



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Estudi de cèl·lules habitables modulares per ser utilitzades en zones de refugiats provinents de desastres naturals o successos similars.

Documento:

Memòria

Autor/Autora:

Manuel Garrido Escabia

Director/Directora - Codirector/Codirectora:

Miguel A. Saiz Segarra

Titulació:

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Convocatòria:

Primavera, 2022

TREBALL DE FI D'ESTUDIS



Resum

Aquest projecte es presenta com una solució a l'augment del nombre de desplaçats a nivell global sense deixar de banda els seus drets i llibertats. Així mateix, campaments de refugiats com Ain al-Hilweh (al Líban) que es van exposar com a solucions temporals avui dia encara segueixen actius. És per totes aquestes raons que el projecte presenta unes característiques i dimensions idònies per a una estança correcta, a més de ser capaç de fer la seva posta en marxa en qualsevol localització gràcies a un sistema hidràulic que permet situar-ho en diferents terrenys i als materials empleats per a la seva construcció que són capaços de treballar sota condicions climatològiques adverses i brindar una llar als individus per a llargues estances. ^{[1],[2]}

La incorporació en aquest d'un sistema basat en "trolleys" de càrrega permet disminuir la mida del mòdul per a facilitar el seu transport i, alhora, augmentar la seva superfície útil el doble. Endemés, aquest sistema evita la necessitat d'ús de maquinària pesada per a desplegar el mòdul en la seva totalitat.

També, s'han tingut en compte aspectes com la sostenibilitat, incorporant al mòdul la capacitat d'arribar entorn al 50% d'auto-eficiència energètica mitjançant un equip fotovoltaic aïllat i l'aprofitament d'aigües pluvials pel consum humà. Per a facilitar la tasca de la instal·lació d'aquests equips, es presenten preparats per a que les tasques a realitzar siguin senzilles i no requereixin de personal qualificat. Així mateix, es mostra un estudi de l'eficiència energètica que presenta el mòdul.

Un altre aspecte important a tenir en compte és la salut mental dels individus que, després de viure certes situacions es veu molt afectada; per aquesta raó es presenta un disseny agradable i acollidor.

Com a resultat tenim un mòdul que dignitat, ecologia, salut mental, benestar i aprofitament de l'espai, són els conceptes que el defineixen.

Abstract

This project is presented as a solution to the increasing number of displaced people globally without giving up their rights and freedoms. Furthermore, refugee camps such as Ain al-Hilweh (in Lebanon), which were presented as temporary solutions, are still operative. It is for all these reasons that the project presents the ideal characteristics and dimensions for a correct stay, as well as being able to be set up in any location thanks to a hydraulic system that allows it to be placed in different terrains and to the materials used for its construction, which are able to work in adverse weather conditions and to offer a place to live in for longer. [1],[2]

The incorporation in this case of a system based on "trolleys" allows to diminish the size of the module to facilitate its transport and, now, to increase its useful surface of the double. In addition, this system avoids the need to use heavy machinery to deploy the module in its entirety.

In addition, aspects such as sustainability have been taken into account, incorporating into the module the capacity to reach up to 50% energy self-efficiency through isolated photovoltaic equipment and the use of renewable energies for human consumption. To facilitate the task of installing this equipment, they are partially prepared so that the tasks to be carried out are simple and do not require qualified personnel. In addition, a study of the energy efficiency of the module is shown.

Another important aspect to take into account is the mental health of the individuals, which, despite living certain situations, is greatly affected; for this reason, a pleasant and welcoming design is presented.

As a result, we have a module in which dignity, ecology, mental health, wellbeing and the use of space are the concepts which define it.



Sumari

RESUM.....	I
ABSTRACT	II
SUMARI	III
ÍNDEX DE TAULES	VI
ÍNDEX DE FIGURES	VII
LLISTA D'ABREVIATURES/GLOSSARI.....	IX
1. INTRODUCCIÓ	1
1.1 OBJECTE.....	1
1.2 ABAST.....	2
1.3 REQUERIMENTS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓ.....	4
2 ANTECEDENTS I ESTAT DE L'ART	5
2.1 DADAAB	6
2.2 DOLLO ADO.....	7
2.3 KAKUMA.....	9
2.4 NIZIP-II.....	10
3 METODOLOGIA	11
3.1 CERCA DE PREMISSES DE CARÀCTER MANDATARI.....	11
3.2 ANÀLISI D'IMPACTE AMBIENTAL	12
3.3 ELECCIÓ D'ELEMENTS ESSENCIALS PEL BENESTAR.....	13
3.4 CERCA DE POSSIBLES SOLUCIONS I D'ACTUALS.....	14
3.4.1 <i>Solucions actuals</i>	14
3.4.2 <i>Solucions innovadores</i>	17
3.5 PROPOSTES DE DISSENY	19
3.6 EXPOSICIÓ DE LA SOLUCIÓ FINAL	22
3.6.1 <i>Proposta de disseny</i>	22
3.6.2 <i>Versatilitat</i>	24
4 DESENVOLUPAMENT DE LA SOLUCIÓ	26
4.1 MÈTODES DE TRANSPORT	26
4.1.1 <i>Terrestre</i>	26
4.1.2 <i>Ferroviani</i>	27
4.1.3 <i>Aeri</i>	27
4.1.4 <i>Marítim</i>	27

4.2	SISTEMA DE MUNTATGE "IN SITU".....	28
4.2.1	Passos a seguir.....	28
4.3	SISTEMA DE RECOLLIDA D'AIGÜES PLUVIALS.....	30
4.3.1	Components essencials.....	30
4.3.2	Procés de recollida, filtratge i potabilització de l'aigua pluvial.....	32
4.3.3	Dimensionament de la instal·lació.....	33
4.4	SISTEMA DE SUBMINISTRAMENT ELÈCTRIC.....	39
4.4.1	Components que el conformen.....	39
4.4.2	Funcionament.....	43
4.4.3	Dimensionament del camp.....	44
4.5	SISTEMA D'IL·LUMINACIÓ.....	56
4.5.1	Càlcul del flux lluminós total necessari (Φ_T).....	56
	56
4.5.1.1	Fixació de les dades d'entrada.....	56
4.5.1.2	Determinació del coeficient d'utilització (Cu).....	58
4.5.1.3	Determinació del coeficient d'utilització (Cm).....	60
4.5.2	Establiment del número de lluminàries.....	61
4.5.3	Emplaçament de les lluminàries.....	62
4.5.4	Comprovació dels resultats.....	64
4.5.5	Càlcul del flux lluminós total necessari (Φ_T).....	64
4.5.5.1	Fixació de les dades d'entrada.....	64
4.5.5.2	Determinació del coeficient d'utilització (Cu).....	65
4.5.5.3	Determinació del coeficient d'utilització (Cm).....	65
4.5.6	Establiment del número de lluminàries.....	66
4.5.7	Emplaçament de les lluminàries.....	66
4.5.8	Comprovació dels resultats.....	66
4.6	SISTEMA DE VENTILACIÓ.....	67
4.6.1	Mètode 1: Mètode indirecte de cabal d'aire exterior per persona.....	67
4.6.2	Mètode 2: Mètode directe per qualitat d'aire percebut.....	68
4.6.3	Mètode 3: Mètode directe per concentració de CO2.....	69
4.6.4	Mètode 4: Mètode indirecte del cabal d'aire per unitat de superfície.....	71
4.6.5	Mètode 5: Mètode directe de la dilució.....	71
4.7	SISTEMA CONTRA INCENDIS.....	72
4.8	CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA.....	73
4.8.1	Dades administratives.....	73
4.8.2	Dades generals de l'edifici existent.....	74
4.8.3	Embolcall tèrmic.....	76
4.8.4	Qualificació energètica final.....	84



5	RESUM DEL PRESSUPOST	85
6	ANÀLISIS Y VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS AMBIENTALS Y SOCIALS	86
7	CONCLUSIONS	87
8	REFERÈNCIES	88

Índex de taules

TAULA 1. AVANTATGES I INCONVENIENTS CASA PLEGABLE BRETTE HAUS	19
TAULA 2. AVANTATGES I INCONVENIENTS CASA PLEGABLE TEN FOLD ENGINEERING.....	20
TAULA 3. AVANTATGES I INCONVENIENTS CASA PLEGABLE NICE ARCHITECTS	21
TAULA 4. COMPARACIÓ ENTRE TANCS AERIS I TANCS SUBTERRANIS.....	31
TAULA 5. TAULA B.1 EXTRET DEL “DOCUMENT BÀSIC HS SALUBRITAT”	34
TAULA 6. TAULA 4.8 EXTRETA DEL “DOCUMENT BÀSIC HS SALUBRITAT”	34
TAULA 7. TAULA 4.7 EXTRETA DEL “DOCUMENT BÀSIC HS SALUBRITAT”	35
TAULA 8. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES BATERIES AGM.....	40
TAULA 9. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES BATERIES D'ÀCID-PLOM.....	41
TAULA 10. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES BATERIES LÍQUIDES	42
TAULA 11. COMPONENTS BÀSICS A SUBMINISTRAR ENERGIA	44
TAULA 12. ENERGIA MENSUAL QUE INCIDEIX SOBRE 1 M2 DE SUPERFÍCIE HORIZONTAL A BARCELONA	46
TAULA 13. TAULA RESUM CÀLCULS HSP.....	46
TAULA 14. VALORS EMPLEATS PEL CÀLCUL DEL RENDIMENT GLOBAL DE LA INSTAL·LACIÓ.....	48
TAULA 15. ESPECIFICACIONS ESSENCIALS DEL PANELL TENKA HC MONO 400 WATT – 2 PEL CÀLCUL DEL NÚMERO DE PANELLS NECESSARIS A INSTAL·LAR.....	49
TAULA 16. VALORS DELS COEFICIENTS PEL CÀLCUL DE LA SECCIÓ DE CABLE ENTRE ELS PANELLS I EL REGULADOR	52
TAULA 17. VALORS DELS COEFICIENTS PEL CÀLCUL DE LA SECCIÓ DE CABLE ENTRE EL REGULADOR I LES BATERIES.....	54
TAULA 18. VALORS DELS COEFICIENTS PEL CÀLCUL DE LA SECCIÓ DE CABLE ENTRE LES BATERIES I L'INVERSOR	54
TAULA 19. VALORS DELS COEFICIENTS PEL CÀLCUL DE LA SECCIÓ DE CABLE ENTRE EL GRUP D'ELECTRÒGENS I L'INVERSOR.....	55
TAULA 20. ÍNDEX LOCAL EN FUNCIÓ DEL SISTEMA D'IL·LUMINACIÓ	58
TAULA 21. FACTOR DE REFLEXIÓ I FACTOR D'UTILITZACIÓ.....	60
TAULA 22. CM EN FUNCIÓ DEL TIPUS D'AMBIENT	61
TAULA 23. EMPLAÇAMENT LLUMINÀRIES.....	62
TAULA 24. RESUM SEPARACIÓ ENTRE LLUMINÀRIES	63
TAULA 25. FACTOR DE REFLEXIÓ I FACTOR D'UTILITZACIÓ.....	65
TAULA 26. CABALS D'AIRE EXTERIOR EXPRESSATS EN L / S PER PERSONA (TAULA 1.4.2.1 DEL RITE)	67
TAULA 27. QUALITAT DE L'AIRE PERCEBUDA, EXPRESSADA EN DECIPOLS (TAULA 1.4.2.2 DEL RITE)	68
TAULA 28. CONCENTRACIÓ EN LOCALS DE CO2 (TAULA 1.4.2.3 DEL RITE)	70
TAULA 29. TAULA COMPARATIVA DE LA QUALITAT DE L'AIRE PELS DIFERENTS MÈTODES ESTABLERTS PEL RITA	71
TAULA 30. TAULA RESUM COST TOTAL DEL PROJECTE	85

Índex de figures

FIGURA 1. COMPLEX DEL CAMP DE REFUGIATS DE DADAAB.....	5
FIGURA 2. PRINCIPALS ESTRUCTURES AL COMPLEX DEL CAMP DE REFUGIATS DE DADAAB	7
FIGURA 3. ESTRUCTURES METÀL·LIQUES AL COMPLEX DEL CAMP DE REFUGIATS DE DOLLO ADO	8
FIGURA 4. EDIFICACIONS AL COMPLEX DEL CAMP DE REFUGIATS DE KAKUMA	9
FIGURA 5. EDIFICACIONS AL COMPLEX DEL CAMP DE REFUGIATS DE KAKUMA	10
FIGURA 6. PIRÀMIDE DE MASLOW	13
FIGURA 7. TENDA AMB SOSTRE DE VOLTA	14
FIGURA 8. TENDA UNIFAMILIAR.....	15
FIGURA 9. UNITAT DE REFUGI D'ACNUR EN COL·LABORACIÓ AMB IKEA	16
FIGURA 10. CMAX SYSTEM	17
FIGURA 11. CONCRETE CANVAS SHELTER, POSADA EN MARXA	17
FIGURA 12. CASA PREFABRICADA EN UN CONTENIDOR MARÍTIM	18
FIGURA 13. CASA PLEGABLE DE LA COMPANYIA BRETTE HAUS.....	19
FIGURA 14. CASA PLEGABLE DE LA COMPANYIA TEN FOLD ENGINEERING	20
FIGURA 15. ECO CÀPSULA DISSENYADA PER NICE ARCHITECTS.....	21
FIGURA 16. PROPOSTA DE DISSENY FAÇANA PRINCIPAL MÒDUL	22
FIGURA 17. PROPOSTA DE DISSENY FAÇANA POSTERIOR MÒDUL.....	23
FIGURA 18. PROPOSTA DE DISSENY INTERIOR MENJADOR.....	23
FIGURA 19. PROPOSTA DE DISSENY HABITACIONS	24
FIGURA 20. PROPOSTA DE DISSENY DEL MÒDUL COM A RESIDÈNCIA DE LUXE	25
FIGURA 21. PROPOSTA DE DISSENY DEL MÒDUL COM A ESCOLA	25
FIGURA 22. PROPOSTA DE DISSENY DEL MÒDUL COM A LAVABOS PÚBLICS.....	25
FIGURA 23. ESQUEMA RESUM SISTEMA DE MUNTATGE “IN SITU” DE LA VIVENDA.....	29
FIGURA 24. DIFERENTS TIPUS DE COBERTES EN CONSTRUCCIONS RESIDENCIALS.....	30
FIGURA 25. IMATGE IL·LUSTRATIVA D'UN CANALÓ I UNA BAIXANT.....	31
FIGURA 26. ELEMENTS QUE COMPOSEN EL SISTEMA DE FILTRATGE.	32
FIGURA 27. MAPA D'ISOHETES I ZONES PLUVIOMÈTRIQÜES EXTRET DEL “DOCUMENT BÀSIC HS SALUBRITAT”	33
FIGURA 28. PROBABILITAT DIÀRIA DE PRECIPITACIÓ A BARCELONA	37
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓ DEL CONSUM D'AIGUA PER ACTIVITAT SEGONS LA OMS.....	37
FIGURA 30. EXEMPLE DE PANELLS MONOCRISTAL·LINS, POLICRISTAL·LINS I DE CAPA FINA RESPECTIVAMENT	39
FIGURA 31. PARTS D'UNA BATERIA D'ÀCID-PLOM	41
FIGURA 32. FUNCIONAMENT I COMPOSICIÓ D'UN PANELL SOLAR.....	43
FIGURA 33. ESQUEMA RESUM FUNCIONAMENT SISTEMA FOTOVOLTAIC AÏLLAT	44
FIGURA 34. CONSUMS ENERGÈTICS ESTIMATS I EXPRESSATS EN PERCENTATGE	45
FIGURA 35. TAULA ICT-BT-19 DEL RBT ON ES MARCA LA SECCIÓ DE CABLE NECESSÀRIA PEL CONNEXIONAT DELS PANELLS AMB EL REGULADOR	53
FIGURA 36. SITUACIÓ D'ESTUDI MÒDUL PRINCIPAL	57

FIGURA 37. TAULA DE LLOCS DE PÚBLICA CONCURRÈNCIA (APARTAT 1.ÀREES COMUNES)	57
FIGURA 38. QUINTESSENCE QUADRAT.....	58
FIGURA 39. TAULA FACTORS D'UTILITZACIÓ	59
FIGURA 40. TAULA FACTORS D'UTILITZACIÓ (FACTOR SELECCIONAT)	60
FIGURA 41. DISTRIBUCIÓ LLUMINÀRIA REQUERIDA.....	62
FIGURA 42. RESUM POSICIONAMENT LLUMINÀRIES.....	63
FIGURA 43. EXTRACTOR SOLAR PER AS COBERTES.....	72
FIGURA 44. FINESTRA DE DADES ADMINISTRATIVES EXTRETA DEL CE3X	73
FIGURA 45. INFORMACIÓ DE LA PARCEL·LA SELECCIONADA EXTRETA DE LA SEU ELECTRÒNICA DEL CADASTRE	74
FIGURA 46. FINESTRA DE DADES GENERALS OMLERTA I EXTRETA DEL CE3X.....	75
FIGURA 47. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC PER LA COBERTA, EXTRETA DEL CE3X	77
<i>FIGURA 48. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC PER A LA FAÇANA OEST, EXTRETA DEL CE3X.....</i>	<i>78</i>
FIGURA 49. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC PEL SÒL, EXTRETA DEL CE3X (FONT: CE3X).....	79
<i>FIGURA 50. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC PER A LES FINESTRES DISPOSADES A AL FAÇANA PRINCIPAL, EXTRETA DEL CE3X.....</i>	<i>80</i>
<i>FIGURA 51. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC PER LA PORTA PRINCIPAL, EXTRETA DEL CE3X.....</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 52. FINESTRA DE L'EMBOLCALL TÈRMIC, ON ES MOSTREN ELS PONTS TÈRMICS DEL MÒDUL, EXTRETA DEL CE3X (FONT: CE3X).....</i>	<i>82</i>
FIGURA 53. GRÀFIC, EN PERCENTATGES, DEL CONSUM DELS DIFERENTS DISPOSITIUS QUE CONSUMEIXEN ELECTRICITAT.....	83
FIGURA 54. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DEL MÒDUL.....	84



Llista d'abreviatures/Glossari

TFE	Treball Final d'Estudis
ONU	Organització de les Nacions Unides
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
ACNUR	Alt Comissariat de les Nacions Unides per als Refugiats
RGV	Reglament General de Vehicles
ACC	Autorització
VERTE	Vehicles En Règim e Transport Especial
DGT	Direcció General de Trànsit
OMS	Organització Mundial de la Salut
PWM	Pulse Width Modulation
MPPT	Maximum Power Point Tracking
DC	Direct Current
AC	Altern Current
CC	Corrent Continua
AGM	Absortion Glass Mat
HSP	Hora Solar Pic
PVGIS	Photovoltaic Geographical Information System
REBT	Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió
LED	Light Emitting Diode
PESMA	Pla Estratègic de Salut i Medi Ambient
RITE	Reglament d'Instal·lacions en els Eddificis
IDA	Indoor Air
CO2	Diòxid de Carboni
IDAE	Institut per la Diversificació i Estalvi Energètic
CTE	Codi Tècnic de l'Edificació
ACS	Aigua Calenta Sanitària
PVC	Policlorur de Vinil

1. Introducció

1.1 Objecte

L'objecte d'aquest estudi és dissenyar un immoble el qual pugui ser utilitzat per aquelles persones que es troben sense llar, com a conseqüència d'haver-se produït algun desastre natural o succés similar. Aquesta edificació, al ser d'un ús principalment temporal, ha de presentar un equilibri entre viabilitat econòmica, una relativa facilitat a l'hora de ser transportada i instal·lada a la ubicació corresponent, la possibilitat de muntar-se sobre terrenys diversos i ser un habitatge senzill però digne. Per aquesta, raó es duen a terme estudis de canalització d'aigua, així com de generació d'energia d'autoconsum entre altres.

A més, degut a l'ús d'aquestes edificacions es contempla el disseny integral del tipus micro-ciutat i les diferents funcions que un mateix mòdul pot ocupar.

1.2 Abast

Durant l'estudi es requerirà el desenvolupament de les tasques següents:

- Cerca i anàlisi de l'evolució de les mesures adoptades, en els últims anys, per a aquelles persones que no poden accedir al seu domicili habitual degut a un desastre natural o succés similar.
- Anàlisi de les necessitats del usuari a fi de incorporar els elements essencials en aquesta edificació.
- Anàlisi comparativa de les diferents solucions actuals a fi de seleccionar la més adient d'acord als factors esmentats amb anterioritat.
- Disseny 3D del mòdul bàsic d'edificació com habitatge. Anàlisi del sistema del adaptació dels mòduls bàsics en grups plurimodulars, com menjadors comuns, àrees socials o escoles per infants.
- Dibuix de plànols de detall de l'habitatge (tant a nivell estructural com del subministrament elèctric i de l'aigua). Anàlisi estructural.
- Anàlisi de necessitats energètiques i de possibles solucions amb energies renovables o autoconsum tot aplicant les més adients.
- Estudi econòmic (es contemplen els costos ocasionats per la selecció de materials, així com dels electrodomèstics situats en l'habitatge entre altres).
- Estudi mediambiental i certificació energètica.

Tot i que es contempli la diversitat de funcions que un mateix mòdul o edificació pot tenir, en aquest TFE ens centrarem en l'estudi i el disseny d'una edificació com habitatge temporal.

A més, ens centrarem en la normativa vigent espanyola i en diverses organitzacions de caràcter internacional com ara la ONU, per a arribar a una solució legal i digne per a l'individu.



1.3 Requeriments

Els requisits a considerar pel desenvolupament de l'estudi son:

- Disseny del mòdul bàsic contemplant les necessitats mínimes següents cuina, menjador i dormitori per com a mínim 4 persones (els lavabos es troben com un únic mòdul apart).
- Complir amb les condicions marcades per organitzacions com ACNUR envers els drets i llibertats.
- S'ha de contemplar una estada mínima de les persones en el camp de 24 mesos.
- El muntatge i la posta en servei del mòdul basic a l'emplaçament ha de ser inferior a 4 hores.
- Incorporació de sistemes i mesures sostenibles.
- L'habitatge ha de presentar un cert equilibri entre:
 - o Senzillesa (a nivell estètic i estructural).
 - o Transport i instal·lació.
 - o Dimensions dignes.
 - o Adaptació a diferents terrenys i zones geogràfiques dins del territori nacional.
 - o Viabilitat econòmica.

1.4 Justificació

La pandèmia de la COVID-19 ha marcat un abans i uns després en els nostres dies. Ha afectat en la vida de milers de persones al voltant del món provocant un empobriment tant econòmic com personal. A més, ha provocat el moviment de milers de persones arreu del món en busca de noves oportunitats. ^{[3],[4]}

També, degut en gran mesura al canvi climàtic, l'aparició de desastres naturals ha anat en augment; fent-se de gran notorietat en els últims deu anys. Entre aquests, destaquem l'erupció del volcà "Cumbre Vieja". Tot i que el principal problema va ser el curs de la bugada de lava, va provocar incendis forestals. A més, la cendra resultant de les erupcions va repercutir en la inhabilitació del medi aeri durant setmanes i en les persones presentant afeccions cutànies i en les vies respiratòries, entre d'altres. ^{[5],[6],[7]}

Així mateix, va provocar el desallotjament de més de 7.000 palmesans i palmesanes. El Govern de Canàries va habilitar dos hotels i varis centres socio-sanitaris per aquestes persones. No obstant però, una gran porció dels desallotjats va ser acollida per amics i familiars. ^{[8],[9]}

Una altre situació d'actualitat es la guerra oberta entre Ucraïna i Rússia. No només afectant negativament a la economia global, sinó a les famílies ucraïneses. Avui dia, la ONU estima en 2,7 milions el número de refugiats ucraïnesos, entre els quals més d'un milió arriben a Polònia fugint del conflicte. ^{[10],[11]}

Tots aquests factors, i d'altres no esmentats, fan que l'estudi i el disseny d'una edificació d'acollida per a individus que han patit aquests successos sigui de primera necessitat.

2 Antecedents i estat de l'art

La funció d'un camp de refugiats es centra principalment en l'atenció i la acollida, temporal, de tot individu que ha d'abandonar el seu país o regió per motius aliens a aquest; com per exemple conflictes armats o desastres naturals.

Tot i la temporalitat dels camps, els refugiats romanen en aquests el temps necessari fins a poder tornar a la normalitat, o bé, fins haver trobat una solució al problema. En el cas del camp de Kosovo, situat en Albània, es va trobar en funcionament durant 3 mesos. No obstant, hi han d'altres camps com el de Dadaab, a Kenia, que després de més de 25 anys continuen en funcionament.

Al llarg del temps, s'han establert una sèrie de normes per a la construcció d'aquests assentaments. Recollides per diversos organismes internacionals, serveixen de base per a dur a terme la creació d'un campament i així cobrir les necessitats dels refugiats. Aspectes com la grandària del campament, la densitat, l'estructura socioeconòmica i la independència de l'ajuda externa varien considerablement d'un context a un altre. No obstant això, les característiques principals fan referència als següents aspectes comuns:

- **Emplaçament:** Els camps de refugiats, en la mesura que sigui possible, es localitzaran en les proximitats de nuclis urbans i, evitant fronteres i àrees de conflicte. D'aquesta manera es brinda seguretat i un fàcil accés a recursos.
- **Estructura:** Ha de ser capaç de solucionar de la millor manera possible les necessitats dels refugiats, aprofitant al màxim els recursos destinats en aquesta.
- **Disseny:** Es té com objectiu obtenir una disposició del camp senzilla i funcional. De tal forma que la circulació per aquest sigui fluida.
- **Seguretat:** S'estableixen una sèrie de protocols interns per a evitar conflictes dins la comunitat. A més, el govern de la regió en el que es troba el camp de refugiats és qui brinda els mecanismes de seguretat adients.
- **Administració i serveis:** El camp ha de presentar diverses àrees administratives i sanitàries per a la recepció, control i registre de refugiats, proveïdors d'aliments i d'equipament sanitari i educatiu.

Altres serveis: També són permeses altres àrees com cementiris, zones d'oci o treball,...



