



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

Document:

Memòria

Autor:

Gonzalez Chacón, Andreu

Director:

Saiz Segarra, Miguel Angel

Titulació:

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Convocatòria:

Primavera, 2022.

TREBALL DE FI D'ESTUDIS

**Estudi de cèlules habitables modulars per ser
utilitzades en zones de refugiats provinents de
desastres naturals o successos similars.**

Resum

Aquest estudi tracta sobre el disseny d'un refugi per persones que han estat desplaçades dels seus habitatges a causa de conflictes o desastres naturals. Els refugis hauran de ser transportables per tal de ser reutilitzades en diferents campaments. A part, aquests refugis incorporaran una sèrie de millores davant els refugis utilitzats en l'actualitat. També s'estudia i decideix un sistema de distribució d'aquests per tal d'aconseguir un campament amb el nombre de persones que s'ha proposat.

El disseny dels habitatges contempla distints requisits, tals com incorporar sistemes d'abastiment d'aigua i energia interns o generar energia renovable mitjançant el mòdul.

Per tal d'obtenir l'objectiu s'estudien els millors materials per l'ús al qual dedicarem els mòduls, com incorporar els sistemes interns i també es farà una anàlisi estructural dels elements crítics per l'estabilitat del conjunt.

En definitiva, l'estudi suggereix l'estructura i elements bàsics de l'habitatge dissenyat així com els sistemes necessaris al campament per aconseguir que els subministres es distribueixin de forma adequada a cada un dels habitatges.

Els resultats obtinguts són que un campament d'aquestes característiques, tot i ser molt més costós que un campament tradicional, aporta una millor distribució, més comoditats i intimitat als habitants. A més, el campament obtingut genera bona part de l'energia que consumeix i aprofita els recursos i espai disponible en gran manera.

Abstract

This study is about the design of a shelter for people who have been moved away from their home due to war or natural disasters. These shelters must be transportable to be reused in other camps. Apart from that, the shelters incorporate some improvements in front of the traditional shelters used nowadays. It is also studied and designed a distribution method, in order to obtain a camp able to refuge the amount of people that has been proposed.

The shelter design studies different requirements as incorporating water and electricity supply systems in the shelter or generating electricity with the shelter.

In order to accomplish the objective, the study analyses the most adequate materials for our purpose, the best way to implement the water and electrical systems within the building and a structural analysis of the critical resisting parts.

To sum up, the document proposes the basic structure and elements of the shelter and the needed systems in the camp to be able to distribute the supplies.

The obtained result is that a camp with these characteristics is very expensive in front of a typical one, but on the other hand, it provides the occupiers with more services, commodities, and a better distribution. The obtained camp provides most of the energy used from renewable resources and it takes advantage of all the resources and space.

Índex

RESUM	III
ABSTRACT	III
ÍNDEX	IV
ÍNDEX DE TAULES	VII
ÍNDEX DE FIGURES	VIII
1. INTRODUCCIÓ	1
1.1 OBJECTE.....	1
1.2 ABAST	1
1.3 REQUERIMENTS	2
1.4 JUSTIFICACIÓ.....	3
2 ANTECEDENTS	4
2.1 INTRODUCCIÓ HISTÒRICA	4
2.2 BÀSICS DEL REFUGI	5
2.3 DIFERENTS REFUGIS USATS EN CAMPAMENTS	5
2.3.1 <i>Refugis per emergències</i>	5
2.3.2 <i>Tendes per llarga estada</i>	6
2.3.3 <i>Better Shelter</i>	7
2.3.4 <i>Paper Log House 1</i>	8
2.3.5 <i>Concrete Canvas Shelter</i>	9
2.3.6 <i>Habitatge temporal dins contenidors marítims</i>	10
2.3.7 <i>Exo Reaction Housing System</i>	11
2.3.8 <i>Càpsula habitable modular</i>	12
3 ELECCIÓ DEL MODEL MÉS ADEQUAT PER AL NOSTRE PROPÒSIT	13
4 DEFINICIÓ DEL SISTEMA MODULAR.....	15
5 ELEMENTS QUE COMPONEN EL REFUGI.....	16
6 DISSENY DEL REFUGI.....	17
6.1 CUBICLES 1 I 2.....	17
6.1.1 <i>Cubicle 1</i>	18
6.1.2 <i>Cubicle 2</i>	19
6.2 CUBICLE 3	19
6.3 CUBICLE 4	21
6.4 CUBICLES 5 I 6.....	23
6.5 CUBICLES 7 I 8.....	24
6.5.1 <i>Cubicle 7 (Forjat Superior)</i>	24
6.5.2 <i>Cubicle 8 (Terrat)</i>	25
7 ESTRUCTURA EXTERIOR.....	26
7.1 ESTUDI DE MATERIALS PER L'ESTRUCTURA	27
7.1.1 <i>Fusta</i>	27
7.1.2 <i>Plàstic</i>	28
7.1.3 <i>Metalls</i>	28
7.1.4 <i>Panells Prefabricats</i>	29
7.2 PANELL MULTITHERM.....	29
7.3 COMPARACIÓ DE PREUS ENTRE EL PANELL MULTITHERM I METALLS DE CONSTRUCCIÓ.....	31
7.4 PANELL PERFIBOARD.....	32
7.5 ESTUDI ESTRUCTURAL DEL FORJAT INFERIOR.....	33

