4 A	3.6 A

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 06/01/2023

Firma del técnico certificador


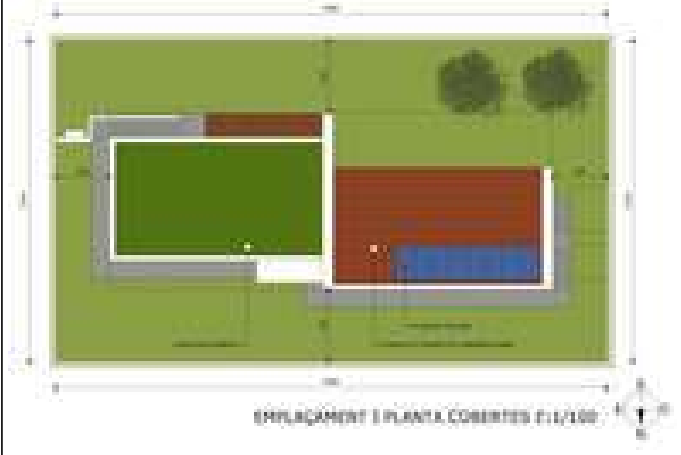
Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	196.81
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
SOLERA	Suelo	76.44	0.27	Estimadas
COBERTA INCLINADA	Cubierta	49.14	0.25	Conocidas
COBERTA PLANA	Cubierta	34.2	0.18	Conocidas
FAÇANA SUD PORXOS	Fachada	45.45	0.33	Conocidas
FAÇANA SUD TERRASSA	Fachada	10.74	0.33	Conocidas
FAÇANA OEST	Fachada	25.54	0.33	Conocidas
FAÇANA EST	Fachada	4.3	0.33	Conocidas
FAÇANA NORD	Fachada	58.5	0.33	Conocidas
FAÇANA OEST PORXO	Fachada	7.92	0.33	Conocidas
MUR SOTERRAT	Fachada	59.1	1.03	Estimadas
PARTICIÓ INTERIOR EST	Partición Interior	30.1	1.39	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
BALCONERA 290X210 SUD	Hueco	30.45	1.64	0.16	Conocido	Conocido
BALCONERA 200X210 SUD TERRASSA	Hueco	4.2	1.66	0.08	Conocido	Conocido
BALCONERA 200X210 SUD PORXO	Hueco	4.2	1.66	0.12	Conocido	Conocido
FINESTRA 100X90 SUD PORXO	Hueco	0.9	1.74	0.06	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
FINESTRA 100X90 SUD TERRASSA	Hueco	0.9	1.74	0.04	Conocido	Conocido
FINESTRA 250X45 NORD	Hueco	3.38	1.82	0.28	Conocido	Conocido
PORTAL 220X210 NORD	Hueco	4.62	1.88	0.21	Conocido	Conocido
FINESTRA 100X210 EST	Hueco	2.1	1.66	0.16	Conocido	Conocido
FINESTRA 280X90 OEST	Hueco	2.52	1.70	0.14	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
AEROTÈRMIA	Bomba de Calor		242.8	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	120.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
AEROTÈRMIA	Bomba de Calor		412.6	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
PLAQUES FOTOVOLTAÏQUES	4200.0
TOTAL	4200.0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	3.6 A	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		B	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		7.91	1.38		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
		A		-	
		1.39		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	3.62	712.63
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	0.00	0.00

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	21.4 A	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		C	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		46.68	8.17		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
		A		-	
		8.23		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
58.0 D	8.4 A
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

7.8. Vídeo disseny habitatge sostenible 3D

<https://youtu.be/iv3pTj4Eb8o>

7.9. Vídeo estudi d'ombres anual amb "Sketch Up"

<https://youtu.be/ok0kK6C7sqA>