Figura 1. Complex del camp de refugiats de Dadaab

(Font: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2016/05/09/742045-arquitectura-de-los-desplazados-asi-son-las-dificiles-condiciones-de-vida-en>)

2.1 Dadaab

El campament de refugiats a Dadaab, una ciutat situada al sud-est de Kènia i a prop de la frontera amb Somàlia, sorgeix com un refugi al 1991 per a aquelles persones que fugen de la guerra civil que va esclatar en aquell mateix any al país. Constava de 3 camps principals: Hagadera, Dagahaley i Ifo. El primer estava situat en el districte veí de Fafi, mentre que els dos últims estaven situats en Lagdera, Dadaab. Originalment es va establir com un refugi temporal per a al voltant de 90.000 refugiats i sol·licitants d'asil, però amb l'augment de l'afluència de refugiats, els campaments van existir durant uns 24 anys. Durant la fam de la Banya d'Àfrica en 2011 es van establir dos campaments addicionals (Ifo 2 i Kambioos) per a ajudar amb l'arribada de nous refugiats. Atès que el nombre de refugiats va disminuir en Dadaab, aquests dos campaments van ser tancats després d'alguns anys. El govern de Kenia no va permetre la construcció d'estructures permanents i també va amenaçar repetidament amb tancar els campaments per complet perquè no suportava amb la sobrecàrrega dels refugiats somalis. Kenya sempre va tractar de mantenir els números d'individus residents al mínim, però mai va tancar oficialment els campaments.

El complex de campaments tenia una població de més de 200.000 persones i estava compost per homes, dones i nens, que van haver de fugir del seu país (Somàlia) a causa de la guerra i la fam en curs. Més del 50% dels refugiats eren nens i durant l'existència dels campaments van néixer més fills i nens dels refugiats, de manera que després d'alguns anys tres generacions de refugiats vivien sota un mateix sostre.

En general, els campaments s'assemblaven a ciutats conreades de manera natural i els refugiats vivien en refugis tipus barraca anomenats tukuls, que és una estructura amb forma de cúpula de palla d'herba, utilitzada típicament per les comunitats somalis. Aquests refugis no proporcionarien suficient privacitat, protecció contra la temporada de pluges o animals i molt poca ombra de les altes temperatures (que són totes coses que una llar normal ha de proporcionar).

A l'abril de 2003, les fortes pluges van destruir més de 600 habitatges i van deixar sense llar a més de 3.000 refugiats. Al llarg dels anys, les condicions de vida i sanejament es van deteriorar per sota dels nivells acceptables - els espais de vida estaven abarrotats, deixant només al voltant de 3 m² per refugiat, la qual cosa també va facilitar la propagació de malalties.

A més, les condicions de les latrines eren miserables. Tenien parets fràgils, fetes de materials de garbellat que es descompondrien després de poc temps i la constant necessitat de reparació i reconstrucció va tenir un impacte negatiu en el medi ambient. Les latrines tampoc tenien portes, per la qual cosa no deixaven privacitat als refugiats.

En 2003, l'Agència de les Nacions Unides per als Refugiats va recaptar suficients diners per a iniciar un projecte pilot de construcció de 1.500 habitatges per a refugiats en Dadaab. L'objectiu era reemplaçar els tukuls per cases resistents a la intempèrie, més dures i més espaioses que poguessin proporcionar més privacitat i protecció als refugiats. Les cases van ser construïdes amb finestres, portes, pals de goma, bigues, cintres i làmines de ferro per al sostre. L'agència de refugiats de l'ONU també proporcionaria a la comunitat equipo de fabricació de maons i assistència tècnica, perquè els propis refugiats participessin en la construcció. ^{[12],[13],[14],[15],[16]}



Figura 2. Principals estructures al complex del camp de refugiats de Dadaab

(Font: <https://theconversation.com/the-worlds-largest-refugee-camp-what-the-future-holds-for-dadaab-88102>)

2.2 Dollo Ado

En 2009, el govern etiòp i l'ACNUR van obrir dos camps de refugiats: Bokolmanyó i Melkadida, en Dollo Ado, una petita ciutat situada en el sud-est d'Etiòpia, prop de la frontera amb Somàlia i Kenya. Milers de somalis van haver de fugir del seu país degut a l'escalada de la violència en la guerra civil en curs i van arribar a Etiòpia a la recerca de refugi. Lamentablement, els campaments només es van poder construir amb una infraestructura subdesenvolupada i oportunitats econòmiques limitades, ja que es trobaven en una zona àrida. En 2011, tres campaments més (Kobe, Hilaweyn i Buramino) van haver d'obrir-se a causa d'un nou flux migratori causat per la tibant sequera i la guerra civil.

Encara que els campaments de refugiats es presenten com a refugis de caràcter temporal, la majoria dels refugiats romanen allà de manera permanent o fins que els camps es tanquen.

Durant els 10 anys en què els cinc campaments de Dollo Ado van estar actius, més de 240.000 refugiats vivien allà, d'entre els quals el 52% eren dones i el 65% nens. En 2021, uns 170.000 refugiats vivien en els campaments de Dollo Ado, segons les dades d'ACNUR de maig.



Figura 3. Estructures metàl·liques al complex del camp de refugiats de Dollo Ado

(Font: <https://alianzashire.org/campos-de-refugiados-en-shire/>)

En els cinc campaments de Dollo Ado, els refugiats vivien en tendes de campanya, proporcionades per l'ACNUR com a refugis temporals. No obstant això, les condicions de vida distaven molt de ser acceptables, ja que els refugis oferien poca privacitat i presentaven deficiències en el control del clima, especialment tenint en compte les altes temperatures a Etiòpia. A més, podien ser fàcilment danyats o destruïts pel vent, la pluja i el foc, ja que les estructures no eren molt robustes. Alguns dels individus, veient-se en aquesta situació, van optar per a construir-se refugis propis amb retalls metàl·liques i d'altres materials (tal i com es pot apreciar en la figura anterior)

És per això que ACNUR, amb col·laboració amb IKEA, va començar a treballar en la millora de les condicions de vida. L'objectiu era liderar una forma nova i més sostenible de respondre a les necessitats dels refugiats, amb la perspectiva de poder replicar-ho a major escala quan sigui necessari.

Entre 2011 i 2018 es van invertir al voltant de 100 milions de dòlars en aquest projecte, secundant cada vegada més el desenvolupament econòmic i les oportunitats de manteniment per als refugiats. Això va donar lloc a un augment dels ingressos familiars, que es va garantir mitjançant l'ocupació remunerada, el suport a la ramaderia, el desenvolupament empresarial, la formació professional i professional i els programes agrícoles. Gràcies a la construcció d'escoles i de centres ambientals per a joves, així com la creació de centres formatius pels adults, entorn el 30% dels refugiats han aconseguit ser solvents. ^{[17],[18],[19],[20],[21]}

2.3 Kakuma

El camp de refugiats Kakuma, també conegut com la “torre de Babel” degut a la diversitat dels seus residents, es situa al nord-oest de Kenia. Aquest camp neix al 1992 per a acollir als “nens perduts de Sudan”, tal i com es coneixen als 20.000 menors que van fugir de la Segona Guerra Civil Sudanesa compresa entre els anys 1983 i 2005.

Actualment trobem petits comerços que ofereixen tota mena de productes, des de fruita i verdura fins a sabates, a més dels 148.000 refugiats que conformen Kakuma. Aquests comerços son dirigits pels propis refugiats i, en mesura, gràcies a ajudes d'entitats col·laboradores com els missioners salesians.



Figura 4. Edificacions al complex del camp de refugiats de Kakuma

(Font: <https://alianzashire.org/campos-de-refugiados-en-shire/>)

Les cases dels campaments de Kakuma no van ser construïdes amb visió d'una durabilitat a llarg termini o fins i tot de caràcter permanent i no van poder satisfer les necessitats humanes vitals. Les cases són petites i superpoblades (mesuren tres per quatre metres) i van ser dissenyades per a famílies de 5 persones, la qual cosa deixa a cada persona amb 2,4 metres quadrats. A causa de la contínua afluència de refugiats, la majoria de les vegades dues famílies vivien en una casa, la qual cosa donava com a resultat 10 o més persones per casa. Alguns fins i tot havien de dormir fora de les cases, perquè no hi havia suficients cases ni espai. Les estructures consistien principalment en una habitació amb parets de fang i un sostre fet de làmines de plàstic, ferro corrugat o palla “makuti” teixida amb fulles de palma de coco. Els maons per a les parets van ser fabricats in situ amb l'ajuda dels refugiats barrejant aigua amb fang i deixant-los assecar al sol. Aquestes parets, no obstant això, no són molt resistents a les inundacions, freqüents en aquesta regió. A més, la manca d'aïllament tèrmic i la deficient ventilació van provocar greus impactes en el confort i la salut dels residents.

Per tant, es podria dir que les organitzacions d'ajuda no van proporcionar estàndards mínims d'habitabilitat, que sovint es passen per alt en els habitatges per a refugiats.
[22],[23],[24],[25],[16]

2.4 Nizip-II

Nizip-II és un dels més de 26 camps de refugiats estesos per tota Turquia. En concret es troba a 45 quilòmetres de la ciutat de Gaziantep (ubicada al sud de l'estat) i neix, en un principi, com a refugi temporal per a totes aquelles persones que fugen de les forces del règim de Bashar al Assad, dels rebels que els volen deportar i l'estat islàmic.

Només arribar al camp, als individus se'ls hi retiren les armes (en cas de portar-ne) i se'ls fa un examen de salut físic i psicològic. A més, se'ls hi entrega un número d'identificació

El camp es troba equipat amb supermercats en els quals els individus residents poden realitzar la seva compra gràcies a una targeta que se'ls hi es entregada, un hospital que presta atenció mèdica les 24 hores del dia, una mesquita, una biblioteca, etc.

El centre es troba dividit en 10 "ciutats" governades cadascuna per un representant escollit per la "ciutadania" d'aquella mateixa "ciutat" i són aquests els encarregats de parlar amb les entitats governamentals en cas de ser necessari.

Tot i això, per a poder sortir del camp durant la seva estança només és possible si es compleix una de les dues condicions següents:

- Si volen sortir durant el dia per a visitar a algú o per qüestions de feina, ho podran fer però mitjançant un marcatge d'impremta digital.
- Si volen realitzar sortides amb un període superior a 12h, hauran de demanar un permís.

Tal i com es pot apreciar a la imatge següent, el campament utilitza containers adaptats per a donar una llar temporal als refugiats. Aquests presenten aigua calenta, aire condicionat, televisió per cable, refrigeradors i una cuina equipada. [26],[27],[28]



Figura 5. Edificacions al complex del camp de refugiats de Nizip-II

(Font: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2016/05/09/742045-arquitectura-de-los-desplazados-asi-son-las-dificiles-condiciones-de-vida-en>)

3 Metodologia

A continuació es presenten les consideracions preses, així com les tècniques i eines utilitzades per a la resolució de la problemàtica esmentada anteriorment.

3.1 Cerca de premisses de caràcter mandatari

Tal i com es defineix en el “UNHCR Emergency Handbook”, un camp de refugiats és un assentament de caràcter temporal en el qual es proporcionen, per part del govern de la nació en el que es troba i altres agents humanitaris, serveis de protecció i d'assistència sanitària entre d'altres, a tots els refugiats o desplaçats que resideixen en aquest. [29]

Els camps es troben dissenyats de tal manera que la població es troba centralitzada per a afavorir serveis com el de la gestió humanitària. No obstant, donat a la manca de recursos que els camps solen presentar i la gran concentració de persones, aquesta distribució incrementa el risc de contraure malalties. [30]

També, els camps limiten drets i llibertats d'aquells que hi resideixen com el dret a la lliure circulació (un clar exemple és el cas del camp de Ritsona, a Grècia, on els refugiats només tenen permís per a sortir a la ciutat un cop a la setmana) a escollir a on i com viure, etc. En definitiva, es troben dissenyats per a limitar la vida dels individus. A més, cada cop són més els campaments de refugiats que acaben sent assentaments permanents. [31]

D'aquesta manera, per a dur a terme el disseny del projecte s'han tingut en compte els següents aspectes: [30]

- Accés a fonts de recursos naturals com aigua, fusta i materials de construcció
- El tamany mínim de la vivenda en situacions d'emergència és de 3,5 m² per persona per a climes càlids o tropicals (sense incloure la cuina donat que es dona per suposat que es troba a l'exterior) i d'entre 4,5 m² i 5,5 m² per persona per a climes freds (incloent-hi la cuina i el bany).
- Assentament en llocs on el terreny presenta certa facilitat a l'absorció de l'aigua per afavorir l'agricultura, disminuir riscos per inundacions, la construcció de banys, etc. A més, terrenys amb pendents entre l'1% i el 5% són ideals donat que afavoreixen el drenatge natural
- La recol·lecció de primeres matèries s'haurà de fer de forma sostenible.
- S'eviten els espais propensos a inundacions, fortes ràfegues de vent, esllavissades de neu o roques, etc.
- S'afavoreix la interculturalitat i la integració social, així com la igualtat d'oportunitats sense discriminacions de cap tipus (de gènere, ètnia, classe social, discapacitat, etc.).
- Situació geogràfica pròxima a la civilització local.
- Evitar la disposició del camp a prop de fronteres en països amb conflictes oberts.
- Participació de la població en el disseny i la construcció dels mòduls per a que l'individu faci del mòdul una llar.
- Compliment dels drets i llibertats dels residents.

3.2 Anàlisi d'impacte ambiental

Aspectes com la localització, els materials empleats per a construir les vivendes temporals i l'ús de recursos locals, poden produir impactes negatius pel medi ambient que, alhora a llarg termini, poden tenir conseqüències sanitàries, socials i econòmiques tant pels individus del camp com per la població local.

És per aquesta raó que, analitzant aquests impactes, les consideracions mediambientals s'han de tenir en compte als inicis del projecte (abans de la posada en marxa d'aquest) i d'aquesta manera, poder aconseguir una reducció significant en el costos relacionats amb els danys mediambientals (desertificació de terres de cultiu, contaminació de rius i llacs, etc.).

Per assegurar el benestar dels residents del camp i de la població local protegint l'emplaçament, s'han de tenir en compte les següents consideracions:

- En tot moment cal evitar la situació del camp en zones protegides o pròximes a aquestes. Sempre i quan sigui possible, es situarà a 15 km o a un dia de distància, a peu, de les zones protegides o reserves naturals.
- La preparació del terreny es farà tenint en compte la vegetació actual de la zona i reduint el màxim possible els danys col·laterals que aquesta acció pot arribar a produir.
- Es recomana que, en la mesura del possible, els assentaments siguin petits (però sense posar en risc els drets i llibertats dels residents).
- Envers el disseny de les vivendes, per climes freds es recomana la incorporació de millores passives com aïllants per a estalviar en la utilització de combustibles i ser així més rentables a llarg termini.
- La utilització dels recursos locals s'haurà de fer sota una rigorosa planificació per a que l'impacte ambiental sigui el mínim possible.
- El promoure la utilització de sistemes que consumeixen menys recursos naturals, tècniques de cuina més econòmiques a nivell energètic com l'ús de tapes per les olles o la reforestació.
- Evitar l'evocació de substàncies i material contaminant al medi. Per aquesta raó un bon sistema de recollida de residus serà essencial. ^{[29],[32],[33]}

3.3 Elecció d'elements essencials pel benestar

Abraham Maslow, psiquiatre i psicòleg dels estats units, va postular que tot individu presenta una sèrie de necessitats que han de ser satisfetes. Aquestes es troben situades de forma jeràrquica en una piràmide (tal i com es pot apreciar en la figura 6) en funció de la prioritat; sent les necessitats de la base les més primordials i les de la punta les menys. Quan l'individu presenti la primera de les 5 necessitats establertes, podrà passar a la següent i així successivament fins arribar a la cúspide. [34],[35]



Figura 6. Piràmide de Maslow

(Font: <https://www.wattpad.com/612513892-movimiento-rae%E3%80%82-%E2%9D%9Bmaslow%E2%9D%9C>)

Amb el projecte, es pretén que tot individu pugui satisfer, al menys les dues primeres fases de la piràmide. Aquestes tracten de les necessitats fisiològiques o bàsiques i de la seguretat. La primera involucra aspectes com la disposició d'aigua i aliments, una correcta ventilació dels espais per a poder respirar o les condicions de descans (matalassos, mantes, etc.). En canvi, la segona fase fa referència a aspectes com el de tenir una llar o accés a condicions mínimes de calefacció i il·luminació.

D'aquesta manera, el nostre mòdul haurà de disposar de, com a mínim, els següents elements i dispositius:

- Sistemes d'il·luminació, calefacció i refrigeració.
- Accés a aigua potable.
- Llits.
- Finestres i dispositius per a una correcta ventilació.
- Kits de primers auxilis, articles d'higiene personal i medicines.
- Productes de neteja.
- Utensilis de cuina com plats, coberts o casseroles. [36],[37]

3.4 Cerca de possibles solucions i d'actuals

3.4.1 Solucions actuals

Quan esclata una crisi humanitària, tot i que es pot arribar a preveure, no avisa amb antelació; és per això que s'ha d'estar preparat per a entendre a aquelles persones que requereixen d'ajuda. [38]

Principalment trobem tres tipus de vivendes dissenyades per a aquestes situacions:

- Refugis en cas d'emergència

Aquest tipus de vivenda és dissenyat per a combatre situacions d'emergència que requereixen d'atenció immediata. És per això que són lleugeres i fàcils de transportar i muntar. No obstant, aquestes avantatges es veuen afectades per fets com el lloc a on han de ser establertes, són més incòmodes a l'hora de dormir respecte d'altres solucions, s'han de renovar continuadament degut a que es deterioren amb major facilitat per la seva composició (polièster principalment) i per a fer ús de qualsevol servei sanitari s'ha de disposar de zones comunes. [38]



Figura 7. Tenda amb sostre de volta

(Font: <https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/refugio-que-es-como-se-construye-y-que-tipos-hay>)

- Tendes per a llargues estances

Les tendes per a llargues estances, a diferència de les anteriors i com el seu nom indica, es troben dissenyades per a donar refugi a individus durant períodes de temps més llargs. Normalment s'utilitzen en llocs on les condicions climatològiques són complicades. Això és possible gràcies a que a l'estar construïdes a partir d'una mescla de cotó i polièster, que els hi aporta una major resistència al desgast per la pluja i altres factors ambientals. No obstant, es requereix de zones comunes per a accés a l'aigua sanitària. [38],[39]



Figura 8. Tenda unifamiliar

(Font: <https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/refugio-que-es-como-se-construye-y-que-tipos-hay>)

- Unitats de refugi

Aquesta última solució és va desenvolupar a posteriori per, en cas de ser necessari, permetre estances prolongades (superiors a 2 anys). Es troben construïdes a partir de panells d'alumini o d'acer. Aquestes presenten les següents avantatges:

- Preparades per a combatre i resistir situacions ambientals adverses.
- Al ser modulares, el seu transport és més fàcil i faciliten una major sensació de comoditat als individus.
- Disposen de sistemes d'electricitat i ventilació.
- Es poden assentar en terrenys irregulars.
- No es requereix d'equips amb un ampli coneixement per a dur el seu assemblatge.

No obstant, els principals inconvenients que mostren aquestes estructures són que requereixen de més temps per a ser construïdes i representen un cost més. ^{[38],[40]}



Figura 9. Unitat de refugi d'ACNUR EN col·laboració amb IKEA

(Font: <https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/refugio-que-es-como-se-construye-y-que-tipos-hay>)

3.4.2 Solucions innovadores

Actualment, donat a l'augment del número de persones que necessiten d'un refugi de caràcter temporal donat a conflictes bèl·lics, desastres naturals o per canvis en el hàbitat local pel canvi climàtic; són cada cop més les persones involucrades en donar suport a aquestes famílies i, és per això que sorgeixen projectes com els següents:

- CMax System

Aquesta proposta d'unitat de refugi dissenyada per en Nicolás García, es presenta com un sistema econòmic, amb materials resistent i de fàcil muntatge per a situacions d'emergència. El furor d'aquest dispositiu va ser qual, que va fer que es reconegués al dissenyador com un dels 10 joves d'excel·lència del 2014.

És un habitacle construït principalment de polipropilè, alumini i tela de polièster amb la capacitat de quadruplicar el seu tamany inicial i poder albergar així fins un total de 10 persones. [41], [42]



Figura 10. CMax System

(Font: <https://cmaxsystem.com/>)

- Concrete Canvas Shelter

Concrete Canvas Shelter neix de l'impuls i de la sensibilització de dos nois, William Crawford i Peter Brewen, envers les condicions dels refugiats als camps. Al 2004 desenvolupen un refugi d'encofrat inflable revestit de geotèxtil farcit de ciment que es lliura en el lloc, plegat i depositat en caixes. Per a dur a terme la posada en marxa només es requereix diari i aigua. Aquest sistema aprofita el concepte de la inflació per a la creació d'una superfície optimitzada per a treballar per compressió. Això, permet crear estructures de formigó tot i ser fines, són alhora robustes i lleugeres. [43]



Figura 11. Concrete Canvas Shelter, posada en marxa

(Font: <https://buildabroad.org/2016/09/29/concrete-canvas-ltd/>-)

- Contenedors marítims

Com a forma d'allargar la vida els contenidors marítims en desús, se'ls hi dona una nova funció com a residència temporal.

Aquesta tecnologia porta més de 50 anys existint (es va començar a utilitzar en l'àrtic com a solució de la necessitat de manipular càrregues en aquest) tot i que s'ha fet popular en la última dècada. Les avantatges que aquestes estructures ens proporcionen són les següents:

- Hi ha contenidors que tenen una superfície útil de 30m² que poden albergar en el seu interior un nucli familiar petit.
- La gran quantitat de contenidors que circulen actualment i al ser reutilitzats, fa que el preu d'aquests sigui econòmic.
- Al estar dissenyats per apilar-se amb facilitat, aquesta característica facilita el seu transport i la distribució d'aquests sobre el terreny.
- Són robustos i resistent donat a que en un principi estan construïts per a suportar climes extrems i sacsejades i cops durant el transport de mercaderies.
- Actualment, proporcionen una identitat a l'edifici diferent de la resta. [44]



Figura 12. Casa prefabricada en un contenidor marítim

(Font: https://www.arquitecturaydiseno.es/arquitectura/moderna-casa-prefabricada-hecha-contenedores-para-vivir-campo_5564)

3.5 Propostes de disseny

Totes aquestes propostes que es presenten a continuació són dibuixos propis d'altres propostes que actualment es troben en el mercat. No obstant, el dibuixar aquestes idees em va fer pensar en les característiques úniques que aportaven un valor especial al projecte i també en aquelles que no encaixaven o que les feia menys interessants per a la meua situació.

El primer cas amb el que ens trobem és amb de la companyia "Brette Haus". Tal i com s'observa en la figura següent, es presenta com una casa senzilla i que es plega formant un quadrat. ^[45]



Figura 13. Casa plegable de la companyia Brette Haus

(Font: <https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/casa-prefabricada-portatil-plegable-lista-3-horas/28512>)

Taula 1. Avantatges i inconvenients casa plegable Brette Haus

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> - El poder transformar-se en un cub facilita i redueix els costos per transport. - Materials resistents. - Facilitat de cimentació. - Estèticament agradable i de caràcter acollidor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prescindeix de sistemes per a instal·lar-se en qualsevol terreny. - Requereix de maquinaria pesada per a la seva posada en marxa. - No presenta incorporats mobles.

Empreses com Ten Fold Engineering opten per dissenys minimalistes i la utilització de palanques i contrapesos per a fer desplegar la vivenda; a més de la possibilitat de col·locar-se en qualsevol terreny.

Tal i com va dir David Martyn (fundador de Ten Fold Engineering), “Ja no som una cultura nòmada, així que aquest és un nou concepte basat en una interpretació moderna del nomadisme pel que fa a l’economia global” [46],[47]



Figura 14. Casa plegable de la companyia Ten Fold Engineering
(Font: <https://www.tenfoldengineering.com/>)

Taula 2. Avantatges i inconvenients casa plegable Ten Fold Engineering

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none">- El poder reduir les seves dimensions facilita i redueix els costos de transport.- Materials resistents.- Útil per a qualsevol tipus de terreny.- Estèticament agradable i de caràcter acollidor.	<ul style="list-style-type: none">- Sistema de plegatge car.- No presenta incorporats mobles.- Materials òptims que encareixen el dispositiu.

Finalment, hi ha qui es decanta per un tipus d'estructura que va un pas més enllà de la imaginació i trenca amb totes les normes actuals. Com és el cas d'un grup d'arquitectes eslovacs que presenten una càpsula en forma d'ou, una vivenda que genera la seva pròpia energia i que pot ser ubicada en qualsevol terreny. [48]



Figura 15. Eco càpsula dissenyada per Nice Architects
 (Font: <https://www.tenfoldengineering.com/>)

Taula 3. Avantatges i inconvenients casa plegable Nice Architects

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> - Materials resistents. - La incorporació d'aparells d'aprofitament de l'energia solar fan d'aquest un projecte més sostenible. - Es pot instal·lar en qualsevol terreny. - Estèticament agradable i de caràcter acollidor 	<ul style="list-style-type: none"> - No presenta cap sistema per a augmentar la seva superfície útil - La seva forma no és òptima pel transport dificultant-lo i encarint-lo. - No presenta incorporats mobles. - Materials de gama alta.

3.6 Exposició de la solució final

A partir de l'anàlisi d'aquests projectes i d'altres mencionats amb anterioritat va sorgir la idea de dissenyar el dispositiu que es mostra a continuació i que presenta amb les característiques següents:

- Capacitat de reduir les seves dimensions (a més de prescindir de maquinaria per augmentar la seva superfície útil i mitjançant un sistema econòmic).
- Incorporació de sistemes de recollida d'aigua pluvial i de captació de llum solar (d'aquesta manera s'aconsegueix reduir la petjada ecològica del projecte).
- Materials resistents que proporcionen el poder treballar sota climes adversos i sensació de seguretat.
- Facilitat de muntatge i desmuntatge (aquesta última per a ser aprofitat de nou en un altre emplaçament). Amb una estimació al voltant de 3,5 hores contemplat obertura de les ales i instal·lació dels sistemes de recollida d'aigües, solar i ventilació
- Tant el mobiliari com els components dels sistemes de recollida d'aigua i captació de llum solar són presents en l'interior del mòdul.
- Apte per a qualsevol tipus de terreny.
- Vivenda apta per a qualsevol zona climàtica seguint el "UNHCR Emergency Handbook" donat a que presenta una superfície útil de 37,44 m² que, a repartir entre els 8 residents, és de 4,68 m² per persona.
- Estèticament acollidor per a reduir, en tant sigui possible, l'estrès dels individus.