7.5.1	<i>Pes que haurà de suportar</i>	34
7.5.2	<i>Càlcul estructural de la placa d'acer</i>	37
I.	Dimensionament de la placa.....	37
II.	Placa d'acer inoxidable de 5 mm de gruix.....	38
III.	Placa d'acer inoxidable de 4 mm de gruix.....	40
7.5.3	<i>Sistema de suport</i>	42
8	ELEMENTS D'UNIÓ	43
8.1	FRONTISSES FORJAT INFERIOR	43
8.2	FRONTISSES VERTICALS CUBICLES LATERALS.....	43
8.3	FRONTISSES HORIZONTALS ENTRE FORJAT INFERIOR I PART DAVANTERA.....	44
8.4	UNIÓ ENTRE CUBICLES POSTERIORIS	45
8.5	UNIÓ ENTRE CUBICLE POSTERIOR I CUBICLE LATERAL	46
8.6	UNIÓ ENTRE FORJAT SUPERIOR I CUBICLES	46
8.7	UNIÓ TERRAT I FORJAT SUPERIOR.....	46
9	SISTEMA D'AIGÜES	48
9.1	SISTEMA NORMATIU DE SUBMINISTRAMENT	48
9.1.1	<i>Tubs d'aigua dins l'habitatge</i>	50
9.1.2	<i>Clau de tancament general</i>	52
9.1.3	<i>Filtre de retenció</i>	53
9.1.4	<i>Aixeta de comprovació</i>	53
9.1.5	<i>Vàlvula de retenció</i>	54
9.2	ESCOMESA D'AIGUA.....	54
9.3	UNIONS DE TUBS ENTRE CUBICLES	56
9.3.1	<i>Falques metàl·liques</i>	56
9.3.2	<i>Unió tub multicapa amb falca metàl·lica</i>	57
9.4	CIRCUIT INTERIOR D'AIGUA	57
9.5	ENCALENTIDOR D'AIGUA.....	59
9.6	SISTEMA D'EVACUACIÓ D'AIGÜES.....	59
9.7	SISTEMA DE RECOLLIDA D'AIGÜES PLUVIALS	60
10	SISTEMA ELÈCTRIC	62
10.1	INSTAL·LACIÓ D'ENTRADA A L'HABITATGE.....	62
10.1.1	<i>L'escamesa i caixa general de protecció</i>	62
10.1.2	<i>Quadre de distribució</i>	63
10.2	CIRCUITS INTERNS	65
10.2.1	<i>Circuit il·luminació</i>	65
10.2.2	<i>Circuit d'endolls</i>	66
10.2.3	<i>Circuit encaientidor d'aigua</i>	67
10.2.4	<i>Circuit cuina</i>	67
10.3	UNIONS ELÈCTRIQUES ENTRE CUBICLES	68
10.4	SISTEMES DE GENERACIÓ D'ENERGIA RENOVABLE.....	68
10.4.1	<i>Aigua com a font d'energia</i>	68
10.4.2	<i>Vent com a font d'energia</i>	69
10.4.3	<i>Sol com a font d'energia</i>	70
11	DISTRIBUCIÓ DEL CAMPAMENT	73
11.1	SISTEMA DE SUBMINISTRAMENT D'AIGUA AL CAMPAMENT.....	74
11.2	SISTEMA D'AIGÜES RESIDUALS AL CAMPAMENT.....	75
11.3	SISTEMA DE RECOLLIDA D'AIGÜES PLUVIALS	75
11.4	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ D'ENERGIA ELÈCTRICA	76
11.5	ESPais COMUNS DEL CAMPAMENT	76
12	PLANTEJAMENT I DECISIÓ SOBRE SOLUCIONS ALTERNATIVES	79
13	RESUM DEL PRESSUPOST I/O ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA	80
14	ANÀLISI I VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS AMBIENTALS I SOCIALS	81