3.6.1 Proposta de disseny

A continuació es mostren una sèrie d'imatges de la proposta final:



Figura 16. Proposta de disseny façana principal mòdul

(Font: Elaboració pròpia)



*Figura 17. Proposta de disseny façana posterior mòdul
(Font: Elaboració pròpia)*



*Figura 18. Proposta de disseny interior menjador
(Font: Elaboració pròpia)*



*Figura 19. Proposta de disseny habitacions
(Font: Elaboració pròpia)*

3.6.2 Versatilitat

A més de totes aquestes característiques que omplen de valor al projecte (descrites amb anterioritat), s'ha de destacar una en particular i és la de la versatilitat que presenta. És a dir, un mateix mòdul (mateixes singularitats) pot ser utilitzat per a fins diversos com es mostra en les imatges següents:



Figura 20. Proposta de disseny del mòdul com a residència de luxe
(Font: Elaboració pròpia)

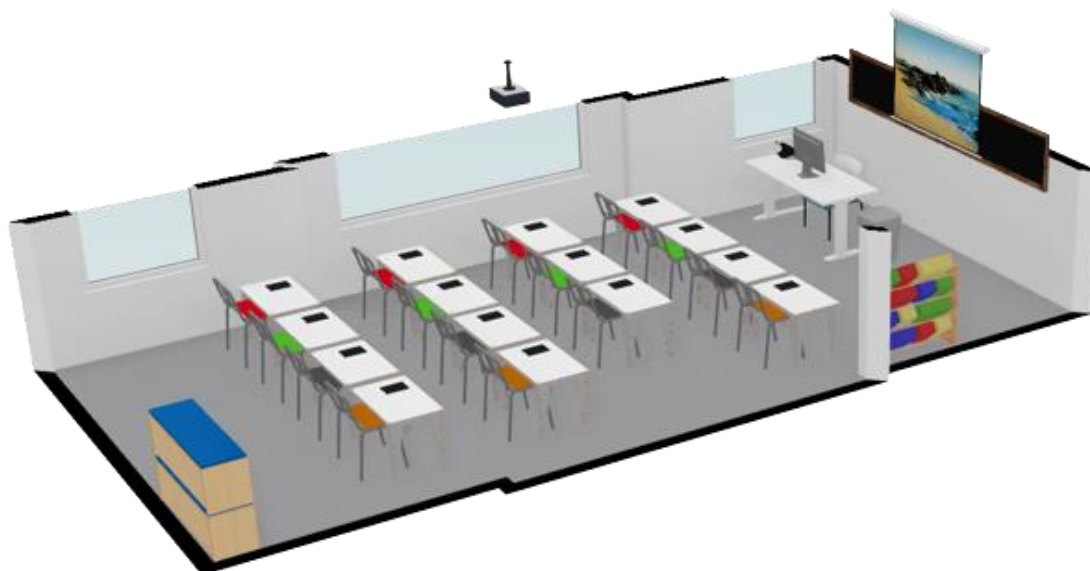


Figura 21. Proposta de disseny del mòdul com a escola
(Font: Elaboració pròpia)

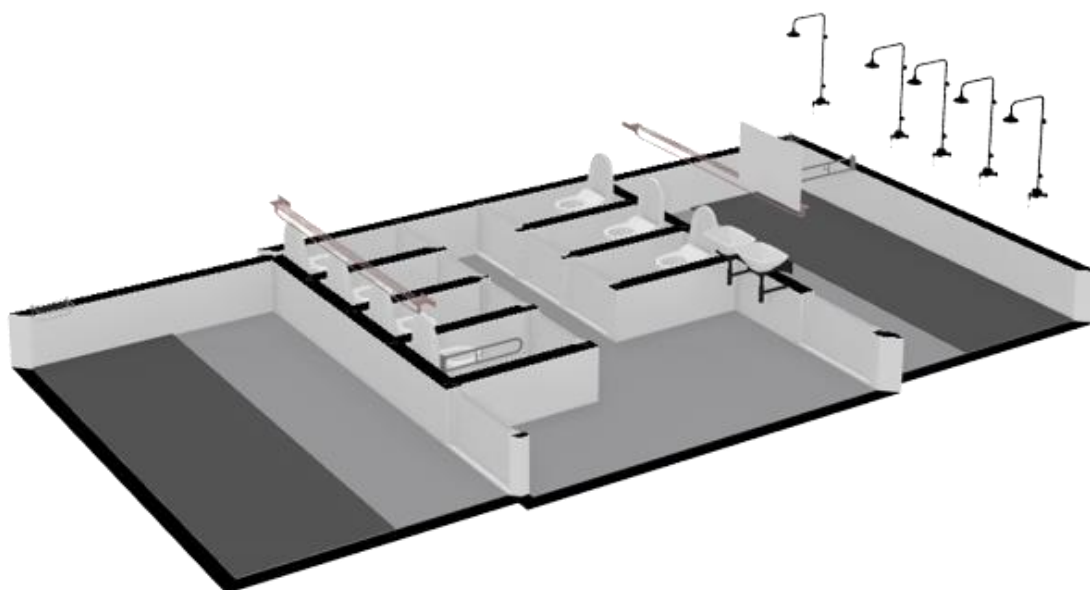


Figura 22. Proposta de disseny del mòdul com a lavabos públics
(Font: Elaboració pròpia)

4 Desenvolupament de la solució

4.1 Mètodes de transport

Per a distribuir els mòduls, tant per la península com fora d'aquesta, existeixen principalment 4 vies:

4.1.1 Terrestre

El transport terrestre és el més utilitzat en quan a la realització del transport de mercaderies per a curtes i mitges distàncies donat a la gran xarxa de carreteres que presenten els països desenvolupats com Espanya.

Pel cas que ens precedeix, segons el Reial decret 490/1997, de 14 d'abril, pel qual es modifica el Codi de la Circulació i es determinen els pesos i dimensions màxims dels vehicles, se'ns especifica que l'amplada màxima autoritzada d'aquest és de 2,55m (i de 2,60m en superestructures de vehicles a condicionats). A més, segons Reglament General de Vehicles (RGV), la càrrega a transportar en cap moment a de sobresortir de la projecció en planta del vehicle a excepció, entre d'altres, del transport de càrregues indivisibles dut a terme per un vehicle destinat exclusivament al transport de mercaderies. En aquest cas la càrrega pot sobresortir fins a 40 cm sempre que l'amplada total no sigui superior als 2,55m.

Llavors com el nostre mòdul plegat presenta unes dimensions de 4,90m x 4,90m, en principi no es podria realitzar el seu transport via terrestre.

No obstant, tot i que els vehicles (incloent la càrrega transportada) han de complir amb aquests valors màxims de masses i dimensions, el mateix RGV estableix que, quan és inevitable el no superar algun d'aquests valors, el vehicle podrà circular sempre i quan presenti una "Autorització Complementària de Circulació" (ACC). Es considera inevitable superar algun d'aquests valors màxims quan:

- La càrrega és indivisible:
 - Quan el seu transport no es pugui dividir en 2 o més càrregues.
 - Quan és constituïda per elements de la mateixa naturalesa i destinats a la mateixa finalitat.
- El vehicle es troba dissenyat per a complir amb unes funcions o especificacions concretes, superant aquests valors màxims de dimensions i masses.

L'annexa III del Reglament General de Circulació dicta les condicions generals de circulació dels vehicles que requereixin d'una ACC. Aquestes directrius es classifiquen en funció del tipus de vehicle al que es dirigeixen:

- Grup 1: Vehicles en règim de transport especial (VERTE) per superar els valors màxims de dimensions i masses, per càrrega indivisible.
- Grup 2: Vehicles agrícoles que superen els valors màxims de dimensions i masses.
- Grup 3: Vehicles que, per la seva naturalesa constructiva, presenten valors per sobre dels màxims de dimensions i masses establerts al RGV.

Després, la Direcció General de Tràfic (DGT) classifica les ACC, en funció dels valors màxims que poden arribar a presentar els vehicles, en:

- Grups 1 i 3 (VERTE i vehicles especials i els seus conjunts d'obres i serveis)
 - Genèrica: Quan conjunt i càrrega no superen els 20,55x3x4,5 m (llargada, amplada i alçada) i les 45 tones de massa total.
 - Específica: Quan es supera un o més valors de l'ACC genèrica i en cap cas es superen els 40x5x4,70 m i les 110 tones.
 - Excepcional: Quan es supera un o més valors de l'ACC específica.

- Grup 2: Vehicles especials agrícoles i els seus conjunts
 - Genèrica: Quan conjunt i càrrega no superen els 20,55x3,75x4,5 m (llargada, amplada i alçada) i les 20 tones de massa total.
 - Específica: Quan es supera un o més valors de l'ACC genèrica.

D'aquesta manera, si es sol·licita una autorització complementària de circulació de caràcter específic dirigida per a vehicles on és inevitable la divisió de la càrrega, el transport del nostre mòdul seria factible. ^{[49],[50],[51],[52],[53],[54]}

4.1.2 Ferroviari

El transport ferroviari, utilitzat principalment per a recorre distàncies considerables donat al seu baix cost, no es podria utilitzar com a solució donat a que la càrrega que es presenta en aquest transport no pot sobrepassar les seves dimensions. A més, un altre factor que impedeix el seu transport ferroviari és el dels gàlubs ferroviaris. Són una sèrie de paràmetres que determinen les dimensions de contorn màximes que pot tenir el material rodant (locomotora, vagons, etc.) i defineix la posició dels diferents obstacles fixes presents a la via. ^{[55],[56],[57]}

4.1.3 Aeri

El transport aeri, donat el naixement de diverses economies d'escala i com a conseqüència de la globalització dels fluxos econòmics, es troba en auge. No obstant, aquest tipus de transport segueix sent l'elecció més costosa i és per això que s'utilitza principalment en mercaderies de caràcter urgent, luxoses o en productes sanitaris i farmacèutics. En el nostre cas, tot i ser una solució que requereix de molt capital, no hi hauria cap inconvenient en dur a terme el transport dels mòduls via aèria.

4.1.4 Marítim

Finalment, el transport marítim no es contempla com una opció donat que els nostres mòduls no són contenidors i tampoc compleixen amb les mesures com per a ser incorporats dins d'aquests. No obstant, hi ha empreses que es dediquen a la fabricació a mesura de contenidors. ^{[58],[59]}

4.2 Sistema de muntatge “in situ”

Per a la posada en servei dels mòduls, el pas previ a la seva disposició en el terreny, serà la preparació d'aquest. S'haurà de tenir en compte la zona a escollir donat que, al ser mòduls portàtils i reutilitzables, no tindria sentit la seva col·locació amb la necessitat d'incorporar en aquest elements estructurals com fonamentacions.

També s'ha de considerar que tot el mobiliari es troba dins les ales laterals del mòdul principal, així com els components necessaris per a dur la instal·lació del sistema de recollida d'aigua i del camp fotovoltaic (a excepció dels panells solars que ja venen instal·lats). Els tròleis de càrrega, els perfils en H i els peus de suport, es presenten ja incorporats en la estructura.

4.2.1 Passos a seguir

A continuació es presenten els passos a seguir, en forma resum, per a dur a terme la posada en marxa de la vivenda.

1. Un cop es disposa del mòdul en el terreny, el primer pas consisteix en desplegar les ales. Això es possible gràcies a uns tròleis de càrrega situats en el mòdul principal i uns rails en forma d'H disposats als mòduls laterals (figura 23 fletxes taronges).
2. Després es bloquegen les rodes per a que les ales no tornin a la seva disposició original i poder gaudir del màxim espai possible.
3. A continuació, amb el mòdul desplegat, es procedeix a la anivellació d'aquest. S'han incorporat una sèrie de peus de suport regulables en alçada per a aquesta tasca (figura 23 fletxes verdes).
4. El següent pas consisteix en la incorporació del sistema de recollida d'aigua de pluja. Primerament s'instal·laran els canalons al voltant de la vivenda. Tot seguit el separador d'aigües brutes. Després el tanc d'emmagatzematge (tenint en compte que se li ha de donar una alçada suficient com per a que l'aigua, al final del circuit, pugui sortir per l'aixeta sense la necessitat d'instal·lar una bomba). Finalment, es col·locaran els tanc de filtratge i el de potabilització (també a una certa alçada).
5. El cinquè pas consisteix en el connexionat de la planta fotovoltaica aïllada tenint en compte la seccions dels cables calculades en l'apartat 4.4.3 d'aquest document (es pretén que tots el equips que conformen el camp fotovoltaic estiguin preparats pel seu connexionat per mitjà de connectors mascle-femella, així com el quadre de proteccions, de tal manera que no es requereix d'un especialista per a fer aquesta tasca).
6. Finalment, es procedeix a la organització del mobiliari. Els mobles pertinents a les ales ja es troben muntats i en aquestes es on es troba tot el material a instal·lar (inversor, tanc d'emmagatzematge, microones, etc.)

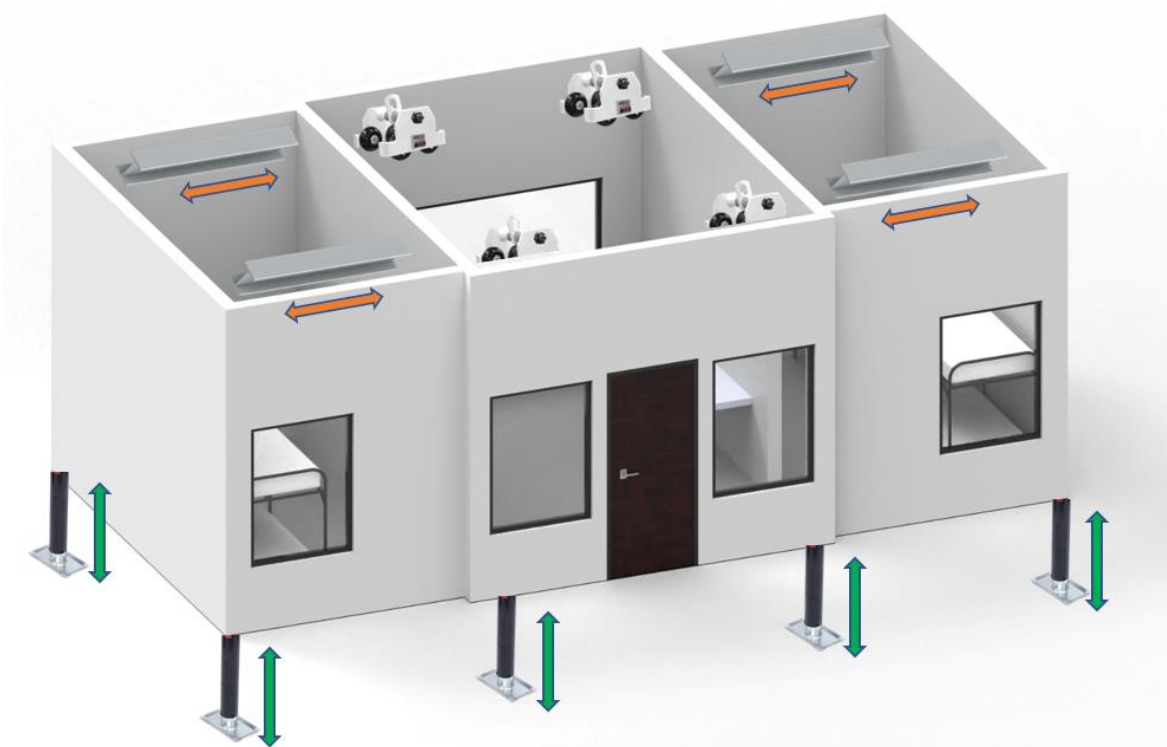


Figura 23. Esquema resum sistema de muntatge "in situ" de la vivenda.
(Font: Elaboració pròpia)

4.3 Sistema de recollida d'aigües pluvials

Per a proveir d'aigua potable als residents dels mòduls es farà ús d'un sistema de recollida d'aigua pluvial. Aquest es mostra preparat per a ser instal·lat un cop el mòdul es troba sobre el terreny d'actuació.

4.3.1 Components essencials

Els components essencials per a qualsevol recol·lector d'aigua de pluja són:

- Cobertes

El primer component és la coberta. Aquesta té la funció de captar l'aigua de la pluja que després s'utilitzarà en el nostre sistema de recollida. De cobertes en tenim de molt diverses depenent del número de vessants; tot i que les més habituals són les planes i les cobertes a una, dos o quatre aigües.

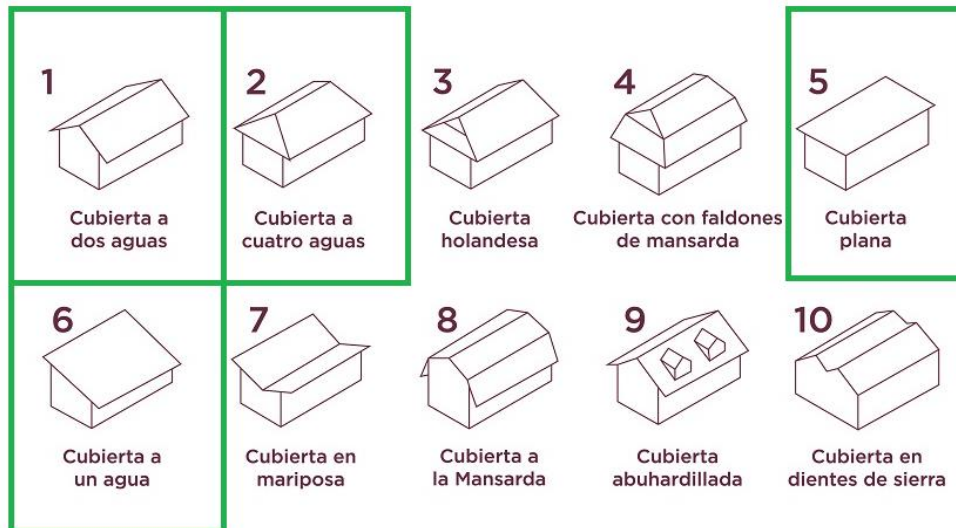


Figura 24. Diferents tipus de cobertes en construccions residencials

(Font: <https://www.cupapizarras.com/es/actualidad/tipos-de-cubiertas/>)

La principal diferencia entre una coberta plana i una de inclinada és que la primera recull una major quantitat de components contaminants. Això es deu a que, al no haver pendent, components com ara fulles que poden lliscar per la teulada i caure per gravetat es queden a la coberta. A més, dins de les cobertes a diverses aigües, les més ideals són aquelles que només presenten una vessant donat que el material requerit per a la recollida de l'aigua pluvial és el mínim.

En el nostre cas, la facilitat de transportar objectes amb formes quadrades o rectangulars afavoreix haver escollit la opció d'una coberta plana. A part de la major senzillesa a l'hora de ser fabricat el mòdul.

- Canalons i baixants

Els canalons i les baixants són els elements que s'encarreguen del transport de l'aigua de la pluja al lloc d'emmagatzematge. Aquests es dimensionen en funció del tipus de coberta i del número de precipitacions anual de la zona, entre d'altres.



Figura 25. Imatge il·lustrativa d'un canaló i una baixant

(Font: <https://ibercanal64.com/>)

- Tancs d'emmagatzematge

Tal i com el seu propi nom indica, el tanc d'emmagatzematge s'encarrega d'emmagatzemar l'aigua pluvial provinent de les baixants.

Trobem 2 possibles situacions del nostre tanc:

Taula 4. Comparació entre tancs aeris i tancs subterranis

	Tanc aeri	Tanc subterrani
Avantatges	<ul style="list-style-type: none"> - Més econòmic. - Facilitat d'instal·lació i manteniment. - Ús de gravetat per arribar a la demanda d'aigua. - Menor risc de formació de bacteris a l'interior o d'entrada d'agents externs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Major aprofitament de l'espai. - S'eviten pèrdues per evaporació. - Millor aïllament (està protegit dels canvis de temperatura).
Inconvenients	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitat d'emmagatzematge inferior. - Ocupació d'espai aprofitable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Neteja i manteniment, - Costos elevats d'instal·lació. -Necessitat d'una o varies bombes d'aigua per arribar als punts de demanda d'aigua. - Sòl pot contenir agents contaminants que poden contaminar l'interior del tanc.

En el nostre cas s'ha optat per l'ús d'un tanc aeri donat a que els nostres mòduls han de ser capaços de ser traslladats a noves zones en cas de ser necessari. [60],[62],[63],[64]

- (Elements addicionals)

Pel nostre projecte s'ha considerat la incorporació d'un sistema de filtratge i d'un altre de potabilització, els quals es troben detallats en el següent apartat.

4.3.2 Procés de recollida, filtratge i potabilització de l'aigua pluvial

El procés de recollida de l'aigua pluvial comença amb les primeres gotes d'aigua. Aquestes llisquen per la coberta fins arribar als canalons els quals, alhora, s'encarreguen de rebre l'aigua i abocar-la a les baixants (tot i que en el nostre cas s'aboca al separador d'aigües pluvials).

A qualsevol coberta es troben contaminants de tot tipus com ara pols o excrements d'animals. També es mostren presents elements procedents d'arbres (fulles, branques,...). És per això que les primeres gotes de pluja s'utilitzen per a la neteja del terrat. Aquestes són recollides pels canalons i dirigides cap al separador de primeres aigües pluvials. Tal i com el seu nom indica, aquest s'encarrega de captar aquestes primeres gotes de pluja contaminades per agents externs que es troben a la coberta, evitant la seva entrada en el sistema; facilitant així futurs tractaments de l'aigua. El sistema utilitzat consisteix en un cilindre on en el seu interior trobem una esfera a la part inferior i una volandera de plàstic a la part superior. A mesura que arriben les primeres gotes de pluja, aquestes es van introduint a l'interior del separador. Aquest es va omplint i l'esfera va ascendint pel seu interior. Amb el temps, el separador s'anirà omplint fins que l'esfera entri en contacte amb la volandera obstruint així el pas de l'aigua cap al separador i redirigint-la cap al tanc d'emmagatzematge. En aquest, l'aigua no és potable. No obstant però, pot ser utilitzada per activitats que no impliquin un risc humà com pel lavabo.

Després del tanc d'emmagatzematge tenim el tanc de filtratge de sorra. Tal i com es pot veure a la figura 26, el sistema és conformat per un bidó amb dos forats. El forat inferior s'encarrega de rebre l'aigua provinent del tanc per mitjà d'una mànega parcialment foradada. Els forats d'aquesta han d'estar enfocats cap a la part inferior del bidó per a que l'aigua provinent del tanc d'emmagatzematge no es contaminei pel propi mètode de filtratge (aquest consisteix en dipositar en el bidó una sèrie de capes de carbó actiu, de sorra grossa i de sorra fina en aquest ordre). A la part superior tenim una altra mànega foradada en la seva totalitat per a absorbir el màxim d'aigua filtrada i dirigir-la cap al tanc de potabilització. En aquesta ocasió, l'aigua segueix sense ser potable, però es pot fer ús d'aquesta per a tasques de la llar com ara rentar la roba o netejar el terra. ^[61]

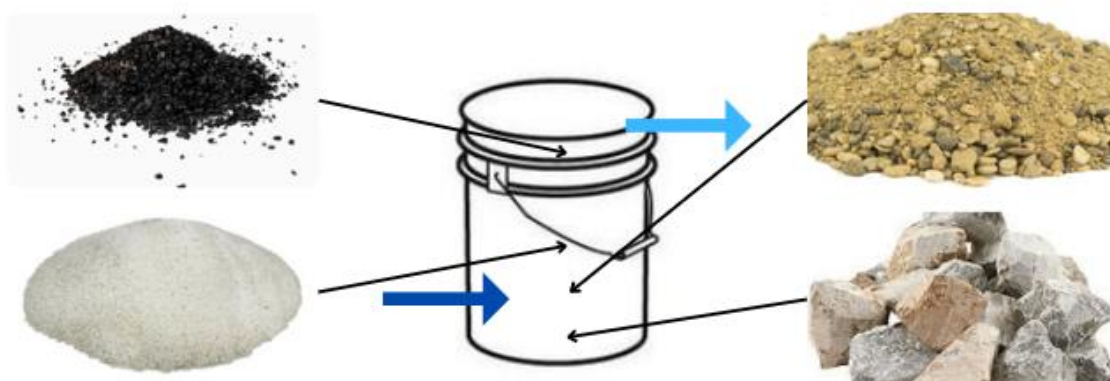


Figura 26. Elements que componen el sistema de filtratge.

(Font: Elaboració pròpia)

Finalment, l'aigua filtrada arriba al tanc de potabilització on s'aplica un procés de cloració a l'aigua per a fer-la apta pel seu consum. El procés consisteix en aplicar 8 gotes d'hipoclorit de sodi per cada 4 litres o galó d'aigua i fer-la reposar, durant almenys una hora abans del seu ús, per a que aquest faci efecte sobre els microorganismes que hi ha a l'aigua.

4.3.3 Dimensionament de la instal·lació

A continuació es mostrant tots els càlculs duts a terme per a dimensionar el sistema de recollida d'aigües pluvials que s'ha incorporat al projecte:

- Baixants d'aigua

Per a dimensionar les baixants del nostre sistema de captació d'aigües pluvials s'ha de calcular la superfície, en planta, de captació de la coberta. En el nostre cas, com la coberta és plana, l'àrea d'aquesta coincideix amb la superfície en planta.

De tal manera que:

$$S_{capt.} = 2 \cdot (\text{superf. coberta dormitoris}) + \text{coberta princ.}$$

$$S_{capt.} = 2 \cdot (2,40m \cdot 4,20m) + 3,60m \cdot 4,80m.$$

$$S_{capt.} = 37,44 m^2$$

Després, s'ha de multiplicar la superfície en planta pel factor de correcció:

$$f = \frac{i}{100} \quad \text{on } i : \text{intensitat pluviomètrica de la zona}$$

El valor de la variable "i" es troba fent ús del "Document Bàsic HS Salubritat", concretament mitjançant el mapa d'isohietes i zones pluviomètriques d'Espanya; i la taula d'intensitat pluviomètrica, que apareixen a la pàgina B del document.

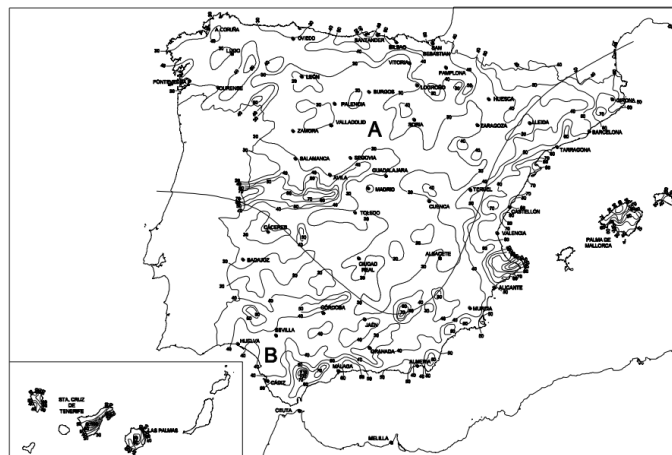


Figura 27. Mapa d'isohietes i zones pluviomètriques extret del "Document Bàsic HS Salubritat"

(Font: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf>)

Taula 5. Taula B.1 extret del “Document Bàsic HS Salubritat”

(Font: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf>)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

D'aquesta manera, si el nostre campament s'instal·la a Barcelona el nostre factor de correcció seria de:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{135}{100} = 1,35$$

Donat que Barcelona es troba a la “Zona B” i en la isohieta 60

Llavors, la superfície real de captació es de:

$$S_{real\ capt.} = f \cdot S_{capt.}$$

$$S_{real\ capt.} = 1,35 \cdot 37,44\ m^2$$

$$S_{real\ capt.} = 50,54\ m^2$$

Un cop obtinguda la superfície real de captació, ens anem a la taula 4.8 del document on se'ns parla del diàmetre de les baixants d'aigua i d'aquesta, obtenim el diàmetre adient. Pel cas que ens pertoca, per a una superfície real de captació de 50,54 m², hauríem d'utilitzar una baixant de 50 mm de diàmetre nominal.

Taula 6. Taula 4.8 extreta del “Document Bàsic HS Salubritat”

(Font: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf>)

Superficie en proyección horizontal servida (m²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

- Canalons d'evacuació d'aigua

A partir de la superfície real de captació calculada amb anterioritat i, amb la taula 4.7 del “Document Bàsic HS Salubritat”, podem calcular la secció de canaló requerida pel nostre mòdul.

Taula 7. Taula 4.7 extreta del “Document Bàsic HS Salubritat”

(Font: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf>)

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Com que la pendent mínima recomanada és de l'1% i, tenim una superfície de captació real de 50,54 m² tenim dues opcions. Donar al canaló una pendent de l'1% i que llavors tingui 125 mm de secció nominal; o bé, donar-li una pendent del 2% o superior i que tingui una secció nominal de 100 mm.

En el nostre cas s'ha seleccionat l'opció de donar-li un 2% d'inclinació al canaló per a poder estalviar en material.

- Separador de primeres aigües pluvials

Per al correcte càlcul del separador de primeres aigües s'ha de seleccionar la quantitat de precipitació que es destinarà a la neteja del sostre. En aquest cas es selecciona un 1mm de les precipitacions per a aquesta tasca.

Per a dimensionar el separador es requereix de l'ús de la fórmula següent:

$$V_{sep} = mm \text{ de precipitacions} \cdot S_{capt.} \cdot f$$

on:

- V_{sep} : Equival al volum que ha de tenir el separador de les primeres aigües (L).
- mm de precipitacions : Equival al número de mm de precipitacions que es destina per a la neteja de la coberta (mm).
- Superfície de captació : Fa referència a la superfície, en planta, de captació de la coberta (m²).
- f : Es el factor de correcció de la la superfície

Per a la correcció de la superfície es fa ús del mateix coeficient anteriorment utilitzat:

$$V_{sep} = 1 \text{ mm de precipitació} \cdot 37,44 \text{ m}^2 \cdot 1,35$$

$$V_{sep} = 1 \text{ mm de precipitació} \cdot 50,54 \text{ m}^2$$

$$V_{sep} = 1 \text{ mm de precipitació} \cdot 50,54 \text{ m}^2 = 50,54 \text{ L}$$

Llavors necessitem, com a mínim, un separador de primeres aigües pluvials de 50,54 L o, el que és el mateix, de $50,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Per a dur a terme el separador, s'ha seleccionat un cilindre amb $h = 1,4 \text{ m}$ i $R = 11 \text{ cm}$. A continuació es demostra com amb aquestes especificacions es compleix amb el requeriment de tenir un separador d'almenys 50,54 L de capacitat. Per a fer aquesta demostració, simplement s'ha de calcular el volum del cos:

$$V_{cilindre} = \pi \cdot R^2 \cdot h$$

$$V_{cilindre} = \pi \cdot (11 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 1,4 \text{ m}$$

$$V_{cilindre} = 53,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 53,22 \text{ L}$$

$$V_{cilindre} \geq V_{sep}$$

$$53,22 \text{ L} > 50,54 \text{ L}$$

- Tanc d'emmagatzematge

Per a dimensionar el tanc d'emmagatzematge de les aigües pluvials s'han de tenir en compte els següents aspectes:

En l'hipotètic cas de que els mòduls s'instal·lessin a Barcelona, com a mitjana anual tindriem $427,2 \text{ L} / \text{m}^2 \cdot \text{any}$. Llavors, com la nostra superfície real de captació és de $50,54 \text{ m}^2$, podríem arribar a obtenir $21.591 \text{ L} / \text{any}$.

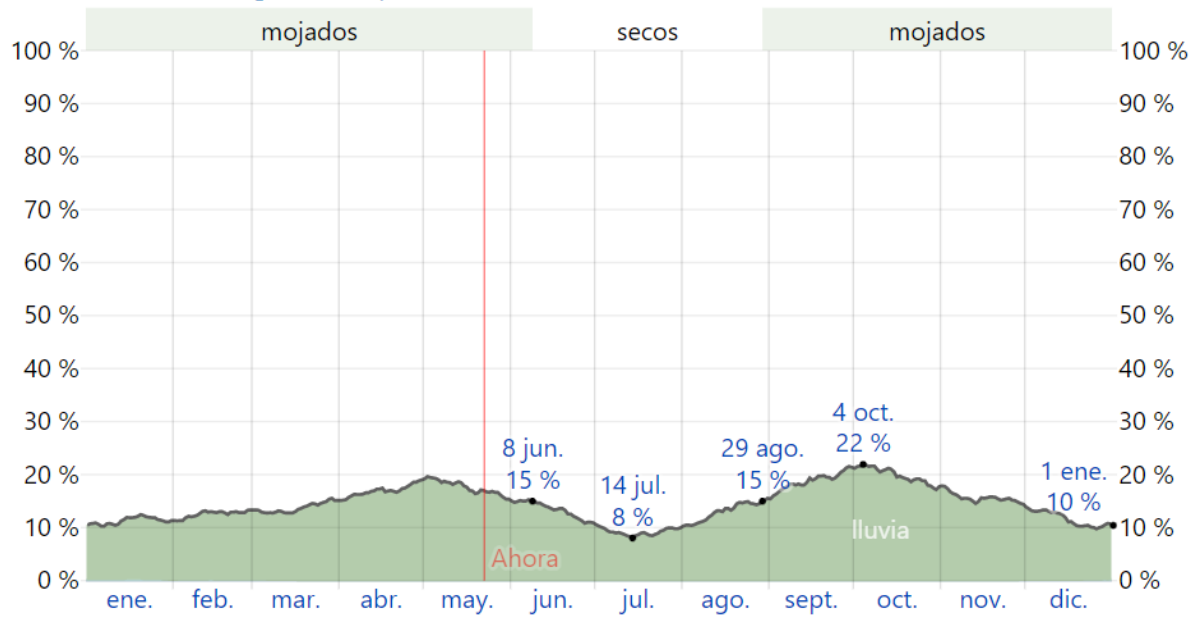


Figura 28. Probabilitat diària de precipitació a Barcelona

(Font: <https://es.weatherspark.com/y/47213/Clima-promedio-en-Barcelona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

Un cop calculada la quantitat d'aigua anual que podem captar amb el nostre sistema, haurérem de calcular els litres d'aigua que una persona necessita al dia. Organitzacions com la OMS, estableixen que, de mitjana, vuit persones requereixen d'entre 200 L / dia i 250 L / dia .

No obstant però, dins d'aquest rang trobem activitats que es mostren en la figura 29 que no es poden realitzar en el mateix mòdul.

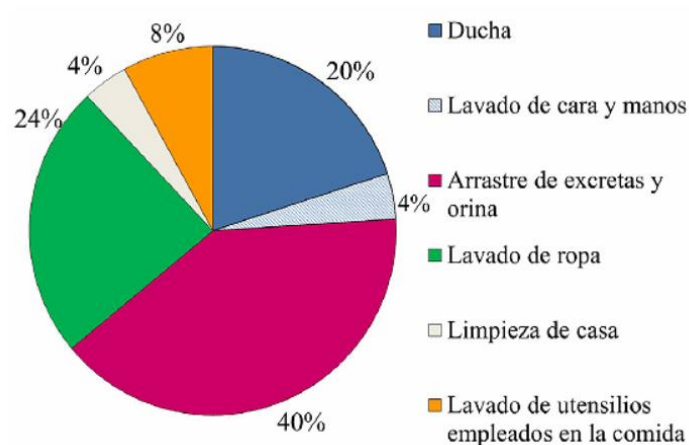


Figura 29. Distribució del consum d'aigua per activitat segons la OMS

(Font: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652014000100007)

De tal manera que si descartem aquestes activitats, tenim un consum pròxim d'entre 80 L / dia i 100 L / dia . És a dir, entre 29.200 L / any i 36.500 L / any.

Un cop tenim el consum anual requerit i la capacitat anual d'aprovisionament, es fa la mitjana d'aquests valors i es multiplica per un coeficient que reflexa els dies que, de mitjana, plou al mes. A Barcelona, aquest valor és de 4 dies al mes.

Llavors tenim:

$$V_{\text{tanc}} = \frac{\text{Consum anual} + \text{aprovisionament anual}}{2} \cdot c$$
$$V_{\text{tanc}} = \frac{29.200 + 21.591}{2} \cdot \frac{4}{365} = 278,31 \text{ L} \simeq 280 \text{ L}$$

No obstant però, s'empra un tanc de 300 L donat que és una mesura estandarditzada.

- Tanc de filtratge

Per a dur a terme el filtratge de les aigües pluvials es farà ús d'un dipòsit de 20 L.

- Tanc de potabilització

Per a emmagatzemar i tractar l'aigua per a que aquesta sigui apta pel consum humà es farà ús d'un dipòsit de 20 L.

No obstant, pel correcte dimensionat dels tancs de filtratge i de potabilització s'hauria de fer entorn a l'ús d'aquests, la qual cosa depèn dels hàbits de cada persona. Per aquesta raó s'han suposat uns tancs de 20 L, que poden ser substituït per uns de més grans en cas de ser necessari. ^[61]

4.4 Sistema de subministrament elèctric

Per a proporcionar d'electricitat als individus que es trobin al mòdul es farà ús d'un sistema fotovoltaic aïllat; el qual és aquell que proporciona energia, per mitjà de la captació de llum solar, sense la necessitat de disposar d'un punt de connexió a la xarxa elèctrica.

4.4.1 Components que el conformen

Els principals components que conformen un sistema fotovoltaic aïllat són:

- Panells fotovoltaics

Els panells solars fotovoltaics són aquells dispositius que generen electricitat a partir de l'energia del sol. Actualment es classifiquen en funció del tipus de cèl·lules a partir de les quals estan fets. En trobem 3 tipus principalment:

- Cèl·lules de silici monocristal·lí: Són aquelles que es troben formades per un únic cristall de grans dimensions tallat en fines capes. És una tecnologia més avançada que la resta, el que implica majors costos però una major eficiència de treball.
- Cèl·lules de silici policristal·lí: Són aquelles que es troben formades per diversos cristalls, característica el qual les fa més econòmiques.
- Cèl·lules de silici amorfa: No es troben formades per cristalls. Això implica un rendiment i uns costos més baixos. Aquest tipus de cèl·lules s'utilitza en dispositius que no requereixen de molta energia per a funcionar com calculadores o rellotges. ^{[69],[70]}



Figura 30. Exemple de panells monocristal·lins, policristal·lins i de capa fina respectivament
(Font: <https://solarfam.com/tecnologias-y-tipologias-de-paneles-fotovoltaicos/>)

- Regulador de càrrega

És un dispositiu la funció del qual és el control del nivell de càrrega de la bateria per a garantir, d'aquesta manera, una càrrega segura (evitant possibles sobrecàrregues i sobre-voltatges provinents del camp fotovoltaic) i poder prolongar la seva vida útil. Això es dur a terme també per a l'inversor. Existeixen dos tipus de reguladors de càrrega principalment:

- PWM, o Pulse Width Modulation, com el seu propi nom indica, realitzen la regulació per mitjà de polsos i només treballa tallant el pas de l'energia entre els panells i la bateria quan aquesta es troba carregada en la seva totalitat. Això es tradueix en pèrdues de rendiment energètic ja que tot el sobrant energètic no s'aprofita. No obstant però, la seva facilitat de transport i el seu baix preu juguen un paper important.
- MPPT, també anomenats maximitzadors donat a que el seu "modus operandis" aprofita la màxima producció solar per a la càrrega de la bateria. Les seves sigles signifiquen "Maximum Power Point Tracking" i se li ha dotat amb aquestes donat que inclou un controlador del punt de màxima potencia. A més, incorpora també un transformador que converteix la corrent continua d'alta tensió en de baixa tensió (Transformador CC-CC). Aquests components extres fan del MPPT un aparell amb un major rendiment que el PWM, però alhora és veu reflectit en un major preu. ^{[71],[72]}

- Bateria

Les bateries són acumuladors elèctrics que, com el seu propi nom indica s'encarreguen de l'emmagatzematge de l'energia produïda pel camp fotovoltaic. Durant les hores de major radiació solar aquests dispositius es van carregant per a ser utilitzats, més tard o en dies ennuvolats o de baixa radiació solar.

Les bateries es classifiquen en funció de la tecnologia utilitzada en la seva fabricació i en els electrolits empleats:

- Bateries AGM

Les bateries AGM (Absortion Glass Mat), com les seves sigles indiquen, són bateries que treballen amb un àcid que presenta una major facilitat per a ser absorbit d'una forma més ràpida i eficient per plaques de plom. Aquest àcid es troba fixat gràcies a unes fibres de vidre que l'immobilitzen.

Taula 8. Avantatges i inconvenients de les bateries AGM

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> - Bona vida útil. - Presenten una major resistència a les baixes temperatures. - Permeten descàrregues de fins el 90% de la capacitat de la bateria. - No es presenten pèrdues del combustible líquid. - Es poden instal·lar en posició vertical i horitzontal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preu elevat.

- Bateries d'àcid-Plom

El seu funcionament es basa en la cel·la electroquímica i reben aquest nom donat a que s'utilitza una dissolució d'àcid sulfúric com a electròlit i plom pels elèctrodes positius (PbO_2) i negatius (plom esponjós).

Taula 9. Avantatges i inconvenients de les bateries d'àcid-plom

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> - Preu econòmic. - Cel·les amb una elevada generació de potència. - Tecnologia simple i ben coneguda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Densitat d'energia baixa en termes de volum i pes. - Elevada possibilitat de falles quan no es realitzen cicles de càrrega i descàrrega complets. - Reducció de la capacitat de càrrega si no ha estat utilitzada durant dies. - Només es poden situar en posició vertical.

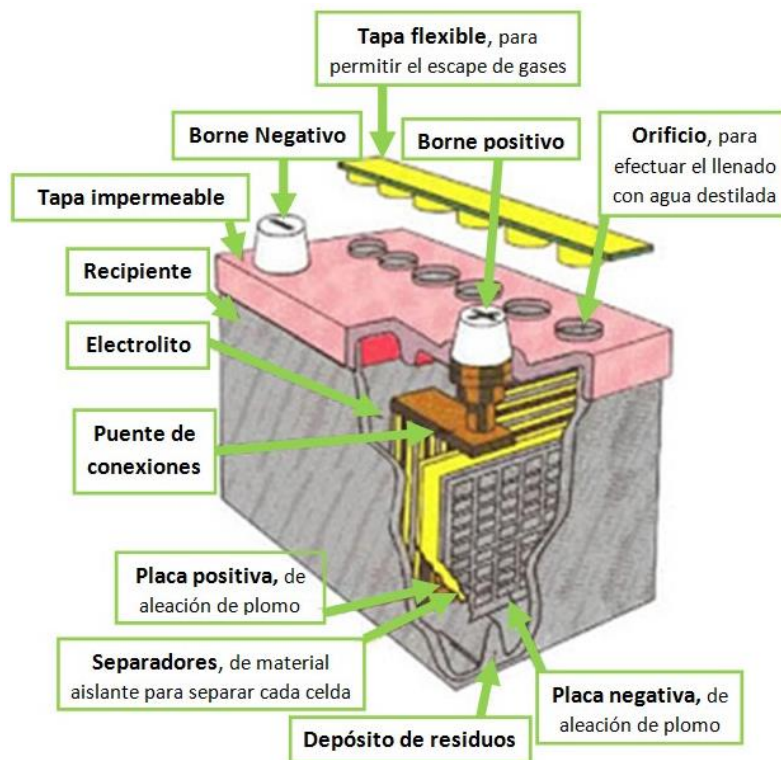


Figura 31. Parts d'una bateria d'àcid-plom

(Font: <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-baterias-y-sus-caracteristicas/baterias-plomo-acido/>)

- Bateries líquides

Són bateries en les que s'utilitza un combustible líquid compost per elèctrodes o nanopartícules, d'aquí el seu nom, per a dur a terme l'emmagatzematge de l'energia.

Principalment existeixen dos tipus de bateries líquides, aquelles que permeten la renovació del líquid que es troba en aquesta (també conegudes com de tapa oberta) i d'altres que es presenten tancades però disposen de vàlvules per a l'expulsió de possibles gasos formats durant càrregues intenses i excessives (conegudes com bateries líquides segellades o de tapa tancada). [73],[74],[75]

Taula 10. Avantatges i inconvenients de les bateries líquides

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none">- Preu econòmic.- Presenten una menor probabilitat d'avaría per sobrecàrrega que no pas les de plom.- Tecnologia simple i ben coneguda.	<ul style="list-style-type: none">- Vida útil curta (entorn els 400 cicles de càrrega i descàrrega).- Perill de vessar el líquid (molt contaminant).- Zones climàtiques on les temperatures són baixes facilita la disminució de la seva vida útil.- Només es poden situar en posició vertical.

- Inversor off-grid

converteix l'electricitat de corrent continu produïda pel camp fotovoltaic en electricitat en de corrent alterna per a ser subministrada als consums presents en la vivenda. També compleixen aquesta funció amb l'energia emmagatzemada en les bateries. A més, no necessita d'una xarxa elèctrica per a funcionar.

- Grup electrogen

És aquell aparell portàtil utilitzat per a obtenir energia mitjançant un motor de combustió i un generador de corrent en alterna (alternador elèctric). Aquests dispositius són empleats com a fonts de suport, principalment, en pics de demanda energètica. El combustible utilitzat en els grups electrògens compatibles amb inversors solars és el gasoil o el dièsel. [65],[66],[67],[68],[76]

4.4.2 Funcionament

Tot comença gràcies a un físic alemany conegut com a Heinrich Rudolf Hertz qui, al 1887 va descobrir i descriure l'efecte fotoelèctric; principi utilitzat per a la generació d'energia per part dels panells solar. L'efecte fotoelèctric consisteix en l'emissió d'electrons per un material al ser incidit per una font de radiació electromagnètica (llum ultra-violeta).

Els fotons són partícules que viatgen a través de la llum solar i incideixen sobre les cel·les solars dels panells i d'aquests xocs, es produeixen electrons. Al flux d'electrons produït pel xoc dels electrons contra les cèl·lules se li anomena corrent elèctric.

Un panell solar és un dispositiu compost per una sèrie de cel·les solars. Aquestes estan fetes de materials semiconductors com el silici cristal·lí i es troben connectades entre sí; encarregant-se d'absorbir la llum provinent del Sol per a transformar-la en corrent.

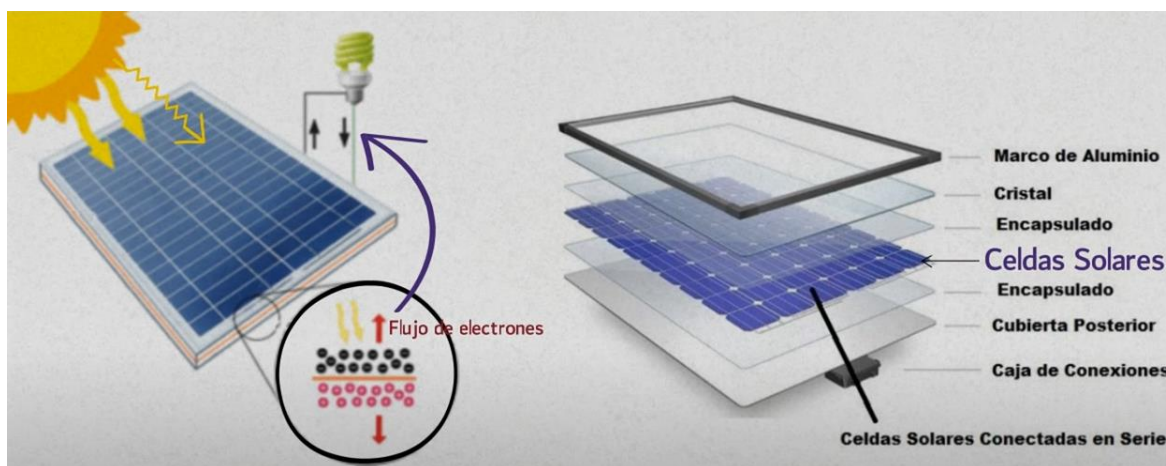


Figura 32. Funcionament i composició d'un panell solar

(Font: <https://www.youtube.com/watch?v=q5bMAz4NK0c>)

La corrent generada pels panells solars és corrent continua, o DC, tot i que la majoria dels dispositius de consum requereixen de corrent alterna, o AC. És per a aquest motiu que s'utilitzen els inversors que, com el seu nom indica, s'encarreguen de transformar la corrent continua en alterna. No obstant, la corrent produïda pel panell no pot ser injectada directament a l'inversor donat a que no presenta un flux constant i pot perjudicar la vida útil del dispositiu. ^[77]

Llavors, un cop el panell genera corrent continua, s'injecta al regulador qui, posteriorment, dirigeix la corrent a les bateries per a ser carregades (ja que les bateries es carreguen en DC) i o cap a l'inversor per a que la transformi en corrent alterna i pugui alimentar la demanda de la vivenda. Depenent de la diferència entre demanda i producció; si hi ha molta demanda i poca producció, tota aquesta energia generada es destinarà a l'inversor per a cobrir els consums i, de lo contrari, part de la corrent es destinarà a l'inversor i la restant a les bateries per a ser carregades.

A més, els sistemes fotovoltaics aïllats requereixen d'un suport per a generar energia en casos on la demanda sigui molt superior a la producció. És en aquests moments on entre en lloc el grup d'electrògens que tenen com a funció principal aportar energia en moments puntuals.

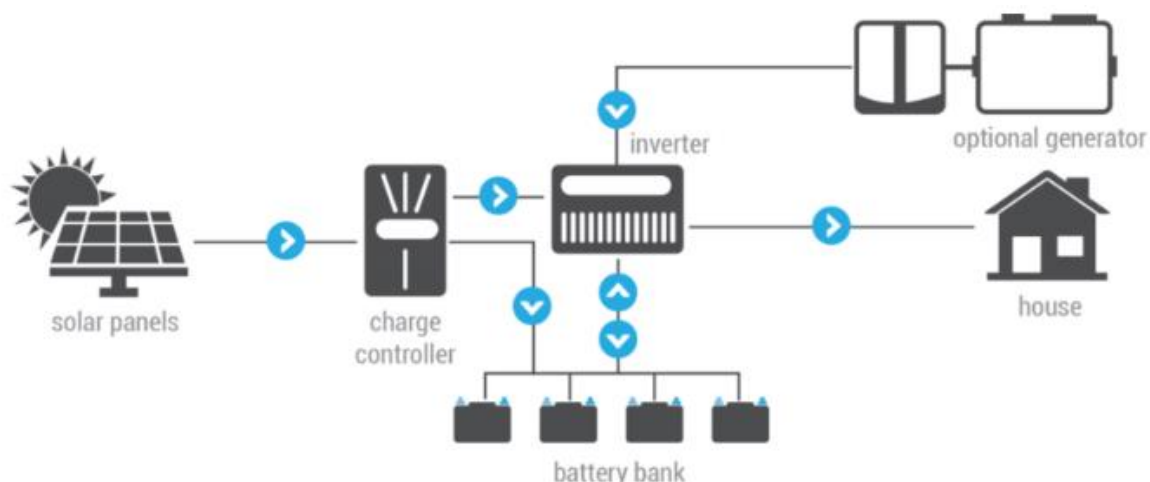


Figura 33. Esquema resum funcionament sistema fotovoltaic aïllat

(Font: <https://www.solarix.es/instalacion/solar/fotovoltaica/aislada/viviendas/>)

4.4.3 Dimensionament del camp

- Consums

Per a dur a terme un correcte dimensionament de la instal·lació fotovoltaica aïllada, el primer pas és conèixer els consums diaris que aquesta haurà d'assolir.

A continuació es mostra una taula resum amb tots els aparells que consumeixen electricitat. (Aquesta taula és de caràcter orientativa i pot ser subjecte a canvis en funció de diferents aparells que poden presentar els individus del mòdul i l'ús dels mateixos. No obstant, s'han presentat components bàsics amb un ús a l'alça):

Taula 11. Components bàsics a subministrar energia.