**Estudi de cèlules habitables modulars per ser
utilitzades en zones de refugiats provinents de
desastres naturals o successos similars.**

15	CONCLUSIONS	82
16	REFERÈNCIES	84



Índex de taules

TAULA 1.	VALORACIÓ REFUGIS PER EMERGÈNCIES.....	6
TAULA 2.	VALORACIÓ TENDES DE LLARGA ESTADA.....	6
TAULA 3.	VALORACIÓ BETTER SHELTER.	7
TAULA 4.	VALORACIÓ PAPER LOG HOUSE 1.	8
TAULA 5.	VALORACIÓ CONCRETE CANVAS SHELTER.....	9
TAULA 6.	ESPECIFICACIONS CONCRETE CANVAS SHELTER.....	9
TAULA 7.	VALORACIÓ HABITATGES EN CONTENIDORS MARITIMS.	10
TAULA 8.	VALORACIÓ PROTOTIP EXO.	11
TAULA 9.	VALORACIÓ REFUGI CÉSAR OREAMUNO.	12
TAULA 10.	ASPECTES IMPORTANTS DELS MODELS ESTUDIATS.	14
TAULA 11.	AVALUACIÓ DE LA FUSTA COM A MATERIAL DE CONSTRUCCIÓ MODULAR.	27
TAULA 12.	AVALUACIÓ DEL PLÀSTIC COM A MATERIAL DE CONSTRUCCIÓ MODULAR.	28
TAULA 13.	AVALUACIÓ DELS METALLS COM A MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ MODULARS.	28
TAULA 14.	AVALUACIÓ DELS PANELLS PREFABRICATS COM A MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ.....	29
TAULA 15.	PROPIETATS DEL POLIESTIRÈ EXTRUDIT.	30
TAULA 16.	PROPIETATS DEL PANELL FBR-ECO.	31
TAULA 17.	DISTINTS PREUS DE L'ACER GALVANITZAT.	32
TAULA 18.	PANELL PERFILBOARD (MULTIPANEL 2022B).	33
TAULA 19.	PROPIETATS DE L'ACER INOXIDABLE AISI 304.	37
TAULA 20.	CABALS INSTANTANIS MÍNIMS DELS ELEMENTS DEL REFUGI.....	48
TAULA 21.	TIPUS D'IPC SEGONS LA POTÈNCIA CONTRACTADA.	64
TAULA 22.	POTÈNCIA MÀXIMA TOTAL DINS L'HABITATGE.	64
TAULA 23.	TIPUS DE PIA QUE INCORPORA EL REFUGI.	65
TAULA 24.	DIÀMETRE EXTERIOR DELS TUBS DEL CABLEJAT.	65
TAULA 25.	AVANTATGES I DESAVANTATGES DE L'ENERGIA EÒLICA A CASA (SOFÍA VILLASUR 2022). ..	70