Components elèctrics	Potència (W)	Ús diari (h)	N	Energia (Wh)
mòbil	2	4,8	8	76,80
Ordinador portàtil	200	2	4	1.600
Microones	900	0,1	2	180
Carxofa elèctrica	4500	0.5	1	4.500
il·luminació	32	15	4	1.920
TV	400	3,6	1	1.440
Calefactor portàtil	2000	6	1	12.000
Aire condicionat portàtil	2000	6	1	12.000
				33.716,80

A més, tal i com es mostra en la figura següent, els sistemes de calefacció i de refrigeració representen entorn del 55% de la demanda global d'energia en el mòdul.

És per això que ambdós sistemes seran alimentats per el generador, o bé per l'energia emmagatzemada en les bateries.

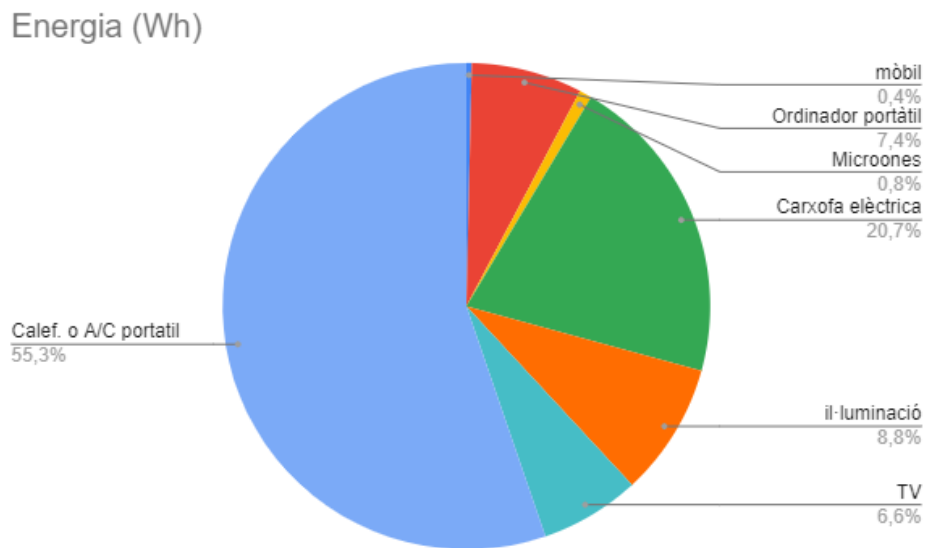


Figura 34. Consums energètics estimats i expressats en percentatge
 (Font: Elaboració pròpia)

Llavors, la demanda energètica diària utilitzada pel dimensionament de la instal·lació aïllada és de 7.466,80 Wh / dia.

- Irradiació solar i HSP

Un cop estimat el consum diari dels aparells elèctrics presents en la vivenda, es procedeix al càlcul de l'energia que un panell pot produir diàriament a Barcelona.

Per a dur a terme aquesta tasca és requereix, primerament, del coneixement del concepte d'hora solar pic o HSP, la qual és una unitat que mesura la radiació solar en kWh i que es defineix com l'energia solar total incident sobre una superfície horitzontal d' 1,m2 durant un temps expressat en hores.

D'aquesta manera podem dir que una HSP equival a 3,6 MJ / m2, tal i com es mostra a continuació:

$$1 \text{ HSP} = \frac{1000 \text{ W} \cdot \text{h}}{\text{m}^2} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ J/s}}{1 \text{ W}} = 3,6 \text{ MJ} / \text{m}^2$$

Per a calcular l'hora solar pic s'han de tenir en compte els següents factors:

- Ubicació de la instal·lació.
- Energia mensual que incideix sobre 1 m2 de superfície horitzontal.
- Inclinació dels panells.

En el nostre cas, el mòdul s'ubica a Barcelona i en la taula següent es mostra l'energia en MJ que incideix sobre 1,m2 de superfície horitzontal en la ciutat:

Taula 12. Energia mensual que incideix sobre 1 m² de superfície horitzontal a Barcelona

Gener	6,50	Juliol	21,60
Febrer	9,50	Agost	18,10
Març	12,90	Setembre	14,60
Abril	16,10	Octubre	10,80
Maig	18,60	Novembre	7,20
Juny	20,30	Desembre	5,80

A continuació, per a cada més s'haurà d'utilitzar un factor de correcció de caràcter atmosfèric, el qual depèn de la situació del camp fotovoltaic adquirint un valor de 1,05 per atmosferes netes i de 0,95 per a brutes.

A més, cada valor, al mateix temps s'ha de multiplicar per un altre factor, anomenat k, que depèn de la inclinació dels mòduls i de la latitud. En el nostre projecte s'ha decidit posar tots els mòduls a 0 graus d'inclinació, d'aquesta manera el valor de k és 1.

Als annexes es troba una taula amb tots els possibles valors de k.

Finalment, un cop feta la mitjana amb tots els valors s'ha de multiplicar per 0,2778. Aquest coeficient equilibra la pèrdua de producció donat a que a primeres hores del matí i a últimes de la nit, la intensitat és massa petita com per a que el panell pugui arribar a produir energia.

Pel nostre projecte, els càlculs quedarien de la manera següent:

Taula 13. Taula resum càlculs HSP

Mes	H (MJ / m²)	Coef. Atmosf.	K	Coef. pèrdues	HSP Corregida
Gener	6,50	1,07	1	0,2778	1,93
Febrer	9,50	1,05	1	0,2778	2,77
Març	12,90	1,04	1	0,2778	3,73
Abril	16,10	1,02	1	0,2778	4,56
Maig	18,60	1,01	1	0,2778	5,22
Juny	20,30	1,01	1	0,2778	5,70
Juliol	21,60	1,01	1	0,2778	6,06
Agost	18,10	1,03	1	0,2778	5,18
Setembre	14,60	1,05	1	0,2778	4,26

Octubre	10,80	1,07	1	0,2778	3,21
Novembre	7,20	1,08	1	0,2778	2,16
Desembre	5,80	1,08	1	0,2778	1,74

Com es pot observar, els valors de k en la nostra taula no són iguals a 1,05 ja que aquest valor es aproximat. En el nostre cas s'han extrets les dades d'aquest coeficient del PVGIS; un sistema d'informació geogràfica on es recullen els valors de radiació solar a nivell mundial.

Finalment, fent la mitjana dels valors d'HSP corregits obtenim que l'HSP és de 3,88. [78],[79]

- Rendiment global de la instal·lació

Per a dimensionar el camp fotovoltaic s'ha de tenir en compte que s'ha de sobredimensionar respecte als consums donat que els aparells que el formen presenten pèrdues d'energia.

D'aquesta manera, els panells solars han de produir l'energia necessària per a assolir els consums i les pèrdues dels equips. És per això que es fa ús de la fórmula següent (que consisteix en l'anàlisi del rendiment dels diferents elements que componen una instal·lació aïllada):

$$R = 1 - (K_b + K_c + K_r + K_v) \cdot \left(1 - K_a \cdot \frac{N}{P_d}\right)$$

on:

K_b : Coeficient de pèrdues pel rendiment a l'acumulador.

K_c : Pèrdues per part del rendiment de l'inversor utilitzat.

K_r : Pèrdues per part del controlador de càrrega utilitzat.

K_v : Altres possibles pèrdues com per efecte Joule al cablejat.

K_a : Percentatge d'energia perduda per autodescàrrega.

P_d : Percentatge de descàrrega màxim admissible per la bateria.

N : Dies d'autonomia del sistema.

Els diferents valors dels coeficients als que ens podem acollir es presenten als annexos

Pel nostre projecte, els valors de les constants pel càlcul del rendiment global de la instal·lació són els següents:

Taula 14. Valors emprats pel càlcul del rendiment global de la instal·lació

Kb	Acumuladors nous, sense descàrregues intenses	0,050
Kc	Rendiment de l'inversor del 95%	0,050
Kr	Controlador de càrrega eficient	0,100
Kv	S'ha realitzat un estudi en detall de les pèrdues dels equips	0,050
Ka	Bateries estacionàries d'energia solar	0,005
Pd	Capacitat de descàrrega de la bateria del 90%	0,900
N	Un dia d'autonomia del sistema	1

Llavors, tal i com es mostra a continuació, substituint aquests valors en la fórmula anterior tenim un rendiment global de la instal·lació del 74,58%:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_r - K_v) \cdot (1 - K_a \cdot \frac{N}{P_d})$$

$$R = (1 - 0,050 - 0,050 - 0,100 - 0,050) \cdot (1 - 0,005 \cdot \frac{1}{0,900})$$

$$R = 0,7458\bar{3} \simeq 0,7458$$

- Panells solars

Un cop tenim el valor del consum diari, d'HSP i del rendiment global del camp fotovoltaic, es procedeix al càlcul del nombre de panells solars necessaris.

Primerament es calcula l'energia diària que el nostre sistema ha de produir per a proveir als consums de la vivenda mitjançant la següent equació:

$$\text{Energia diària requerida} = \frac{\text{Consum diari}}{\text{Rendiment global instal·lació}}$$

$$\text{Energia diària requerida} = \frac{7466,80 \text{ Wh/d}}{0,7458\bar{3}} = 10.011,35196 \text{ Wh/d} \simeq 10.011,35 \text{ Wh/d}$$

A continuació, s'ha de definir la tensió que tindrà el nostre sistema. En sistemes fotovoltaics aïllats, els voltatges més comuns són de 12 V, 24 V o 48 V. En el nostre cas s'han seleccionat els 48 V.

Després, es selecciona el panell solar a instal·lar. En el nostre cas s'ha decidit utilitzar els panells solars de la companyia TENKA. Concretament el panell TENKA HC MONO 400 Watt - 2 donat a l'equilibri que presenta entre eficiència, cost, qualitat i garantia.

La taula 15 mostra les especificacions necessàries, extretes de la fitxa tècnica del panell solar, per a poder calcular el nombre de panells requerits en la instal·lació:

Taula 15. Especificacions essencials del panell TENKA HC MONO 400 Watt – 2 pel càlcul del número de panells necessaris a instal·lar

Especificacions Model TENKA HC MONO 400 Watt - 2	
Maximum Power at STC (Pmax)	400 Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	34,70 V
Maximum Power Current (Imp)	11,53 A
Open-circuit Current (Voc)	42,20 V
Short-circuit Current (Isc)	12,13 A
Nominal Voltage (Vnom)	24 V

Amb totes aquestes dades podem calcular l'energia diària que serà produïda per un panell a partir de la fórmula següent:

$$\text{Energia diària produïda per panell} = I_{pm} \cdot HSP$$

$$\text{Energia diària produïda per panell} = 11,53 \text{ A} \cdot 3,88 = 44,7364 \simeq 44,74 \text{ Ah / panell} \cdot \text{dia}$$

Llavors, si ara fem la divisió de l'energia diària requerida per la tensió del nostre sistema (48 V), obtenim l'energia diària requerida en Ah.

$$\text{Energia diària requerida} = \frac{\text{Energia diària requerida (Wh / dia)}}{\text{Tensió del sistema}}$$

$$\text{Energia diària requerida} = \frac{10.011,35 \text{ Wh/d}}{48 \text{ V}} = 208,569792 \text{ Ah/d} \simeq 208,57 \text{ Ah/d}$$

Ara, podem calcular el nombre de cadenes de panells que necessitem en paral·lel dividint el valor anterior entre l'energia diària produïda per panell:

$$N \text{ cadenes en paral·lel} = \frac{\text{Energia diària requerida (Ah / dia)}}{\text{Energia diària produïda per panell}}$$

$$N \text{ cadenes en paral·lel} = \frac{208,57 \text{ Ah/d}}{44,74 \text{ Ah /panell} \cdot \text{dia}} = 4,66219$$

$$N \text{ cadenes en paral·lel} = 5$$

Pel càlcul del nombre de panells en sèrie, es calcula tenint en compte el voltatge nominal del panell i la tensió del sistema, de la forma següent:

$$N \text{ panells en sèrie} = \frac{\text{Tensió del sistema}}{\text{Tensió nominal del panell}}$$

$$N \text{ panells en sèrie} = \frac{48 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 2$$

D'aquesta manera, el nostre camp fotovoltaic està format per un total de 10 panells, presenta una potencia total de 4 kWp i una intensitat de corrent de 57,65 A (Valor que sorgeix de multiplicar la intensitat màxima de corrent del panell pel número de panells en sèrie).

- Regulador de càrrega

Aquest dispositiu ha de posseir la capacitat de treballar amb una intensitat de corrent de, com a mínim, un 10% superior a la intensitat màxima dels panells solars (57,65 A). A més, ha de funcionar al mateix voltatge que el del sistema.

Llavors, d'aquesta manera necessitem seleccionar un regulador amb una intensitat mínima igual a :

$$\text{Intensitat mínima regulador} = \text{Intensitat màxima panells} \cdot 1,10$$

$$\text{Intensitat mínima regulador} = 57,65 \cdot 1,10 = 63,415 \simeq 63,42 \text{ A}$$

I amb una tensió de treball de 48 V.

Per a complir amb aquests dos requisits es fa ús del regulador "Smart Solar Charger Controller MPPT 250/100 VE.Can" donat que pot treballar a 12 V, 24 V o 48 V i presenta una intensitat de 100 A.

- Bateries

El càlcul del nombre de dispositius d'emmagatzematge dependrà de l'energia necessària, dels dies d'autonomia i de la bateria escollida. Pel nostre estudi s'ha vist convenient l'ús d'una bateria de gel amb una capacitat nominal de 130 Ah i un voltatge nominal de 12 V. Amb totes aquestes dades es pot procedir al dimensionament de les bateries.

Primerament es calcula la capacitat d'acumulació del banc de bateries mitjançant l'equació que es mostra a continuació:

$$\text{Cap. Banc de Bat} = \frac{\text{Energia diària requerida} \cdot \text{Dies d'autonom.}}{\text{Voltatge del banc de bateries}} \cdot \text{Profunditat de descàrrega}$$

$$\text{Cap. Banc de Bat} = \frac{10.011,35 \text{ Wh/d} \cdot 1 \text{ d}}{48 \text{ V}} \cdot 0,90 = 208,569792 \text{ Ah} \simeq 208,57 \text{ Ah}$$

(El valor del voltatge del banc de bateries depèn del voltatge del sistema, si aquest últim és de 48 V, llavors el voltatge del banc també haurà de ser-ho).

Després es calcula el nombre de bateries connectades en paral·lel com:

$$N \text{ bateries en paral·lel} = \frac{\text{Capacitat d'acumulació del banc de bateries}}{\text{Capacitat nominal de la bateria}}$$

$$N \text{ bateries en paral·lel} = \frac{208,57 \text{ Ah}}{130 \text{ Ah / bat}} = 1,60438$$

$$N \text{ bateries en paral·lel} = 2$$

I, finalment, el nombre de blocs de bateries en sèrie es calcula fent la divisió del voltatge del banc de bateries entre el voltatge nominal d'una bateria:

$$N \text{ bateries en sèrie} = \frac{\text{Voltatge del banc de bateries}}{\text{Voltatge nominal de la bateria}}$$

$$N \text{ bateries en sèrie} = \frac{48 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 4$$

De tal manera que necessitem un total de 8 bateries.

- Inversor off-grid

Per a seleccionar l'inversor adequat s'ha de tenir en compte la tensió del sistema, la potència dels components que es troben alimentats per la nostra instal·lació de corrent alterna i la potència total en simultaneïtat de treball d'aquests. És a dir, s'ha de tenir en compte la potència total màxima que al llarg d'un període de 24h s'assoleix.

Com és lògic, per a tot aquell aparell que funcioni en corrent continua no serà necessari l'inversor.

En el nostre cas es suposen que tots els equips a subministrar d'energia funcionen en corrent alterna i que treballen alhora. D'aquesta manera, si es sumen les potències de la Taula X de l'apartat de consum, tenim una potència requerida simultàniament de 7.644 W. A més, es multiplica aquest valor per un coeficient de seguretat del 20%. Llavors, la potència mínima que ha de tenir el nostre inversor és de:

$$\text{Potència mínima inversor} = \text{Potència req. simult.} \cdot \text{Coef. de seg.}$$

$$\text{Potència mínima inversor} = 7.644 \text{ W} \cdot 1,20 = 9,172,80 \text{ W} \simeq 9.173 \text{ W}$$

Amb totes aquestes dades es pot seleccionar l'inversor adient. Pel nostre estudi s'ha vist convenient l'ús d'un inversor "Victron Quattro 48/15000/200-100/100" ja que té una potència de sortida de 12.000 W a temperatura ambient (25°C) i una de 10.000 W a temperatures al voltant dels 40°C.

Una particularitat d'aquest inversor és que també es carregador el que implica que es pot arribar a carregar les bateries per mitjà de la corrent que ens generi el grup d'electrògens.

- Grup d'electrògens

Per a l'elecció del grup d'electrògens idoni com a suport de la nostra instal·lació fotovoltaica aïllada s'ha de tenir en compte que l'inversor suporti la potència pic d'arrencada del grup. Això es pot veure a partir de les fitxes tècniques dels components.

En el nostre cas s'ha seleccionat el generador dièsel "DG6000SE" proporcionat per "ICT POWER" que presenta un una potència màxima de 5.3 kW d'arrencada, perfectament compatible amb el nostre inversor (donat que pot suportar una potència d'arrencada de fins 25 kW).^[81]

- Secció cablejat

Pel càlcul de la secció dels cables requerits en el nostre sistema es fa ús de la següent equació:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{k \cdot \Delta V}$$

On:

S = Secció del cable (mm²)

L = Longitud del cable (m)

P = Potència (W)

k = Conductivitat del material del cable (m/Ω · mm²)

ΔV = Caiguda de tensió (V)

La instal·lació elèctrica per a tots els dispositius es farà utilitzant una mànega de 3 cables conductors amb aïllament de polietilè reticulat del tipus DIX-3 segons la norma HD603 i XLPE segons la norma IEC60502-1 o un amb un cable unifilar de mateixes característiques i canalitzat mitjançant tub de PVC o canaleta interior UNEX.

- Cables dels panells fins al regulador

Els valors del coeficients de la fórmula anterior es troben recollits en la taula següent:

Taula 16. Valors dels coeficients pel càlcul de la secció de cable entre els panells i el regulador

Panells - Regulador	
Longitud	4 m
Material del cable	Coure
Potència	4 kW
Caiguda de tensió percentual	3%
Tensió	48 V

A continuació es substitueixen en la formula anterior:

$$S = \frac{2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 4.000 \text{ W}}{56 \text{ m} / \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 48 \cdot 0,97} = 12,27295 \text{ mm}^2$$

Amb aquesta secció, ens anem a la taula ITC-BT-19 que es recull al REBT (Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió). Com es pot observar, els 12,27 mm² de secció no es troben tabulats, llavors hem de seleccionar la secció més pròxima a l'alça (16 mm²). Com es pot observar a la figura X, a partir de la secció i del tipus d'instal·lació elèctrica, podem arribar a comprovar si la nostra elecció és correcte. En aquest cas, com la intensitat màxima del camp fotovoltaic és de 57,65 A i aquest cable de secció 16 mm² aguanta fins intensitats de 77 A, aquesta secció ens seria útil. En canvi, la secció de 10 mm² no ho seria ja que presenta un valor d'intensitat suportable inferior a la intensitat del camp fotovoltaic.

Método de instalación		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																			
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
A1																					
A2																					
B1																					
B2																					
C																					
E																					
F																					
	mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13		
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	23	23	23
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	32	32	32
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	44	44	44
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	57	57	57
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	78	78	78
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	104	104	104
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	135	135	135
	35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	168	168	168
	50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	204	204	204
	70	-	-	-	148	155	156	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	262	262	262
	95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	320	320	320
	120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	373	373	373
	150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	369	401	430	430	430	430
	185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	493	493	493
	240	-	-	-	-	-	300	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	583	583	583

Figura 35. Taula ICT-BT-19 del RBT on es marca la secció de cable necessària pel connexionat dels panells amb el regulador

(Font: <https://docplayer.es/76491565-Norma-une-hd-aplicaciones-practicas-plc-madrid-jose-moreno-gil-alejandra-pindado-ruiz.html>)

Aquest mateix procés es pot fer servir per a la resta del cablejat necessari. Llavors:

- Cables del regulador fins les bateries

Taula 17. Valors dels coeficients pel càlcul de la secció de cable entre el regulador i les bateries

Regulador - bateries	
Longitud	2 m
Material del cable	Coure
Potencia	130 Ah
Caiguda de tensió percentual	3%
Tensió	48 V

En aquest cas, com que la intensitat a les bateries a de ser la mateixa que la del camp fotovoltaic, implica que la secció del cable haurà de ser de 16 mm²

- Cables de les bateries a l'inversor i viceversa

Taula 18. Valors dels coeficients pel càlcul de la secció de cable entre les bateries i l'inversor

Bateries - Inversor	
Longitud	2 m
Material del cable	Coure
Potencia inversor	15 kW
Caiguda de tensió percentual	3%
Tensió	48 V

En aquesta ocasió la secció haurà de ser de 25 mm².

- Cables del grup d'electrògens a l'inversor

Taula 19. Valors dels coeficients pel càlcul de la secció de cable entre el grup d'electrògens i l'inversor

Grup d'electrògens - Inversor	
Longitud	2 m
Material del cable	Coure
Potència inversor	5 kW
Caiguda de tensió percentual	3%
Tensió	48 V

Pel connexionat del generador amb l'inversor es farà servir un cable de secció igual a 10 mm². [80]

4.5 Sistema d'il·luminació

Per a dur a terme el dimensionat del sistema d'il·luminació dels mòduls, es fan els càlculs per separat. Per una banda es dimensiona per a les habitacions i, per l'altre, el menjador compartit.

L'esquema a seguir, comú pels dos casos, és el següent:

4.5.1 Càlcul del flux lluminós total necessari (Φ_T)

El flux lluminós és una mesura la qual representa la potència lluminosa percebuda pel receptor. Per a calcular aquesta, es fa ús de la següent equació:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

on:

- Φ_T és el flux lluminós requerit en una zona determinada [LÚMENS]
- E_m representa el nivell promig d'il·luminació [LUX]
- S simbolitza la superfície a ser il·luminada [m^2]
- C_u és el coeficient d'utilització que representa la relació entre el flux emès per la font i el de percebut per un cos. És un valor, normalment tabulat que es troba a la fitxes tècniques de les làmpades a utilitzar.
- C_m , conegut com a coeficient de manteniment, és el coeficient que indica el grau de conservació d'una lluminària.

4.5.1.1 Fixació de les dades d'entrada

- Dimensions del local (a, b i H).

En aquesta ocasió, com es realitzen els càlculs pertinents pel menjador, les dimensions del mateix són les següents:

- $a = \text{Amplada} = 3,60 \text{ m}$
- $b = \text{Llargària} = 4,80 \text{ m}$
- $H = \text{Alçada} = 2,50 \text{ m}$

- Alçada del pla de treball (h')

L'alçada del pla de treball depèn, bàsicament, de l'activitat que es faci en la zona a il·luminar. En el nostre cas, al menjador els individus es troben asseguts a taula o bé de peu pels voltants.

Per norma general, es considera que l'alçada del terra a la superfície de qualsevol taula de treball és de 0,85 m. En altres casos com habitacions, passadissos, halls. etc., es considera una alçada del terra a la superfície de treball de 0 m. Llavors:

- $h' = \text{Alçada del pla de treball} = 0,85 \text{ m}$

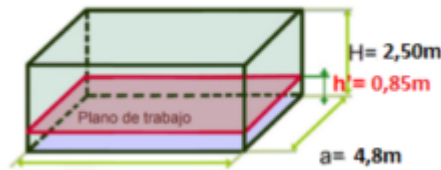


Figura 36. Situació d'estudi mòdul principal
 (Font: Elaboració pròpia)

- Nivell d'il·luminació mitjà (E_m).

El nivell d'il·luminació mitjà és un valor que, de la mateixa manera que l'alçada del pla de treball, depèn de l'activitat que es realitzi a la zona a estudiar.

Els valors de E_m es troben tabulats a la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2022. Aquesta norma té com a objectius principals el garantir qualitat i confort visual, així com crear ambients agradables i confortables pels usuaris de les instal·lacions.

Pel nostre cas d'estudi ens dirigirem a les taules de llocs de concurrència pública, concretament a la taula "1. Àrees comunes". Tal i com es mostra a la figura que es presenta a continuació, el nivell d'il·luminació mitjà és de 200 lux. ^[84]

TABLA DE LUGARES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

1. ÁREAS COMUNES						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	U_o	R_a	OBSERVACIONES
1.1	HALLS DE ENTRADA	100	22	0,4	80	UGR sólo si es aplicable
1.2	GUARDARROPAS	200	25	0,4	80	
1.3	SALONES	200	22	0,4	80	
1.4	OFICINAS DE TAQUILLAS	300	22	0,6	80	

Figura 37. Taula de llocs de pública concurrència (apartat 1.Àrees comunes)

(Font: <https://www.saltoki.com/iluminacion/docs/03-UNE-12464.1.pdf>)

- Elecció del tipus de làmpada.

En el nostre estudi s'ha vist adient l'elecció d'una làmpada LED principalment pels següents factors:

- Preu competitiu.
- Reproducció del color acceptable.
- Energèticament superior a la majoria d'alternatives com els fluorescents.

- Elecció de la lluminària i la seva altura de suspensió.

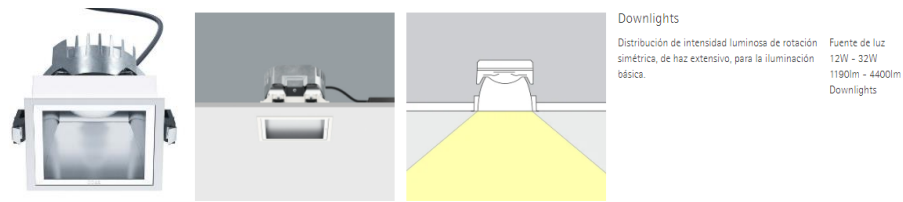


Figura 38. Quintessence quadrat

(Font: <https://www.erco.com/es/productos/espacio-interior/luminarias-empotrables-en-el-techo/quintessence-cuadrado-3850/>)

Per a la lluminària s'utilitzaran làmpades LED en disposició downlight, és a dir, encastades al sostre. En concret s'ha seleccionat la làmpada "Quintessence cuadrado" d'ERCO. Tal i com podem veure a la fitxa tècnica del producte, cada làmpada pot arribar a donar un flux de fins a 4.800 lúmens. [85]

4.5.1.2 Determinació del coeficient d'utilització (C_u)

Tal i com s'ha mencionat amb anterioritat, el coeficient d'utilització ve donat pel fabricant de la lluminària. Aquest valor es pot trobar en la fitxa tècnica del producte. En el nostre cas, al no tenir accés a la fitxa tècnica completa del producte, no podem trobar el valor del coeficient d'utilització directament. No obstant, es pot arribar a deduir per mitjà de l'ús de l'índex local (K) i els coeficients de reflexió dels elements que conformen el menjador.

- Índex local (k)

L'índex local és un número comprès entre 1 i 10 que representatiu de la geometria de la zona a estudiar entre el pla de treball i el de les lluminàries. Trobem dues possibles formes de càlcul, en el cas del mètode europeu, en funció del sistema d'il·luminació utilitzat:

Taula 20. Índex local en funció del sistema d'il·luminació

	Sistema d'il·luminació	Índex local (K)
	Il·luminació directa, semidirecta, directa-indirecta i general difusa	$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Il·luminació indirecta i semi indirecta	$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h - h') \cdot (a + b)}$

Pel tipus de lluminària que s'ha seleccionat en apartats anteriors, aquesta ens donarà una il·luminació directa. Per aquesta raó s'empra la primera de les dues equacions de la taula 20.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$K = \frac{3,60 \cdot 4,80}{1,65 \cdot (3,60 + 4,80)}$$

$$K = 1,246753 \simeq 1,25$$

- Càlcul dels coeficients de reflexió

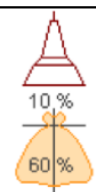
La reflexió de la llum depèn, entre d'altres, del tipus de material o superfície sobre la que incideix. D'aquesta manera, dos habitacles de mateixes dimensions poden tenir diferents coeficients de reflexió. No obstant però, aquests es troben tabulats pels diferents tipus de materials, superfícies i acabats.

- Sostre i parets (panells Sandwich d'acer pintats de blanc) = 0,482
- Sòl (Revestiment de poliuretà negre) = 0,1 - 0,2

Un cop obtinguts l'índex local (K) i els coeficients de reflexió de la zona d'estudi, es pot conèixer el valor del coeficient d'utilització (Cu). Per a dur a terme aquesta tasca s'ha de fer ús de les taules que proporciona el fabricant envers aquest coeficient.

Figura 39. Taula factors d'utilització

(Font: <https://greenice.com/es/content/155-como-seleccionar-las-lamparas-de-acuerdo-a-la-zona-que-se-desea-iluminar>)


Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización																									
		Factor de reflexión del techo																									
		0.8				0.7				0.5				0.3				0									
Factor de reflexión de las paredes																											
												0.5				0.3				0.1				0			
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30														
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37														
	1.00	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41														
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45														
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48														
	2.00	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52														
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54														
3.00	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56															
$D_{max}=1.0H_m$	4.00	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58														
1m	.70	.75	.80	5.00	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59											

H_m: altura luminaria-plano de trabajo

En el nostre cas, i tal i com es pot veure a la figura següent, com el coeficient d'utilització no es pot treure de forma directa, s'ha d'interpol·lar:

Figura 40. Taula factors d'utilització (factor seleccionat)

(Font: <https://greenice.com/es/content/155-como-seleccionar-las-lamparas-de-acuerdo-a-la-zona-que-se-desea-iluminar>)

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización														
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes								
		0.8		0.7		0.5		0.3		0						
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0			
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30			
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37			
	1.00	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41			
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45			
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48			
	2.00	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52			
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54			
3.00	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56				
$D_{max}=1.0H_m$	4.00	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58			
1m	.70	.75	.80	5.00	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Taula 21. Factor de reflexió i factor d'utilització

Factor de reflexió	Factor d'utilització
0,5	0,55
0,482	x
0,3	0,51

$$x = 0,51 + \frac{(0,55-0,51)}{(0,5-0,3)} \cdot (0,482 - 0,3) = 0,5464 \simeq 0,55$$

Llavors, el nostre factor d'utilització és:

$$- C_u = 0,55$$

[86]

4.5.1.3 Determinació del coeficient d'utilització (C_m)

El coeficient de manteniment és un coeficient el qual fa referència a la influència que té el grau de neteja de la lluminària en el flux emès per les làmpades.

Per a una neteja anual periòdica es poden agafar els valor que es mostren en la següent taula:

Taula 22. C_m en funció del tipus d'ambient

Ambient	Coefficient de manteniment (C_m)
Net	0,8
Brut	0,6

En el nostre cas es suposa que l'ambient en els mòduls serà net, llavors:

$$- C_m = 0,8$$

Finalment, un cop obtinguts tots els valors de les variables de l'equació del flux lluminós necessari total podem obtenir aquest, es procedeix a la substitució dels mateixos en la fórmula esmentada amb anterioritat:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} = \frac{200 \cdot (3,60 \cdot 4,80)}{0,55 \cdot 0,8} = 7.854,54 \text{ lumens}$$

4.5.2 Establiment del número de lluminàries

A partir del flux lluminós total que es necessita per a il·luminar el menjador, podem determinar el número de lluminàries que es requereixen aplicant la següent equació:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

on:

- NL representa el número de lluminàries.
- Φ_T simbolitza el flux lluminós total requerit a una zona determinada.
- n és el número de làmpades de la lluminària.
- Φ_L representa el flux lluminós d'una làmpada.

Llavors, substituint els valors tenim:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{7.854,54}{1 \cdot 4.800} = 1,63 \simeq 2$$

Per tant, necessitaríem dues lluminàries per a obtenir una correcta il·luminació de l'estança (cal recordar que és a les fitxes tècniques on apareix el flux lluminós de la làmpada, així com el número de làmpades per lluminària).

4.5.3 Emplaçament de les Il·luminàries

Un cop calculat el número mínim de lluminàries requerides, es procedeix a l'emplaçament de les mateixes.

En els locals que presenten una geometria rectangular, les lluminàries es distribueixen uniformement en fileres paral·leles als eixos de simetria del local en funció de les equacions que es troben a continuació:

Taula 23. Emplaçament lluminàries

Número de fileres de lluminària (amplada)	$N_{amplada} = \sqrt{\frac{NL}{b} \cdot a}$
Número de columnes de lluminària (llargada)	$N_{llargària} = N_{amplada} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$

Llavors:

$$N_{amplada} = \sqrt{\frac{NL}{a} \cdot b} = \sqrt{\frac{1,63}{3,60} \cdot 4,80} = \frac{\sqrt{66}}{9} \simeq 1$$

$$N_{llargària} = N_{amplada} \cdot \left(\frac{b}{a}\right) = \frac{\sqrt{66}}{9} \cdot \left(\frac{4,80}{3,60}\right) = 1,2036 \simeq 2$$

D'aquesta manera es demostra que per a il·luminar la instància, només es requereixen de dues lluminàries.

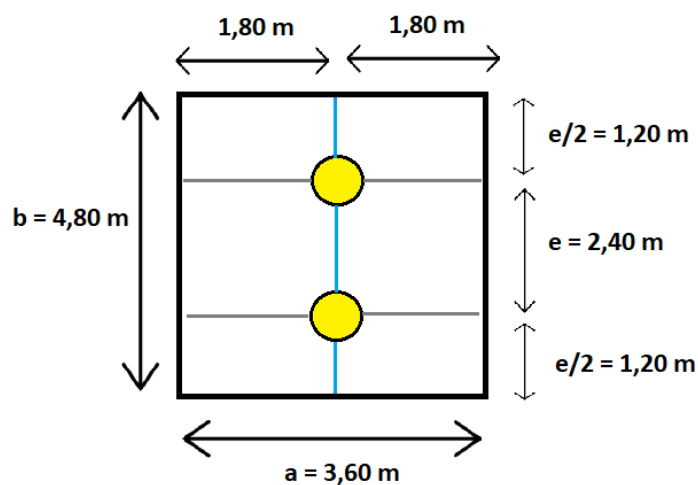


Figura 41. Distribució lluminària requerida
(Font: Elaboració pròpia)

S'ha de tenir en compte la disposició de les mateixes en funció de l'angle d'obertura del feix de llum i de l'altura de les lluminàries sobre el pla de treball.

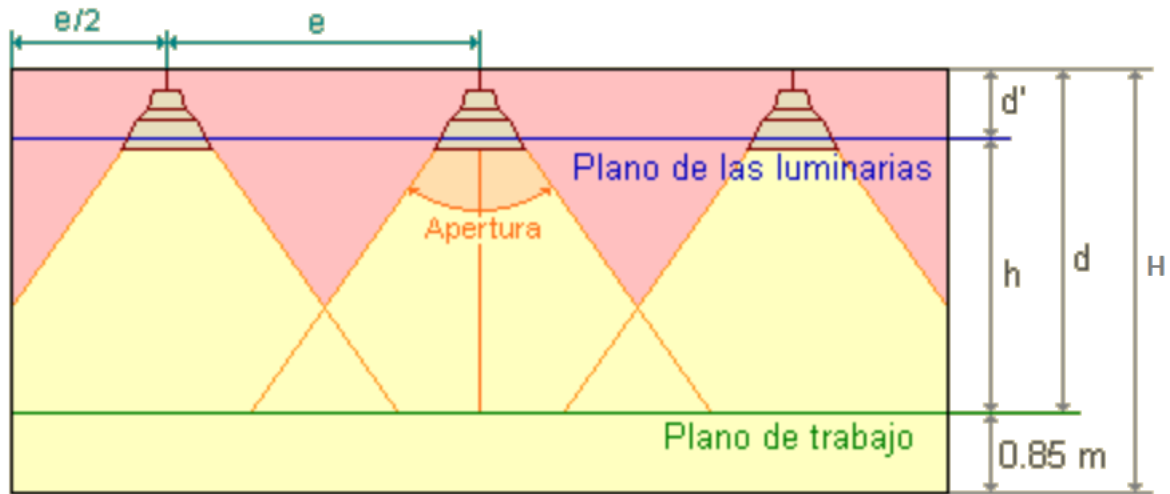


Figura 42. Resum posicionament lluminàries

(Font: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>)

Tal i com s'aprecia a la figura anterior, la superfície il·luminada serà major en quant més gran sigui l'angle d'obertura i major l'alçada de les lluminàries. No obstant, menor serà la il·luminació.

A continuació es mostra una taula resum de la separació entre lluminàries:

Taula 24. Resum separació entre lluminàries

Tipus de lluminària	Alçada del local	Distància màxima entre lluminàries
intensiva	>10 m	$e \leq 1,2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1,5 h$
semi extensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1,6 h$
distància paret-lluminària: $e/2$		

En el nostre estudi, ens trobaríem a quarta fila ja que tenim una alçada inferior a 4 m (2,5 m per a ser exactes). D'aquesta manera, si multipliquem 1,6 per $h = 1,65$ ens surt com a resultat que la distància entre lluminàries a de ser inferior o igual a 2,64 m. Això es compleix donat que la distància entre aquestes és de 2,40 m.

4.5.4 Comprovació dels resultats

Per a donar validesa als nostres càlculs es fa ús de la següent equació:

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{m \text{ tabulada}}$$

Si substituïm els valors coneguts i calculats anteriorment de les variables tenim que:

$$E_m = \frac{2 \cdot 1 \cdot 4.800 \cdot 0,55 \cdot 0,80}{3,60 \cdot 4,80} \geq 200 \text{ lux}$$

$$E_m = 244,4 \text{ lux} \geq 200 \text{ lux}$$

Com que el valor d'il·luminació mitjà necessari és superior al tabulat en la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2022, significa que el número de lluminàries instal·lades és correcte.

A continuació es presenten els càlculs per a la il·luminació dels dormitoris sense profunditzar en el càlcul donat que aquest, és pràcticament idèntic al del menjador:

4.5.5 Càlcul del flux lluminós total necessari (Φ_T)

4.5.5.1 Fixació de les dades d'entrada

- Dimensions del local (a, b i H).

$$a = \text{Amplada} = 2,40 \text{ m}$$

$$b = \text{Llargària} = 4,20 \text{ m}$$

$$H = \text{Alçada} = 2,50 \text{ m}$$

- Alçada del pla de treball (h').

$$h' = 0 \text{ m}$$

- Nivell d'il·luminació mitjà (E_m).

$$E_m = 150 \text{ lux}$$

- Elecció del tipus de làmpada.

Es fa ús de la mateixa làmpada.

- Elecció de la lluminària i la seva altura de suspensió.

Mateixa lluminària i disposició (downlight)

4.5.5.2 Determinació del coeficient d'utilització (C_u)

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{2,40 \cdot 4,20}{2,50 \cdot (2,40 + 4,20)} = 0,6109 \approx 0,61$$

Tal i com es pot observar, l'índex local resulta inferior a 1. Aquesta casuística reflexa que el sostre presenta una alçada molt superior en relació a la superfície de treball i, per tant, que es necessiten més lluminàries.

Taula 25. Factor de reflexió i factor d'utilització

Factor de reflexió	Factor d'utilització
0,5	0,38
0,482	x
0,3	0,34

$$x = 0,34 + \frac{(0,38 - 0,34)}{(0,5 - 0,3)} \cdot (0,482 - 0,3) = 0,3764 \approx 0,38$$

$$C_u = 0,38$$

4.5.5.3 Determinació del coeficient d'utilització (C_m)

$$C_m = 0,8$$

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} = \frac{150 \cdot (2,40 \cdot 4,20)}{0,38 \cdot 0,8} = 3.256,58 \text{ lumens}$$

4.5.6 Establiment del número de lluminàries

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{3.256,58}{1 \cdot 4.800} = 0,6785 \simeq 1$$

4.5.7 Emplaçament de les lluminàries

$$N_{\text{amplada}} = 1$$

$$N_{\text{llargària}} = 1$$

4.5.8 Comprovació dels resultats

Tal i com es pot comprovar, si es situa una única lluminària, ens surt un valor d'il·luminació mitjà necessari inferior al tabulat. Això és donat a que l'índex local és inferior a 1. Si en col·loquen dos lluminàries, llavors complim ja que ens per sobre del valor tabulat. ^{[82],[83]}

$$E_m = 169 \text{ lux} \geq 150 \text{ lux}$$

4.6 Sistema de ventilació

Segons el Pla Estratègic de Salut i Medi Ambient (PESMA) 2022-2026, la qualitat de l'aire en l'interior de les edificacions es presenta com una variable essencial en la prevenció a l'hora de contraure malalties i afeccions.

La qualitat de l'aire interior es un factor, directament relacionat amb l'ambient exterior, influent en la salut dels ocupants. L'exposició a una major concentració de contaminants i de forma prolongada, juntament amb una inadequada, o bé inexistent, ventilació, implica un agreujament en la salut dels ocupants. Així s'ha demostrat al llarg del temps amb l'aparició de noves afeccions al sistema respiratori com l'asma o la proliferació de fongs en aquest, entre d'altres.

Llavors, per a garantir el benestar dels residents en els mòduls, és evident la necessitat d'instal·lar equips encarregats de regular la qualitat de l'aire en l'interior d'aquests.

A Espanya existeixen principalment dues normatives reguladores de la qualitat de l'aire en l'interior dels edificis. La secció 3 del Document Bàsic de Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE DB HS3) i el "RITE", o Reglament d'instal·lacions en els edificis. La primera fa referència a vivendes privades, mentre que la segona ens parla de la qualitat de l'aire interior en qualsevol edifici amb un ús diferent al de la vivenda privada. És per aquesta raó que els nostres mòduls s'han dissenyat en funció del que marca el RITE.

El RITE, al regular la qualitat mínima de l'aire interior acceptada en vivendes d'ús diferent al privat, estableix una categoria de qualitat de l'aire en funció de la importància d'aquesta en l'edificació:

- IDA 1: Aire de qualitat òptima (hospitals, clíniques, laboratoris i llars d'infants).
- IDA 2: Aire de elevada qualitat (oficines, residències, museus, escoles, etc.).
- IDA 3: Aire de mitjana qualitat (edificis comercials, habitacions d'hotels, gimnàs, restaurants i cafeteries, etc.).
- IDA 4: Aire de baixa qualitat. ^{[87],[88],[89]}

S'estableixen fins a cinc mètodes diferents pel càlcul del cabal d'aire exterior de ventilació:

4.6.1 Mètode 1: Mètode indirecte de cabal d'aire exterior per persona

Aquest mètode s'utilitza principalment quan la major part de les emissions contaminants són produïdes per persones, sense està permès el fumar a l'interior de la vivenda.

En funció del nombre de persones i de la categoria de la vivenda, obtindrem un resultat o un altre. En el nostre cas, podem arribar a tenir fins a 8 ocupants en la vivenda que es presenta com una d'ús residencial, de tal manera que estem dins de la categoria "IDA 2".

Taula 26. Cabals d'aire exterior expressats en L / s per persona (Taula 1.4.2.1 del RITE)

Categoria	L / s per persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

$$Q_V = n^{\circ}_{\text{persones}} \cdot l/s \text{ per persona}$$

$$Q_V = 8 \cdot 12,5 l/s \text{ per persona}$$

$$Q_V = 100 l/s = 360 m^3/h$$

Llavors, aplicant aquesta mètode per a 8 persones i una vivenda que es recull sota la categoria 2 tenim que el cabal d'aire exterior per persona ha de ser de 360 m³/h

4.6.2 Mètode 2: Mètode directe per qualitat d'aire percebut

Es tracta d'un mètode olfatiu de difícil aplicació que es troba recollit en la UNE-EN 13779:2004 i en l'informe CR 1752. Consisteix en aplicar la fórmula següent:

$$Q_C = 10 \cdot \frac{G_C}{C_{c,i} - C_{c,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

On:

- Q_C és el cabal de ventilació
- G_C és la càrrega contaminant sensorial [olf]
- $C_{c,i}$ és la qualitat de l'aire interior desitjada a percebre [decipol]
- $C_{c,o}$ és la qualitat de l'aire exterior percebuda [decipol]
- ϵ_v és l'efectivitat de la ventilació

S'ha de tenir en compte que la qualitat de l'aire exterior percebuda es sol considerar nul·la i que la qualitat de l'aire interior desitjada a percebre ve donada a la taula 1.4.2.2 del RITE. A més, la càrrega contaminant sensorial depèn de l'activitat que es realitzi, dels ocupants i de la càrrega de l'edifici (0,1 olf / m² per a edificis poc contaminants); i l'efectivitat de la ventilació depèn de la disposició de les reixes de retorn i impulsió, i de la temperatura de l'aire impulsat.

En cap moment aquest càlcul serà vàlid en espais on estigui permès el fumar.

Taula 27. Qualitat de l'aire percebuda, expressada en decipols (Taula 1.4.2.2 del RITE)

Categoria	dp
IDA 1	0,8
IDA 2	1,2
IDA 3	2,0
IDA 4	3,0

De tal manera que la nostra càrrega contaminant sensorial, tenint en compte una càrrega sensorial de 1,0 olf/ocupant per a vivendes i una càrrega d'edifici de 0,1 olf/m² al ser poc contaminant és de:

$$G_c = n_{\text{persones}}^{\text{e}} \cdot \text{càrrega sensorial} + \text{superfície edifici} \cdot \text{càrrega edifici}$$

$$G_c = 8 \cdot 1,0 \text{ olf/ocupant} + 37,44 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \text{ olf/m}^2$$

$$G_c = 8 \cdot 1,0 \text{ olf/ocupant} + 37,44 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \text{ olf/m}^2$$

$$G_c = 11,74 \text{ olf}$$

Com el nostre mòdul pertany a l'IDA 2, la qualitat d'aire interior desitjada a percebre és de:

$$C_{c,i} = 1,2 \text{ dp}$$

L'efectivitat de la ventilació es considera:

$$\varepsilon_v = 0,9$$

D'aquesta forma, el cabal de ventilació necessari és:

$$Q_c = 10 \cdot \frac{G_c}{C_{c,i} - C_{c,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

$$Q_c = 10 \cdot \frac{11,744}{1,2 - 0} \cdot \frac{1}{0,9}$$

$$Q_c = 108,74 \text{ l/s} = 391,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.6.3 Mètode 3: Mètode directe per concentració de CO₂

Es tracta d'un mètode adequat per a aquelles aplicacions on els principals contaminants es produeixen per bioafluents humans. És a dir, la contaminació és emesa principalment per una persona estàndard. En cap moment aquest càlcul serà vàlid en espais on estigui permès el fumar.

En aquest cas, el cabal de ventilació necessari pel benestar dels ocupants es calcula a partir de l'equació següent:

$$Q_h = \frac{G_h}{c_{h,i} - c_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

On:

- Q_h és el cabal de ventilació
- G_h és la càrrega contaminant de CO_2 [l/s]
- $c_{h,i}$ és la concentració de CO_2 en l'aire interior (ppm)
- $c_{h,o}$ és la concentració de CO_2 en l'aire exterior (ppm)
- ε_v és l'efectivitat de la ventilació

En la taula següent, extreta del RITE, es mostren els valors de concentració de CO_2 en l'aire interior sobre l'exterior en $(c_{h,i} - c_{h,o})$ funció de la qualitat de l'aire interior (IDA):

Taula 28. Concentració en locals de CO_2 (Taula 1.4.2.3 del RITE)

Categoria	ppm
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

Per a una vivenda, on l'activitat metabòlica és d'1,2 met, les emissions de CO_2 per ocupant són de 21 l/h segons el RITE. D'aquesta manera, la càrrega contaminant de CO_2 és de:

$$G_h = n_{\text{persones}}^{\text{o}} \cdot \text{emissions per ocupant}$$

$$G_h = 8 \cdot 21 \text{ l/h}$$

$$G_h = 168 \text{ l/h} = 0,046 \text{ l/s}$$

En el nostre cas, com estem dins de la categoria IDA 2, la diferencia de concentració de CO_2 en l'aire interior sobre l'exterior $(c_{h,i} - c_{h,o})$ és de:

$$(c_{h,i} - c_{h,o}) = 500 \text{ ppm}$$

De nou, es torna a considerar una efectivitat de la ventilació de:

$$\varepsilon_v = 0,9$$

De tal manera que el cabal de ventilació necessari és:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\epsilon_v}$$

$$Q_h = \frac{0,046}{500 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{0,9}$$

$$Q_h = 103,704 \text{ l/s} = 373,3 \bar{m}^3 / h$$

4.6.4 Mètode 4: Mètode indirecte del cabal d'aire per unitat de superfície

No es realitzen els càlculs pertinents amb aquest mètode donat que s'utilitza per espais no focalitzats en l'estança permanent d'individus.

4.6.5 Mètode 5: Mètode directe de la dilució

No es realitzen els càlculs pertinents amb aquest mètode donat que no hi han emissions conegudes de materials contaminants específics. ^[90]

Després de la realització dels càlculs per tres dels cinc mètodes, tal i com podem observar a la taula 29 els mètodes ens proporcionen valors bastant similars, sent el més restrictiu el del mètode 2 i, el més permissiu el del primer.

D'aquesta manera, per a assegurar la correcte ventilació de la nostre vivenda, el nostre sistema de ventilació, haurà de poder renovar un mínim d'aproximadament 392 m³ d'aire a l'hora. És per això que s'ha decidit emprar un extractor solar sota coberta amb una capacitat de fins a 1500 m³/ h.

Taula 29. Taula comparativa de la qualitat de l'aire pels diferents mètodes establerts pel RITA

Mètode	Qualitat de l'aire (m ³ / h)
1	360
2	391,47
3	373,3
4	-
5	-



Figura 43. Extractor solar per as cobertes

(Font: http://www.suberfincascanarias.com/fichas_tecnicas/ficha_tecnica_extractor_solar.pdf)

4.7 Sistema contra incendis

Tal i com s'especifica al Reial Decret 513/2017, del 22 de maig, pel que s'aprova el Reglament d'instal·lacions de proteccions contra incendis, no és necessari la implementació de dispositius actius per vivendes particulars. No obstant però, per a zones comunes de vivendes, tot i no ser obligatori la incorporació d'equips contra incendis, es recomana marcar recorreguts d'evacuació i la incorporació d'extintors donat a que en els mòduls es troben presents diferents equips elèctrics que conformen un potencial risc d'incendi. ^{[91],[92]}

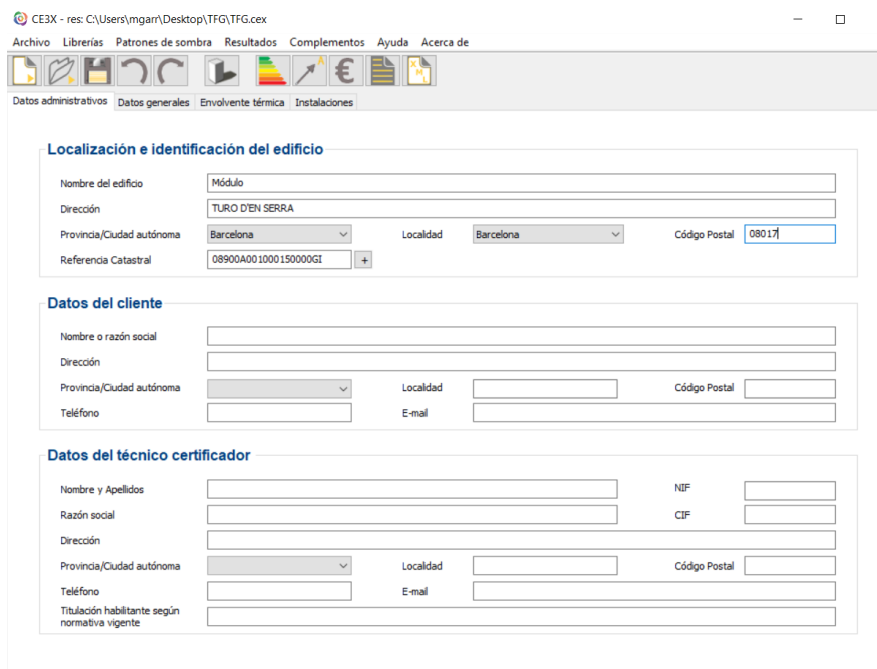
4.8 Certificació energètica

En el següent apartat es dur a terme una auditoria energètica del nostre mòdul. Aquesta és un procés utilitzat per a l'avaluació energètica del funcionament d'un edifici o instal·lació, analitzant la situació actual i aportant propostes de millores en els equips, instal·lacions,.. determinant les inversions necessàries corresponents, així com el seu període de retorn. En el nostre cas, com l'edificació encara no és existent, es presenta l'estudi energètic sense propostes de millores.