Índex de figures

FIGURA 1.	REFUGI D'EMERGÈNCIA (TAN 2012).....	5
FIGURA 2.	TENDA DE LLARGA ESTADA (HIERRO 2016).....	6
FIGURA 3.	EL REFUGI DEL FUTUR (CELDRÁN 2017).....	7
FIGURA 4.	PAPER LOG HOUSE (SHIGERU 1995).....	8
FIGURA 5.	CONCRETE CANVAS SHELTER (TECHBLOG 2016).....	9
FIGURA 6.	COMPLEX D'HABITATGES COMPLETAT (EDITORIAL ARQUITECTURA VIVA 2022).....	10
FIGURA 7.	PROTOTIP EXO (GRIFFITH 2015).....	11
FIGURA 8.	CÀPSULA CÉSAR OREAMUNO (OREAMUNO 2016).....	12
FIGURA 9.	SISTEMA MODULAR (BUILDING PICTURES 2015).....	15
FIGURA 10.	EXPLOSIONAT DELS CUBICLES DEL REFUGI.	16
FIGURA 11.	EXPLOSIONAT DELS CUBICLES 1 I 2.	17
FIGURA 12.	CUBICLES 1 I 2 UNITS.....	17
FIGURA 13.	CUBICLE 1.	18
FIGURA 14.	CUBICLE 2.	19
FIGURA 15.	EXPLOSIONAT DEL CUBICLE 3.	19
FIGURA 16.	CUBICLE 3 PART DAVANTERA.	20
FIGURA 17.	CUBICLE 3 PART POSTERIOR.....	20
FIGURA 18.	EXPLOSIONAT DEL CUBICLE 4.	21
FIGURA 19.	CUBICLE 4 PART DAVANTERA.	21
FIGURA 20.	CUBICLE 4 PART POSTERIOR.....	22
FIGURA 21.	TOTS ELS ELEMENTS VERTICALS.	22
FIGURA 22.	EXPLOSIONAT CUBICLES 5 I 6.	23
FIGURA 23.	CUBICLES 5 I 6.	23
FIGURA 24.	EXPLOSIONAT CUBICLES 7 I 8.	24
FIGURA 25.	CUBICLE 7.	24
FIGURA 26.	CUBICLE 8.	25
FIGURA 27.	DISTINTES DISPOSICIONS DEL REFUGI.....	26
FIGURA 28.	PANEL MULTITERM (MULTIPANEL 2022A; 2022D).....	30
FIGURA 29.	PLACA D'ACER AMB FUNCIÓ DE FORJAT INFERIOR.	38
FIGURA 30.	DADES DEL FACTOR DE SEGURETAT DE PLACA DE 5 MM.....	39
FIGURA 31.	DADES DEL DESPLAÇAMENT DE LA PLACA DE 5 MM.	39
FIGURA 32.	DADES DE LA TENSIÓ DE LA PLACA DE 5 MM.	40
FIGURA 33.	DADES DEL FACTOR DE SEGURETAT DE PLACA DE 4 MM.....	41
FIGURA 34.	DADES DEL DESPLAÇAMENT DE LA PLACA DE 4 MM.	41
FIGURA 35.	DADES DE LA TENSIÓ DE LA PLACA DE 4 MM.	42
FIGURA 36.	SISTEMA DE SUPORT DEL FORJAT INFERIOR.....	42

FIGURA 37.	FRONTISSA FORJAT INFERIOR I PART POSTERIOR.	43
FIGURA 38.	FRONTISSA CUBICLES VERTICALS.	43
FIGURA 39.	FRONTISSA FORJAT INFERIOR I PART DAVANTERA.....	44
FIGURA 40.	UNIÓ CUBICLES 1 I 2.....	45
FIGURA 41.	UNIÓ FORJAT SUPERIOR.....	46
FIGURA 42.	UNIÓ FORJAT SUPERIOR I TERRAT.	47
FIGURA 43.	ESQUEMA COMPTADOR D'AIGUA (@AMRANDADO 2020).	49
FIGURA 44.	CANONADA POLIETILÈ SANITARI P40 (MUNDO RIEGO 2022).	51
FIGURA 45.	FALCA METÀL·LICA (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022G).....	51
FIGURA 46.	TUB MULTICAPA (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022I).....	52
FIGURA 47.	CLAU DE TANCAMENT (SUINGA 2022A).	52
FIGURA 48.	FILTRE DE RETENCIÓ DE ½ POLZADA (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022C).	53
FIGURA 49.	AIXETA DE COMPROVACIÓ (HUICOULDTOOL 2022).....	54
FIGURA 50.	VÀLVULA DE RETENCIÓ ½ POLZADA (GENEBRE 2022).	54
FIGURA 51.	CLAU DE PRESA ¾ POLZADA DE LLAUTÓ (VÁLVULAS ARCO 2022).	55
FIGURA 52.	CLAU DE TANCAMENT ¾ POLZADA (SUINGA 2022B).....	55
FIGURA 53.	FALQUES D'UNIÓ ENTRE CUBICLES.....	56
FIGURA 54.	UNIÓ ENTRE TUB MULTICAPA I FALQUES METÀL·LIQUES.....	57
FIGURA 55.	CIRCUIT INTERIOR DE SUBMINISTRAMENT D'AIGUA 1.	58
FIGURA 56.	CIRCUIT INTERIOR DE SUBMINISTRAMENT D'AIGUA 2.	58
FIGURA 57.	ENCALENTIDOR D'AIGUA.....	59
FIGURA 58.	SISTEMA D'EVACUACIÓ D'AIGÜES BRUTES.	60
FIGURA 59.	SISTEMA DE RECOLLIDA D'AIGÜES PLUVIALS.....	61
FIGURA 60.	ESQUEMA ESCOMESA I CGP (PLC MADRID 2022).	62
FIGURA 61.	CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ (PROYECTOS WIKIMEDIA 2022A).....	63
FIGURA 62.	ESQUEMA QUADRE DE DISTRIBUCIÓ (ELÈCTRICA ISLEÑA 2022).	63
FIGURA 63.	CIRCUIT ELÈCTRIC D'IL·LUMINACIÓ.	66
FIGURA 64.	CIRCUIT ELÈCTRIC D'ENDOLLS.	66
FIGURA 65.	CIRCUIT ELÈCTRIC DE L'ENCALENTIDOR D'AIGUA.....	67
FIGURA 66.	CIRCUIT ELÈCTRIC DE LA CUINA.....	67
FIGURA 67.	CONNECTOR TIPUS BUTT D'ÀLLAMENT DE NILÓ (GROTE INDUSTRIES 2022).	68
FIGURA 68.	SISTEMA PIPE WHATERWEEL.	69
FIGURA 69.	PETIT GENERADOR D'ENERGIA EÒLICA (BORNAY ES 2022).....	69
FIGURA 70.	INVERSOR DE CORRENT ELÈCTRICA.....	71
FIGURA 71.	INCLINACIÓ ÒPTIMA DE LES PLAQUES A EUROPA (LUCIEN WALD, THIERRY RANCHIN AND ALBERTO TROCCOLI 2018).....	71
FIGURA 72.	SUPORT DE LES PLAQUES SOLARS (AUTOSOLAR 2022A).	72
FIGURA 73.	DISTRIBUCIONS DEL CAMPAMENT PLANTEJADES.	73
FIGURA 74.	TANC D'AIGUA DE 90M ³	74