Per a dur a terme l'estudi d'eficiència energètica del mòdul es fa ús del software CE3X, programa oficial desenvolupat per l'IDAE (Institut per la Diversificació i Estalvi Energètic) en col·laboració amb Efinovatic per a la certificació de l'eficiència energètica d'edificis a Espanya. [93],[94],[95]

4.8.1 Dades administratives

Primerament, s'introdueixen les dades referents a la localització i la identificació de l'edifici tal i com es mostra en la següent figura. Cal esmentar que aquestes no influeixen en la qualificació energètica final.



The screenshot shows the CE3X software interface with the following sections:

- Localización e identificación del edificio:**
 - Nombre del edificio: Módulo
 - Dirección: TURO D'EN SERRA
 - Provincia/Ciudad autónoma: Barcelona
 - Localidad: Barcelona
 - Código Postal: 08017
 - Referencia Catastral: 08900A001000150000GI
- Datos del cliente:**
 - Nombre o razón social: [Empty]
 - Dirección: [Empty]
 - Provincia/Ciudad autónoma: [Empty]
 - Localidad: [Empty]
 - Código Postal: [Empty]
 - Teléfono: [Empty]
 - E-mail: [Empty]
- Datos del técnico certificador:**
 - Nombre y Apellidos: [Empty]
 - Razón social: [Empty]
 - Dirección: [Empty]
 - Provincia/Ciudad autónoma: [Empty]
 - Localidad: [Empty]
 - Código Postal: [Empty]
 - Teléfono: [Empty]
 - E-mail: [Empty]
 - Titulación habilitante según normativa vigente: [Empty]
 - NIF: [Empty]
 - CIF: [Empty]

Figura 44. Finestra de dades administratives extreta del CE3X

(Font: CE3X)

Les dades que fan referència al client i al tècnic certificador no es troben omplertes donat que el projecte encara no ha sigut sol·licitat per cap entitat i al no haver finalitzat els meus estudis de grau, no presento les atribucions requerides per a firmar la certificació. En aquest últim cas, s'hauria de trobar a un enginyer amb les atribucions corresponents.

La ubicació seleccionada per a la ubicació dels mòduls es troba a les afores de Barcelona en una parcel·la amb més de 120.000 m², tal i com s'observa a la figura 45.



Figura 45. Informació de la parcel·la seleccionada extreta de la seu electrònica del cadastre

(Font: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?refcat=08900A00100015&from=OVCBusqueda&pest=rc&final=&RCCompleta=08900A001000150000GI&ZV=NO&ZR=NO&anyoZV=&tematicos=&anyotem=&del=8&mun=900>)

4.8.2 Dades generals de l'edifici existent

Les dades generals de l'edifici existent són totes aquelles dades de caràcter imprescindible per a obtenir la qualificació energètica d'aquest ja que afecten directament al seu valor final. Les dades generals es poden classificar en:

- Dades generals

Fan referència a totes aquelles dades que determinen els valors dels diferents tancaments i sistemes en funció de la normativa sota la qual es regeixen. En el nostre cas, com pels mòduls es suposa el seu inici de construcció al 2022, la construcció dels mateixos s'ha de regir per la normativa CTE 2013 (actualment vigent).

A més, el mòdul es presenta com una vivenda temporal unifamiliar situat a les afores de Barcelona (amb aquesta informació el software, de manera automàtica, calcula la forma climàtica de la zona on es troba l'edifici).

- Definició de l'edifici

Engloba les dades que defineixen la vivenda a certificar i que són tanmateix indispensables per a l'obtenció de la qualificació.

El nostre mòdul, tal i com es pot veure en la següent figura i als plànols adjunts, es presenta com un edifici d'una única planta amb una superfície útil habitable de 37,44 m² i una alçada lliure de planta de 2,5 m.

Datos generales

Normativa vigente: CTE 2013 ? Año construcción: 2022

Tipo de edificio: Unifamiliar

Provincia/Ciudad autónoma: Barcelona Localidad: Barcelona Zona climática: HE-1 C2 HE-4 III

Definición edificio

Superficie útil habitable: 37.44 m²

Altura libre de planta: 2.5 m

Número de plantas habitables: 1

Ventilación del inmueble: 0.63 ren/h

Demanda diaria de ACS: 64 l/día

Masa de las particiones internas: Ligera

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio

Plano situación

Figura 46. Finestra de dades generals omplerta i estreta del CE3X
 (Font: CE3X)

En quant a la ventilació de l'edifici, tal i com s'ha mencionat, es farà ús d'un extractor solar amb un cabal regulable de fins 1500 m³/h. Llavors, tenint en compte el volum de la vivenda i la capacitat del nostre sistema d'extracció d'aire, es pot calcular les renovacions d'aire per hora que es poden arribar a fer:

$$\text{Ventilació immoble} = \frac{\text{Cabal de ventilació}}{\text{Volum immoble}}$$

$$\text{ren/h} = \frac{\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)}{\text{m}^3}$$

$$\text{Ventilació immoble} = \frac{1500 \text{ m}^3/\text{h}}{37,44 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}}$$

$$\text{Ventilació immoble} = \frac{1500 \text{ m}^3/\text{h}}{37,44 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}}$$

$$\text{Ventilació immoble} = 16,025641 \simeq 16 \text{ ren/h}$$

De tal manera que es poden fer fins a 16 ren/h. No obstant però, el fer moltes renovacions d'aire provoca pèrdues calorífiques que afecten a la qualificació final. Llavors, com l'extractor solar és regulable es disposa a fer 0,63 ren/h; valor comú a vivendes d'ús residencial.

La demanda d'aigua calenta sanitària (ACS) s'ha calculat utilitzant el DB-HE4 del CTE, estimant el consum d'ACS en el nostre edifici similar al d'un restaurant on s'especifica que la demanda d'ACS per a restaurants és de 8 l/dia · persona (valor extret de la taula C del Anejo F):

$$\text{Demanda diària d'ACS} = n_{\text{persones}}^{\circ} \cdot \left(\frac{l}{\text{dia} \cdot \text{persona}} \right)$$

$$\text{Demanda diària d'ACS} = 8 \cdot 8 \frac{l}{\text{dia} \cdot \text{persona}}$$

$$\text{Demanda diària d'ACS} = 64 \frac{l}{\text{dia} \cdot \text{persona}}$$

D'aquesta manera, la demanda diària d'aigua calenta sanitària és de 64 l/dia · persona.

La massa de les particions, variable necessària per a consideracions envers la inèrcia tèrmica en les particions interiors entre espais habitables, és lleugera donat que el pes dels panells utilitzats és inferior a 200 Kg/m², concretament a la fitxa tècnica s'especifica un pes de 11,80 Kg/m².

Finalment, donat que el nostre mòdul encara no s'ha fabricat i per tant no se li han pogut fer proves d'estanquitat, no s'han pogut afegir al programa valors referents en aquest àmbit.

4.8.3 Embolcall tèrmic

El embolcall tèrmic es conforma per tots els tancaments que limiten l'espai habitable de l'ambient exterior (aire, terreny, altres edificis, etc.) i totes les particions interiors que, de la mateixa manera que els tancaments, imiten l'espai habitable de l'ambient exterior.

Els components que componen el embolcall tèrmic són:

- Coberta

Com la nostra coberta no es troba sota terra; tal i com es pot apreciar a la figura 47, s'ha seleccionat l'opció de la coberta en contacte amb l'aire. En aquesta s'ha detallat la superfície total de la coberta, així com les propietats tèrmiques de la mateixa (valors extrets de les fitxes tècniques).

A més, donat que la disposició dels mòduls sobre el terreny es farà tenint en compte que cap mòdul generi ombres que incideixin en la resta, no s'ha incorporat un patró d'ombres en la simulació.

Envolvente tèrmica del edifici

- Cubierta
- Enterrada
- Muro
- En contacto con el aire
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico



Cubierta en contacto con el aire

Nombre	Cubierta	Zona	Edificio Objeto
<i>Dimensiones</i>		<i>Características</i>	
Superficie	37.44 m2	Patrón de sombras	Sin patrón
Longitud	m		
Anchura	m		
<i>Parámetros característicos del cerramiento</i>			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	0.44 W/m2K
<input checked="" type="radio"/> Transmitancia térmica	0.44 W/m2K	Masa/m2	11.80 kg/m2
<input type="radio"/> Librería cerramientos			

Figura 47. Finestra de l'embolcall tèrmic per la coberta, extreta del CE3X

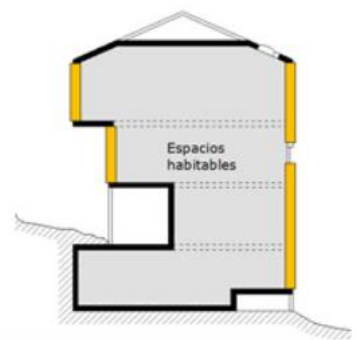
(Font: CE3X)

- Murs

Per a dur de forma correcte l'estudi d'eficiència energètica, s'han introduït els valors dels murs per separat (mur que es troba encarant cap al nord, sud est i oest). En la següent figura es mostra els valors afegits en les seves caselles corresponents:

Envolvente tèrmica del edifici

- Cubierta
- Muro
 - En contacto con el terreno
 - De fachada
 - Medianería
- Suelo
- Partición interior
- Huevo/Lucernario
- Puente térmico



Muro de fachada

Nombre	Fachada derecha	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	10.5 m ²	Orientación	Oeste
Longitud	4.20 m	Patrón de sombras	Sin patrón
Altura	2.50 m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	0.44 W/m ² K
<input checked="" type="radio"/> Transmitancia térmica	0.44 W/m ² K	Masa/m ²	11.80 kg/m ²
<input type="radio"/> Librería cerramientos			

Figura 48. Finestra de l'embolcall tèrmic per a la façana oest, extreta del CE3X
(Font: CE3X)

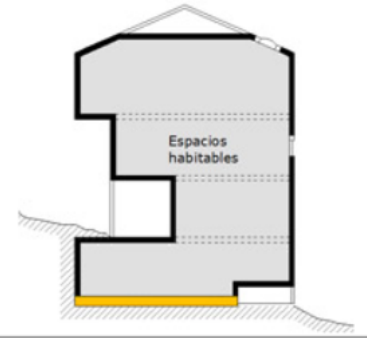
En aquesta ocasió, com pel cas de la coberta, s'han introduït els valors de la superfície, les propietats tèrmiques dels panells i no s'ha afegit un patró d'ombres. Per els altres tres murs restants, el procediment és el mateix, variant únicament el valor de la superfície i la seva orientació.

- Sòl

Un cop més, tal i com s'aprecia a la figura 49 el procediment és pràcticament idèntic als anteriors. No obstant però, en aquesta ocasió s'afegeixen les característiques de l'aïllament. En el nostre cas, l'aïllament utilitzat és el que es presenta dins els panells Sandwich el qual és llana de roca. Aquesta té una resistència tèrmica de 1,08 m²· k / w i es troba per tot el sòl del mòdul i no només pel seu perímetre.

Envolvente tèrmica del edifici

- Cubierta
- Muro
- Suelo
 - En contacto con el terreno
 - En contacto con el aire exterior
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico



Suelo en contacto con el terreno

Nombre	Suelo	Zona	Edificio Objeto
Dimensiones		Características	
Superficie	37.44 m ²	Profundidad	<input checked="" type="radio"/> Menor o igual que 0.5 m
Longitud	m		<input type="radio"/> Mayor que 0.5 m m
Anchura	m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Estimadas	Transmitancia térmica	0.7 W/m ² K
Perímetro	25.2 m		
<input checked="" type="checkbox"/> Tiene aislamiento térmico			
Características del aislamiento térmico			
Tipo de aislamiento	Continuo		
Definir Ra	Conocida		
<input type="radio"/> Espesor aislamiento	m		
<input checked="" type="radio"/> Ra	1.08 m ² K/W		

Figura 49. Finestra de l'embolcall tèrmic pel sòl, extreta del CE3X (Font: CE3X)

- Partició interior

Tal i com es reflexa en els plànols del nostre edifici, aquest no presenta particions interiors. És per aquesta raó que no han sigut implementades en l'estudi d'eficiència energètica.

- Buit / Claraboia
- Finestres

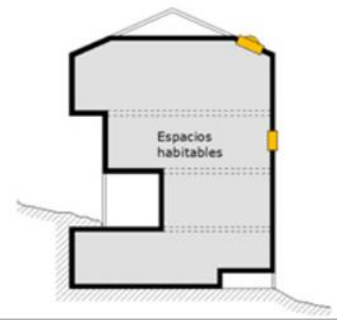
Les finestres que presenta el mòdul, tal i com s'han explicat en apartats anteriors, són de doble vidre amb marc de PVC i sense sistema de protecció solar. A més, aquestes són de classe 2 el que implica que la seva permeabilitat del buit es de com a mínim 27 m³/hm² (segons s'especifica en la fitxa tècnica). També al ser finestres amb un marc de PVC blanc, l'absortivitat del marc es de 0,3.

Les dimensions de les finestres són extretes de la fitxa tècnica i s'ha suposat un percentatge de marc entorn del 20%.

En el cas de la figura que es presenta a continuació, s'ha fet ús del multiplicador amb un valor de 4. Això es perquè a la cara anterior del mòdul trobem quatre de les cinc finestres que conformen l'habitable i, totes aquestes, presenten les mateixes dimensions i característiques.

Envolvente tèrmica del edifici

- Cubierta
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Huevo/Lucernario
- Puente térmico



Huevo/Lucernario

Nombre	Ventanas	Orientación	Sur
Cerramiento asociado	Fachada anterior		
Dimensiones		Características	
Longitud	0.8 m	Permeabilidad del hueco	Valor conocido 27 m ³ /hm ²
Altura	0.8 m	Absortividad del marco	0.3
Multiplicador	4	<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar
Superficie	2.56 m ²	Patrón de sombras	Sin patrón
Porcentaje de marco	20 %	<input type="checkbox"/> Doble ventana	
Parámetros característicos del hueco			
Propiedades térmicas Estimadas			
Tipo de vidrio	Doble	U vidrio	3.3 W/m ² K
Tipo de marco	PVC	g vidrio	0.75
		U marco	2.2 W/m ² K

Figura 50. Finestra de l'embolcall tèrmic per a les finestres disposades a la façana principal, extreta del CE3X

(Font: CE3X)

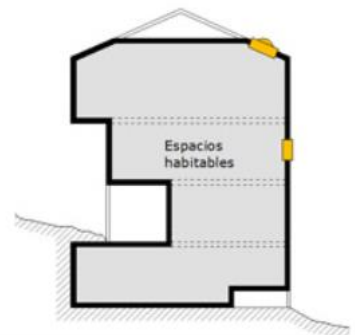
- Portes

L'única porta exterior incorporada en el mòdul es situa en la cara anterior. Les dimensions de la porta i la permeabilitat del buit han sigut extretes de la fitxa tècnica del producte (les propietats tèrmiques no apareixen). A més, al ser una porta de PVC blanca, de nou la absorptivitat del marc és de 0,3.

Tal i com es pot apreciar en la figura 51, per a que el programa entengui que estem computant una porta, el valor del percentatge de marc ha de ser del 100%.

Envolvente tèrmica del edifici

- Cubierta
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Hueco/Lucernario
- Puente térmico



Hueco/Lucernario

Nombre	Puerta		Orientación	Sur	
Cerramiento asociado	Fachada anterior				
Dimensiones			Características		
Longitud	0.8	m	Permeabilidad del hueco	Valor conocido	27 m3/hm2
Altura	2	m	Absorptividad del marco	α	0.3
Multiplicador	1		<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar	
Superficie	1.6	m2	Patrón de sombras	Sin patrón	
Porcentaje de marco	100	%	<input type="checkbox"/> Doble ventana		
Parámetros característicos del hueco					
Propiedades térmicas	Estimadas				
Tipo de vidrio			<i>U vidrio</i>		<i>W/m2K</i>
Tipo de marco	PVC		<i>g vidrio</i>		
			<i>U marco</i>	2.2	<i>W/m2K</i>

Figura 51. Finestra de l'embolcall tèrmic per la porta principal, extreta del CE3X

(Font: CE3X)

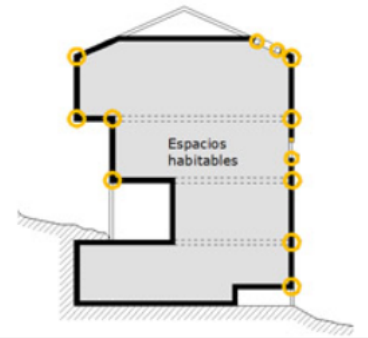
- Ponts tèrmics

A continuació es presenten tots els ponts tèrmics que presenta el nostre projecte:

Envoltant tèrmic del edifici

- Cubierta
- Muro
- Suelo
- Partición interior
- Huevo/Lucernario
- Puente térmico

Definidos por usuario



Puente térmico por defecto

Definir puentes térmicos por defecto

- Pilar integrado en fachada
- Pilar en esquina
- Contorno de hueco
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- Encuentro de fachada con solera

Cargar

Borrar

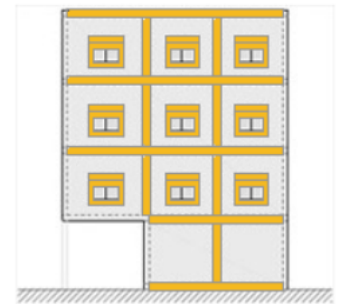


Figura 52. Finestra de l'embolcall tèrmic, on es mostren els ponts tèrmics del mòdul, extreta del CE3X (Font: CE3X)

- Instal·lacions

Tal i com es recull en apartats anteriors d'aquest document, el mòdul presenta els següents equips:

- Equip d'ACS

Per l'accés d'aigua calenta sanitària als individus, es presenta com a solució l'ús d'una escarxofa elèctrica, amb un rendiment aproximat del 90%, encarregada de subministrar el 100% de la demanda.

- Equip només de calefacció

Per a la calefacció íntegra del mòdul es farà ús d'un calefactor portàtil elèctric de 2 kW i un 90% de rendiment.

- Equip només de refrigeració

Un aire condicionat portàtil elèctric presta el servei de refrigeració de la vivenda. Aquest presenta una potencia de 2 kW i un rendiment del 90%.

- Contribucions energètiques

Els panells solars presents en la instal·lació contribueixen en el total de la demanda d'energia elèctrica requerida pel mòdul, a excepció dels equips de calefacció i refrigeració. D'aquesta manera, el nostre equip fotovoltaic cobreix el 44,7% de la demanda, tal i com es pot observar en el gràfic següent:

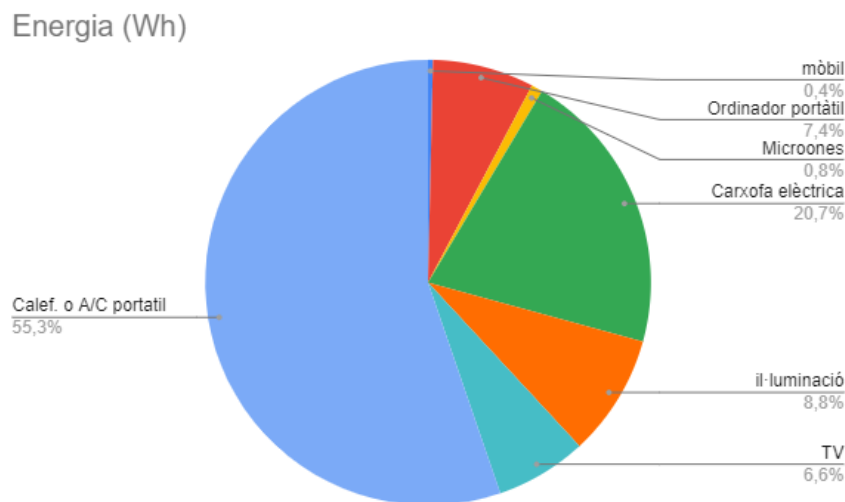


Figura 53. Gràfic, en percentatges, del consum dels diferents dispositius que consumeixen electricitat.

(Font: Elaboració pròpia)

4.8.4 Qualificació energètica final

Finalment, al fer clic sobre la finestra “Cualificación Energética”, de forma automàtica i, a partir de les dades introduïdes, el programa ens donarà la qualificació energètica que se li atorga a la vivenda. Com s’observa a la figura següent, el mòdul presenta una qualificació d’una E. A més, si ens hi fixem en els valors de la dreta de la figura, s’observa que el problema es presenta principalment en els equips de calefacció i refrigeració.

Unes mesures més costoses que es podrien arribar a dur a terme són millores en el aïllament de l’habitable i la incorporació de més panells solars per a que aquest contribueixin en el consum dels equips de calefacció i refrigeració per a reduir aquesta valor de 35,4 i poder arribar així a obtenir una D.

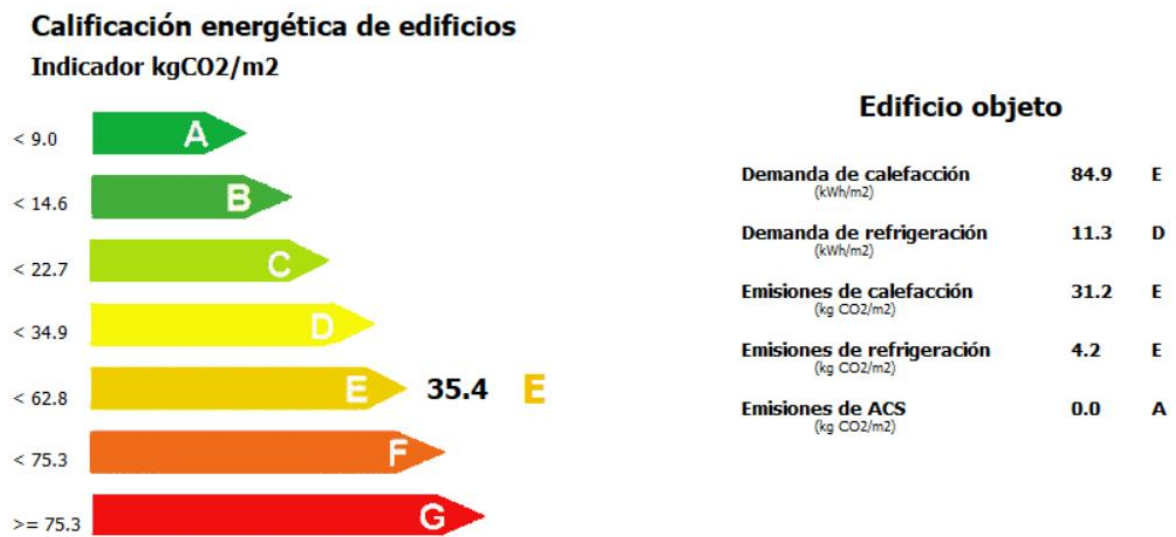


Figura 54. Qualificació energètica del mòdul

(Font: CE3X)

5 Resum del pressupost

A continuació es presenta una taula resumen del cost total del nostre projecte, sense tenir en compte impostos imposats als material ni sobre costos per transport o mà d'obra. Per a un desglossament més detallat pot consultar el document de "Pressupost".

Taula 30. Taula resum cost total del projecte

Concepte	Unitats	Preu unitari (€)	Preu total (€)
Material mòdul	1	7.910,00	7.910,00
Sistema de recollida d'aigües pluvials	1	642,50	642,50
Sistema d'il·luminació	1	220,00	220,00
Habilitació del mòdul	1	53.589,00	3.589,00
Sistema de subministrament elèctric	1	11.082,00	11.082,00
Total:			23.443,50

6 Anàlisis y valoració de les implicacions ambientals y socials

Aquest treball, centrat en la recerca de solucions ràpides per a la demanda de vivendes en situacions d'emergència, a tingut com a objectiu col·laborar en aquesta problemàtica aportant un solució de caràcter constructiu, des d'un punt de vista material, funcional, sostenible i social.

Un dels pilars fonamentals sota els quals es regeix el projecte és el del benestar social, en altres paraules, assegurar els drets i llibertats dels individus que resideixen en l'habitatge. És per això que es presenta una solució per sobre dels requisits mínims per a viure en aquesta situació, establerts per organismes com ACNUR o la ONU.

A més, el projecte té en consideració el medi ambient basant-se en l'autoabastament. L'ús d'energies renovables com la solar i l'ús de sistemes de captació d'aigües pluvials disminueix l'impacte sobre el terreny on s'instal·li el mòdul donis del primer moment. Ja que, d'una banda es redueix la dependència de materials contaminants que poden acabar sent absorbits pel medi ambient i, per un altre, es redueix l'explotació dels recursos presents en l'emplaçament del mòdul i als voltants.

7 Conclusions

Aquest projecte es presenta com una solució a l'increment global de la demanda de refugis temporals; mitjançant materials i tècniques que permeten una elongació en el temps de l'estada dels refugiats en cas de ser necessari. S'han tingut en compte recomanacions d'organitzacions no governamentals com la ONU o ACNUR per a assegurar una estança digne als individus (es mostra clarament en la superfície útil per persona en el mòdul que és de 4,68 m²), a més d'altres factors com la sostenibilitat i l'autoconsum.

Tot i que la proposta es presenta per a Barcelona, pot ser adaptada a qualsevol ubicació, donat als components que conformen el mòdul. No obstant, els sistemes de subministrament elèctric mitjançant energies renovables i el de la recollida d'aigües pluvials s'hauran de dimensionar en funció de les característiques de la zona escollida. A més, es recomana la incorporació d'estructures metàl·liques per a donar una certa inclinació al camp fotovoltaic i obtenir així un millor rendiment en quant a producció (sempre tenint en compte un estudi de càrregues i de vent).

També es mostra com un mòdul versàtil donat a que una mateixa edificació pot ser utilitzada en diferents àmbits (educacional, social, banys públics, etc.)

Una altra característica del refugi temporal són els mecanismes d'ampliació i reducció del tamany que el conformen i que faciliten tasques com la del transport per diferents vies o la posada en marxa d'aquest, entre d'altres. Baldament, seria convenient la cerca d'un sistema més innovador d'ampliació i reducció del tamany donat a que les mesures un cop el conjunt es troba en les seves mínimes dimensions no són òptimes pel transport.

A més, l'estètica juga un paper molt important donat a que facilita l'adaptació dels individus a un nou entorn del qual faran la seva llar.

Com a qualificació energètica s'obté una E donat a les elevades emissions produïdes pels aparells de refrigeració i calefacció. Una possible millora seria la incorporació d'una major densitat d'aïllament tèrmic, així com un únic aparell regulador de temperatura.

D'aquesta manera, es pot concloure dient que ens trobem amb un refugi temporal que, tot i tenir deficiències envers el seu transport i l'eficiència energètica, es presenta com un mòdul digne, sostenible i acollidor; apte per a qualsevol ubicació.

8 Referències

- [1]. Campos de refugiados. A: Wikipedia [en línia]. Wikipedia Foundation, 2018. [Consulta: 28 març 2022] Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Campo_de_refugiados
- [2]. Riera L. Alarmante aumento de los desplazados y refugiados según un informe de la ONU. Euronews [en línia]. Suiza.euronews, 18 juny 2021. [Consulta: 28 març 2022] Disponible a: <https://es.euronews.com/2021/06/18/alarmante-aumento-de-los-desplazados-y-refugiados-segun-un-informe-de-la-onu>
- [3]. Liutsko, L. “¿Cómo ha afectado a tu vida más de un año de pandemia de la COVID-19? ¡Cuéntanos tu experiencia y participa en un proyecto científico!” [apunt de blog]. A: isglobal [en línia]. 15 setembre 2021 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/-como-ha-afectado-a-tu-vida-mas-de-un-ano-de-pandemia-de-la-covid-19-cuentanos-tu-experiencia-y-participa-en-un-proyecto-cientifico-/6005592/0>
- [4]. Jones, L., Palumbo, D. i Brown, D. “Coronavirus: 8 gráficos para entender cómo la pandèmia ha afectado a las mayores economías del mundo” [apunt de blog]. A: BBCnews [en línia]. 25 gener 2021 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55802814>
- [5]. Crespo. C. Los agricultores de plataneras de la Palma, en jaque tras las secuelas de la erupción. [en línia]. 29 desembre 2021 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2021/12/volcan-la-palma-consecuencias-para-agricultura>
- [6]. Erupció volcànica de la Palma de 2021. Viquipèdia [en línia]. 20 gener 2022 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: https://ca.wikipedia.org/wiki/Erupci%C3%B3_volc%C3%A0nica_de_la_Palma_de_2021
- [7]. Boischio, A. “Los impactos a la salud Asociados con las cenizas de los volcanes” [apunt de blog]. A: OPS [en línia]. 30 abril 2012 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8194:2013-los-impactos-salud-asociados-cenizas-volcanes&Itemid=39797&lang=es
- [8]. Paniagua, A. “El volcán de la Palma ya ha obligado a desalojar a 7.000 personas” [apunt de blog]. A: ELCORREO [en línia]. 14 octubre 2021 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: <https://www.elcorreo.com/sociedad/sucesos/colada-norte-volcan-comienzo-6278054646001-20211020192504-vi.html>

- [9]. Vega, G., Moreno, J. i Clemente, Y. “Dos meses de erupción en el volcán de La Palma, en cifras: 906 millones de daños, 5.100 terremotos, 7.000 proyectos de vida en punto de muerto” [apunt de blog]. A: EL PAÍS [en línia]. 19 novembre 2021 [Consulta: 27 febrer 2022]. Disponible a: <https://elpais.com/sociedad/2021-11-19/dos-meses-de-erupcion-en-el-volcan-de-la-palma-en-cifras-700-millones-en-danos-5100-terremotos-7000-proyectos-de-vida-en-punto-muerto.html>
- [10]. EL PAÍS. [última hora]. A: EL PAÍS [en línia]. 8 març 2022 [Consulta: 12 març 2022]. Disponible a: <https://elpais.com/internacional/2022-03-16/guerra-rusia-ucrania-hoy-ultima-hora-de-la-invasion-en-directo.html>
- [11]. FRANCE 24. [última hora]. A: FRANCE24 [en línia]. 12 març 2022 [Consulta: 12 març 2022] Disponible a: <https://www.france24.com/es/europa/20220306-ucrania-evacuaciones-mariupol-rusia-guerra>
- [12]. UNHCR. Dadaab Refugee Complex [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.unhcr.org/ke/dadaab-refugee-complex>
- [13]. UNITED NATIONS ASSCIATION. Dadaab Refugee Camp [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://unausa.org/adopt-a-future/dadaab/>
- [14]. CNN. SANCTUARY WITHOUT END THE REFUGEES THE WORLD FORGOT [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://edition.cnn.com/interactive/2015/10/world/dadaab-refugees/>
- [15]. UNHCR. Shelter project lets Dadaab’s refugees swap twigs for bricks [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.unhcr.org/news/latest/2004/3/404f35517/shelter-project-lets-dadaabs-refugees-swap-twigs-bricks.html>
- [16]. Doctors Without Borders. Kenya: Urgent solutions needed for refugees as Dadaad camps close [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.doctorswithoutborders.org/latest/kenya-urgent-solutions-needed-refugees-dadaab-camps-close>
- [17]. ALIANZA SHIRE. CAMPOS DE REFUGIADOS EN DOLLO ADO [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://alianzashire.org/campos-de-refugiados-en-shire/>
- [18]. Entreculturas. Psicosocial educación campo de refugiados Dollo Ado [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.entreculturas.org/es/proyectos/psicosocial-educacion-campo-refugiados-dollo-ado>

- [19]. Entreculturas. EDUACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL PARA JÓVENES REFUGIADOS [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: https://www.entreculturas.org/sites/default/files/Etiopia_DolloAdo.pdf
- [20]. Castellano, L. “Dollo Ado, el segundo mayor campo de refugiados del mundo” [apunt de Blog]. A: Cadena SER [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: https://cadenaser.com/ser/2016/05/24/sociedad/1464105635_679814.html
- [21]. Wikipedia. Dolo Odo [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: https://en.wikipedia.org/wiki/Dolo_Odo
- [22]. EFE. Kakuma, la “torre de Babel” de los refugiados” [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.efe.com/efe/america/cultura/kakuma-la-torre-de-babel-los-refugiados/20000009-4028560>
- [23]. MISIONES SALESIANAS. “Educación, dignidad y esperanza salesianas en el campo de refugiados de Kakuma (Kenia)” [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://misionessalesianas.org/noticias/refugiados-campo-kenia-africa-salesianos-kakuma-2202/>
- [24]. UNHCR. Kakuma Refugee Camp and Kalobeyei Integrated Settlement [en línia]. [Consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.unhcr.org/ke/kakuma-refugee-camp>
- [25]. Deng, N. “Refugees in Kenya’s Kakuma and Dadaab camps are still in limbo” [apunt de Blog]. A: ALJAZEERA [en línia]. 13 maig 2022 [consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.aljazeera.com/opinions/2022/5/28/refugees-in-kenyas-kakuma-and-dadaab-camps-are-still-in-limbo>
- [26]. Maturana Torres, F. “Nizip 2: Vivir como refugiado en Turquía” [apunt de Blog]. A: economiaynegocios [en línia]. 14 maig 2016 [consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=251832>
- [27]. Anitakomuves. “Refugee kids of the Nizip-2 camp in Turkey” [apunt de Blog]. A: Anitakomuves [en línia]. 21 març 2016 [consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://anitakomuves.com/2016/03/21/refugee-kids-of-the-nizip-2-camp-in-turkey/>
- [28]. Landabuiru, J. “Nizip 2: Un campo de refugiados distinto a todo lo conocido” [apunt de Blog]. A: La Nación [en línia]. 22 maig 2016 [consulta: 28 març 2022]. Disponible a: <https://www.lanacion.com.ar/el-mundo/nizip-2-un-campo-de-refugiados-distinto-a-todo-lo-conocido-nid1901207/>
- [29]. UNHCR. Manual para situaciones de Emergencia [en línia]. 2a ed. [Consulta: 12 maig 2022]. Disponible a: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2012/1643.pdf>

- [30]. Norwegian Refugee Council. THE CAMP MANAGEMENT TOOLKIT [en línia]. ed. May 2008. [Consulta 12 maig 2022]. Disponible a: <https://cms.emergency.unhcr.org/documents/11982/47942/Norwegian+Refugee+Council,+The+Camp+Management+Toolkit/a718d47b-5906-4adb-9735-dc8009e9b2a0>
- [31]. Cabezas Carreño, M. T. EL ESPACIO PÚBLICO EN LOS CAMPOS DE REFUGIADOS [en línia]. Treball final de grau, UV, Universitat de Valladolid. Grau en fonaments de l'arquitectura, 2019 [Consulta: 12 de maig 2022]. Disponible a: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38280?locale-attribute=it>
- [32]. Salas Ruiz, A.; Benedito Cadórniga, M.; Fernández García, L. Campos de refugiados, las ciudades del mañana : Elementos estructurantes: Sitio & Servicios y el espacio público. *Arquitectura y hábitat, soberanía de las personas* [en línia]. A: "Congreso Arcadia 5", 18-19 octubre, San Sebastián, País Basc. Pp. 95-97. [Consulta: 10 de juny 2022]. Disponible a: <https://oa.upm.es/55738/>
- [33]. Ribot Lacosta, L. "Los costes medioambientales: Refugiados ambientales" [apunt de Blog]. A: Super Science Me [en línia]. 5 febrer 2015 [consulta: 10 juny]. Disponible a: <https://superscienceme.wordpress.com/2015/02/05/refugiados-ambientales/>
- [34]. Fernández, T.; Tamaro, E. Biografía de Abraham Maslow. [en línia]. A: Biografías y vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Barcelona: 2004. [Consulta: 18 maig 2022]. Disponible a: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/maslow.htm>
- [35]. Las 5 fases de la pirámide de Maslow. *Revista de l'institut Europeu de Postgrau* [en línia]. [Consulta: 18 maig 2022]. Disponible a: <https://www.iep.edu.es/las-5-fases-de-la-piramide-de-maslow/>
- [36]. Tomasi, J. C. Artículos de primera necesidad. *Revista de MSF* [en línia]. [Consulta: 17 maig 2022]. Disponible a: <https://www.msf.es/nuestra-accion/distribucion-articulos-primera-necesidad>
- [37]. Galindo, J. Listado de artículos que està pidiendo la Asociación Ucraniana de Zaragoza y dónde llevarlos. *El Periódico de Aragón* [en línia]. Aragó: 1 març 2022. [Consulta: 17 maig 2022]. Disponible a: <https://www.elperiodicodearagon.com/aragon/2022/03/01/articulos-asociacion-zaragoza-refugiados-ucrania-ayuda-63318945.html>
- [38]. ACNUR Comité Español. A: EACNUR. Refugio, ¿qué es, cómo se construye y que tipos hay?. Març 2016. [Consulta: 20 maig 2022]. Disponible a: <https://eacnur.org/es/actualidad/noticias/emergencias/refugio-que-es-como-se-construye-y-que-tipos-hay>

- [39]. ACNUR Comité Español. A: EACNUR. Infografía: Así son las tiendas donde viven los refugiados. Març 2016. [Consulta: 20 maig 2022]. Disponible a: <https://eacnur.org/blog/asi-son-las-tiendas-donde-viven-los-refugiados/>
- [40]. ACNUR Comité Español. A: EACNUR. ACNUR e IKEA idean Nuevos tipos de cases en Iso campos de refugiados. Març 2017. [Consulta: 20 maig 2022]. Disponible a: <https://eacnur.org/blog/acnur-e-ikea-idean-nuevos-tipos-casas-los-campos-refugiados/>
- [41]. CMax System. Fouldable Housing Units [en línia]. Washington DC. [Consulta: 20 maig 2022]. Disponible a: <https://cmxsystem.com/>
- [42]. Fernández, M. Cmax System: el diseño que revolucionó la vivienda de emergencia. El definido [en línia]. 16 març 2015. [Consulta: 20 maig 2022]. Disponible a: <https://eldefinido.cl/actualidad/mundo/4857/Cmax-System-el-diseno-que-revoluciono-la-vivienda-de-emergencia/>
- [43]. Buildabroad. “Concrete Canvas LTD: Thinking Outsie The Box With Inflatable Concrete” [apunt de Blog]. A: BuildAbroad [en línia]. [consulta: 20 maig]. Disponible a: <https://buildabroad.org/2016/09/29/concrete-canvas-ltd/>
- [44]. Julio. “10 ventajas de los contenedores marítimos” [apunt de Blog]. A: CONCIENCIAECO [en línia]. 9 gener 2015 [consulta: 20 maig]. Disponible a: <https://www.concienciaeco.com/2015/01/09/10-ventajas-de-los-contenedores-maritimos-reciclados/>
- [45]. Martín, C. “Una casa prefabricada PORTÁTIL y PLEGABLE (lista en 3 horas)” [apunt de Blog]. A: revistaad [en línia]. 29 gener 2021 [consulta: 21 maig]. Disponible a: <https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/casa-prefabricada-portatil-plegable-lista-3-horas/28512>
- [46]. González, I. “Tu próxima casa podría ser plegable: “construida solo pulsando un botón” [apunt de Blog]. A: elespañol [en línia]. 14 maig 2020 [consulta: 21 maig]. Disponible a: https://www.lespanol.com/omicron/tecnologia/20200514/proxima-casa-podria-plegable-construida-pulsando-boton/489702024_0.html
- [47]. Ten Fold Engineering. Ten Fold [en línia]. Vermont: 2022. [consulta: 21 maig]. Disponible a: <https://www.tenfoldengineering.com/>
- [48]. Monks, K. “Una casa en forma de huevo, alimentada por la luz del sol y el aire, te permite vivir en cualquier lugar” [apunt de Blog]. A: cnespañol [en línia]. 19 agost 2015 [consulta: 21 maig]. Disponible a:

- <https://cnnespanol.cnn.com/2015/08/19/una-casa-en-forma-de-huevo-alimentada-por-la-luz-del-sol-y-el-aire-te-permite-vivir-en-cualquier-lugar/>
- [49]. Flores, A. “Normas básicas de un transporte especial por carretera”. [apunt de blog]. A: Grúas Alhambra [en línia]. 4 desembre 2019 [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://gruasalhambra.com/normas-basicas-de-un-transporte-especial-por-carretera/>
- [50]. Dirección General de Tráfico. REGLAMENTACIÓN SOBRE VEHÍCULOS PESADOS, PRIORITARIOS, ESPECIALES, DE TRANSPORTE DE PERSONAS Y MERCANCÍAS Y TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA [en línia]. ed. 2020. NIPO: 128-20-007-6. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://sede.dgt.gob.es/sede-estaticos/Galerias/permisos-de-conducir/certificacion-aptitud-profesores-formacion-vial/2020/Manual-III-Reglamentacion-de-vehiculos-pesados-2020.pdf>
- [51]. Ministeri de transport, mobilitat i agenda urbana. Transport terrestre [en línia]. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://www.mitma.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte/pesos-y-dimensiones/altura-y-anchura-maximas/anchura-maxima>
- [52]. Dirección General de Tráfico. Autorizaciones complementarias de circulación – ACC [en línia]. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: https://sede.dgt.gob.es/es/movilidad/autorizaciones-especiales-de-circulacion/autorizaciones-complementarias-circulacion/index_2.shtml
- [53]. Anònim. “Transporte especial: ¿Qué es? Tipos, autortizaciones especiales”. [apunt de blog]. A: TRANSEOP [en línia]. 29 abril 2022 [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://www.transeop.com/blog/transporte-especial-que-es-tipos-autorizaciones/714/>
- [54]. Espanya. Real Decreto 490/1997, de 14 de abril, por el que se modifica el Código de la Circulación y se determinan los pesos y dimensiones máximos de los vehículos. A: Documento BOE-A-A1997-8205.[en línia]. Madrid, p.12116-12118. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-8205>
- [55]. TCE. Transporte de mercancías por ferrocarril por la UE: todavía no avanza por la buena vía. Tribunal de Cuentas Europeo [en línia]. Luxemburgo: Oficina de Publicacions de la UE, 2016. ISSN 1977-5687. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_E_S.pdf

- [56]. EadicTV. Material Rodante I [vídeo]. 4 febrer 2016. Youtube. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=UlhSM8SNpxY&t=231s>
- [57]. Viquipèdia. Gàlib Ferroviari [en línia]. 7 octubre 2021 actualitzat. Viquipèdia. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%A1libo_ferroviano
- [58]. TuCASAdeContenedores. “Medidas de Contenedores marítimos, tamaños y tipos”. [apunt de blog]. A: TuCASAdeContenedores [en línia]. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://casascontenedores.es/medidas-contenedores-maritimos/>
- [59]. BULLBOX. Contenedores ancho especial [en línia]. [Consulta: 22 maig 2022]. Disponible a: <https://bullbox.com/contenedores-maritimos-ancho-especial/>
- [60]. Gestión Ambiental – Sanitarias SV. Sistema general de captación de agua de lluvia y sus Componentes básicos [vídeo]. 8 gener 2021. Youtube. [Consulta: 25 maig 2022]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=CusJatEze2w>
- [61]. Construya Seguro Saludable Sostenible. Módulo Agua Lluvia [vídeo]. 8 març 2016. Youtube. [Consulta: 25 maig 2022]. Disponible a: https://www.youtube.com/watch?v=Cijhy1xGsbo&list=RDCMUChvC1nnDJp3Elwtu6f-iffQ&start_radio=1&t=114s
- [62]. CFAS Arquitectura Sustentable. Cálculo del tanque de agua pluvial [vídeo]. 30 setembre 2018. Youtube. [Consulta: 25 maig 2022]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=wkCx3-7nmfQ>
- [63]. Bruno. Cálculo de bajantes de aguas pluviales. A: Ingenierosindustriales.com [en línia]. [Consulta: 25 maig 2022]. Disponible a: <https://www.ingenierosindustriales.com/calculo-de-bajantes-de-aguas-pluviales/>
- [64]. ROTPLAS. Tanques aéreos vs tanques subterráneos: ¿cuál me conviene?. A: ROTOPLAS [en línia]. [Consulta: 25 maig 2022]. Disponible a: <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/tanques-aereos-vs-tanques-subterranos-cual-me-conviene/>
- [65]. SOLRIX. Instalación solar aislada viviendas [en línia]. Tarragona. SOLARIX STUDIO SL. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://www.solarix.es/instalacion/solar/fotovoltaica/aislada/viviendas/>
- [66]. AUTOSOLAR. ¿Cuáles son los Componentes de una instalación aislada? [en línia]. Valencia. Autosolar Energía y Servicios S.L.U. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/cuales-son-los-componentes-de-una-instalacion-aislada>

- [67]. Selectra. Sistemas fotovoltaicos aislados: ventajas, usos y dimensionamiento [en línia]. Madrid: Selectra, 2021. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion/aislada>
- [68]. CPM Solar. ¿Como funciona un sistema solar? [en línia]. Guadalajara. CPM Solar. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://cpmsolar.com/como-funciona-un-sistema-aislado/>
- [69]. Muñoz, A.. Tecnologías y tipologías de paneles fotovoltaicos [en línia]. Solarfarm. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://solarfam.com/tecnologias-y-tipologias-de-paneles-fotovoltaicos/>
- [70]. AUTOSOLAR. Diferencias entre silicio monocristalino y silicio policristalino en el sector de la energía solar [en línia]. Valencia. Autosolar Energía y Servicios S.L.U. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-el-silicio-monocristalino-y-silicio-policristalino-en-el-sector-de-la-energia-solar>
- [71]. AUTOSOLAR. ¿Qué es un regulador de carga? [en línia]. Valencia. Autosolar Energía y Servicios S.L.U. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-regulador-de-carga>
- [72]. VictronEnergy. Controladores de carga SmartSolar con interfaz VE. Can MPPT 250/70 VE.Can hasta MPPT 250/100 VE.Can [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-SmartSolar-charge-controller-MPPT-250-70-up-to-250-100-VE.Can-ES.pdf>
- [73]. AUTOSOLAR. ¿Cómo funcionan las baterías de plomo ácido? [en línia]. Valencia. Autosolar Energía y Servicios S.L.U. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/como-funcionan-las-baterias-de-plomo-acido>
- [74]. COELECTRIX. Batería AGM [en línia]. Barcelona. COELECTRIX. [Consulta: 2 JUNY 2022]. Disponible a: <https://coelectrix.com/bateria-agm>
- [75]. Energía Verde. ¿Qué es un grupo electrógeno y para que sirve? [en línia]. Energía VM. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: <https://www.energyavm.es/que-es-un-grupo-electrogeno-y-para-que-sirve/>
- [76]. AUTOSOLAR. Qué es un grupo electrógeno [en línia]. Valencia. Autosolar Energía y Servicios S.L.U. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-grupo-electrogeno>
- [77]. Jorge Cogollo. ¿Cómo funciona un panel solar? Energía solar fotovoltaica [vídeo]. 2 juny 2019. Youtube. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=q5bMAz4NK0c>

- [78]. Comissió Europea. PVGIS tool [en línia]. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en
- [79]. GrupoElektra. Hora Solar Pico [en línia]. Balears: 2014. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://www.grupoelektra.es/blog/wp-content/uploads/2014/10/como-somos-los-delektra-que-son-las-HSP.pdf>
- [80]. Moreno Gil, J.; Pindado Ruiz, A. [en línia]. Norma UNE-HD 60.364-5-52 Aplicaciones prácticas. 1a ed. Madrid: P.L.C. Madrid. ISBN 84-95357-74-7 [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: <https://docplayer.es/76491565-Norma-une-hd-aplicaciones-practicas-plc-madrid-jose-moreno-gil-alejandro-pindado-ruiz.html>
- [81]. Carlos Galán, L. CÁLCULO SISTEMA SOLAR AISLADO [Excel]. [Consulta: 30 maig 2022]. Disponible a: https://drive.google.com/file/d/13_Uph5Bpkih8mQk-nEyZoqw6ZqufRKHB/view
- [82]. Cabanes Castilla, N; Giménez Blanca, V; Antón Martínez, A; Pastor Villa, M. LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes [en línia]. Estudio, UPC, E.T.S Arquitectura, Construcciones Arquitectónicas, 2020. [Consulta: 1 juny 2022]. Disponible a: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>
- [83]. Garcia Fernandez, J; Boix O. CÁLCULO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO [en línia]. [Consulta: 1 juny 2022]. Disponible a: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- [84]. Comissió de Normalització Europea. UNE 12464.1 [en línia]. 2022. Saltoki. [Consulta: 1 juny 2022]. Disponible a: <https://www.saltoki.com/iluminacion/docs/03-UNE-12464.1.pdf>
- [85]. ERCO, ERCO Lighting Pte. Ltd. [en línia]. [Consulta: 1 juny 2022]. Disponible a: <https://www.erco.com/es/guia/luminotecnica/tamanos-unidades-5878/>
- [86]. Echazú, R; Cadena C; Saravia L. ESTUDIO DE MATERIALES REFLECTIVOS PARA CONCENTRADORES SOLARES [en línia]. Estudio, Universidad Nacional Salta, INENCO. [Consulta: 1 juny 2022]. Disponible a: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t008-a003.pdf>
- [87]. Ministerio de Fomento. Documento Básico HS Salubridad [en línia]. 20 diciembre 2019. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>
- [88]. Serrano, P. "Calidad del aire interior en el RITE y el CTE DB HS3" [apunt de blog]. A: CALORYFRIO.COM [en línia]. 25 gener 2022 [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible

- a: <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/ventilacion-y-calidad-aire-interior/calidad-aire-interior-rite-cte-db-hs3.html#edificios-uso-terciario>
- [89]. Col·legi d'aparelladors, arquitectes tècnics i enginyers d'edificació de barcelona. "Pla estratègic de salut i medi ambient (PESMA) 2022-2026" [apunt de blog]. A: apabcn.cat [en línia]. 30 novembre 2021 [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: https://www.apabcn.cat/ca_es/serveicolegiat/atecnica/actualitat/Pagines/pla-estrategic-salut-i-medi-ambient-PESMA_2022-2026.aspx
- [90]. Ministeri d'Indústria, energia i turisme. Guia técnica: Instalaciones de climatización con equipos autónomos [en línia]. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid: 18 junio 2012. ISBN 978-84-96680-61-6. [Consulta: 2 juny 2022]. Disponible a: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf
- [91]. Terol Ingenieros. "¿En qué consiste un proyecto contra incendios?" [apunt de blog]. A: certificadosenergéticos.com [en línia]. 22 octubre 2020 [Consulta: 10 juny 2022]. Disponible a: <https://www.terolingenieros.com/en-que-consiste-un-proyecto-contra-incendios/>
- [92]. Espanya. Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat. Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. A: Boletín Oficial del Estado [en línia]. Madrid: BOE-A-2017-6606. [Consulta: 10 juny 2022]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-6606-consolidado.pdf>
- [93]. EtresConsultores. Auditoría Energética de Edificios. A: EtresConsultores [en línia]. 2020. [Consulta: 10 juny 2022]. Disponible a: <https://www.etresconsultores.com/auditoria-energetica-edificios/>
- [94]. Julian. "CE3X: qué es y para qué sirve" [apunt de blog]. A: certicalia [en línia]. 4 juny 2021 [Consulta: 10 juny 2022]. Disponible a: <https://www.certicalia.com/blog/ce3x-que-es>
- [95]. Serrano Yuste, P. "Permeabilidad al aire de puertas y ventanes en la certificación energética con el nuevo HE2019" [apunt de blog]. A: certificadosenergéticos.com [en línia]. 19 maig 2020 [Consulta: 10 juny 2022]. Disponible a: <https://www.certificadosenergeticos.com/permeabilidad-al-aire-de-puertas-y-ventanas-en-la-certificacion-energetica>