FIGURA 75.	UBICACIÓ FOSSES SÈPTIQUES.	75
FIGURA 76.	GRUP ELECTROGEN DE 90 KW DE POTÈNCIA.....	76
FIGURA 77.	DOS MÒDULS JUNTS DEL CONCRETE CANVAS SHELTER (YIRKA BOB 2011).....	77
FIGURA 78.	ZONES COMUNITÀRIES DEL CAMPAMENT.	77
FIGURA 79.	ZONES DE CULTIU.....	78



1. Introducció

1.1 Objecte

El propòsit d'aquest treball és l'estudi i disseny d'edificacions orientades a donar allotjament a persones que han sigut desplaçades del seu habitatge, o bé a causa de desastres naturals o bé a causa de conflictes locals, i per això aquestes edificacions seran temporals.

Per garantir el màxim confort possible per als habitants així com per assolir les necessitats bàsiques de tot individu, es durà a terme l'estudi necessari per mantenir unes condicions de temperatura i ventilació adequades dins les edificacions, així com dotar-les d'aigua corrent i un espai per les necessitats de les persones.

1.2 Abast

Per tal de realitzar aquest estudi correctament, ens caldrà realitzar una sèrie de tasques per tal d'arribar a l'objectiu que ens proposem. La primera tasca és la de fer un estudi de les diferents alternatives ja existents així com una recerca sobre la història recent dels edificis orientats al mateix propòsit que el nostre. Aquest serà un treball de recerca on també es farà una valoració dels punts forts i els punts a millorar de les diferents instal·lacions, per tal d'ajustar-se al que desitgem aconseguir.

Tot seguit, amb tota la informació sobre la història d'aquest tipus d'edificacions, procedirem a suggerir un model basat en el millor dels estudiats respecte als requeriments triats i corregir els punts dèbils que presenta o aspectes que no es tenien en compte al moment de disseny.

Una altra tasca necessària serà l'anàlisi de materials que utilitzarem per construir la cèl·lula habitable així com l'anàlisi dels tancaments i punts d'unió entre les diferents parts mòbils en el moment de muntatge de la cèl·lula.

Tot seguit, com que ja tindrem estudiat tots els aspectes necessaris, farem el disseny del nostre model definitiu mitjançant el programari Solidworks per tal de tenir un model bàsic de partida per un possible projecte futur basat en aquest estudi.

Tot i que se'ns demana que les temperatures de l'interior de l'edifici han de ser prou adequades per al confort, nosaltres no farem un estudi detallat de l'aïllament tèrmic dels diferents materials. En canvi, elegirem el material més adequat entre les opcions existents al mercat.

Una altra tasca a realitzar és l'estudi i tria de la millor organització d'un gran nombre d'edificacions concentrades a una zona, per tal d'optimitzar els moviments de subministraments i de persones. Es tindran en compte espais lliures dedicats a l'oci, centres de cultiu o petits centres mèdics.

En el treball també s'exclou l'estudi estructural detallat de l'edificació, ja que ens basarem en els panells existents ja utilitzats en mòduls similars i comprovar que els pesos que permeten suportar els materials són superiors al pes del contingut intern de l'edificació.

1.3 Requeriments

Els requeriments a complir són els següents:

1. Crear un campament per donar refugi a persones desplaçades del seu habitatge habitual per motius de guerra o desastres climàtics.
2. El campament ha de donar refugi a 900 persones.
3. El campament has de funcionar durant una estada de 2 anys.
4. La vida útil dels habitatges ha de ser com a mínim 8 anys.
5. La problemàtica principal a tenir en compte és l'actual d'Ucraïna.
6. S'ha de donar servei a les necessitats fisiològiques bàsiques de les persones tant de forma individual com col·lectivament. Considerant com a necessitats bàsiques les descrites per l'ACNUR.
7. S'ha d'incorporar un sistema de subministrament d'aigua corrent als habitatges del campament.
8. S'ha d'incorporar un sistema de corrent elèctric als mòduls per tal de poder disposar d'elements elèctrics a l'interior.
9. S'ha d'incorporar un sistema de producció d'energia renovable. A tal fi, s'ha d'avaluar quin o quins sistemes de producció d'energia neta s'incorporaran als habitatges.
10. S'ha d'incorporar un sistema de recollida d'aigües pluvials per tal d'aprofitar tots els recursos disponibles.
11. Incorporar zones comunes al campament per diferents activitats relacionades amb els habitants.



1.4 Justificació

Davant la problemàtica actual amb el desplaçament i allotjament temporal precari de refugiats des de zones en guerra o bé a causa d'algun desastre natural massiu que ocasiona la destrucció de molts edificis, es pensa fer un estudi sobre les diferents cèl·lules habitables existents fins al moment que s'han destinat per solucionar aquesta problemàtica.

El motiu de l'estudi és veure els avantatges i desavantatges de les diferents solucions adoptades a zones distintes, i a partir d'aquest estudi dissenyar un model bàsic que compleixi les condicions exposades anteriorment i solucioni gran part de les problemàtiques existents en els campaments de refugiats actuals.

L'estudi de cèl·lules habitables orientades a donar refugi a persones que s'han hagut de desplaçar és molt important en l'actualitat, on coneixem que molts refugiats procedents d'Orient Mitjà i nord d'Àfrica migren cap a Europa escapant dels conflictes dels seus territoris, i més recentment també des d'Ucraïna on existeix una guerra que ha ocasionat grans desplaçaments de persones. És essencial fer que aquestes edificacions temporals puguin satisfer les necessitats bàsiques de les persones, al mateix temps que puguin reutilitzar-se en cas d'haver de muntar un altre campament de refugiats en una zona distinta.

Aquest treball l'he escollit, ja que em donarà coneixements sobre com elaborar un model millorat a partir dels existents, i és per això que aprendré a optimitzar la recerca d'informació i a analitzar els aspectes a millorar d'un producte i implementar una proposta que solucioni aquesta problemàtica. Un altre aspecte rellevant és el d'aprendre a programar i gestionar les diferents tasques que es requereixen per finalitzar un treball complex dins un termini de temps donat.

2 Antecedents

Per tenir una idea de com es troba la situació actual de les edificacions orientades a donar refugi a refugiats farem una recerca d'informació sobre la història dels camps de refugiats i una anàlisi de les principals edificacions usades per complir amb l'objectiu.

2.1 Introducció històrica

Els primers moviments migratoris massius es donaren entre els anys 1846 i 1914, on es donà un gran moviment de persones des d'Europa cap als Estats Units, ja que l'únic requisit per entrar al país era tenir un bitllet de vaixell. Un total de 30 milions de persones van emigrar cap aquest país. Davant aquests esdeveniments, el govern va voler regular qui entrava al país i sobre quines condicions. Aquest fet va generar la creació dels fonaments del control de fronteres entre països.

A causa de la Primera Guerra Mundial i la Revolució Russa de l'any 1917, van aparèixer els refugiats tal com coneixem avui dia, ja que aquests fets van provocar el desplaçament d'uns 5 milions de persones entre els anys 1914 i 1922.

Els primers camps de refugiats es van donar lloc a partir de la Segona Guerra Mundial, ja que durant els primers 4 anys de guerra, Alemanya i Rússia van expulsar i deportar 40 milions de persones d'aquells territoris, el que va crear una gran crisi humanitària.

Va ser llavors quan es va crear l'Administració de les Nacions Unides per a l'Auxili i la Rehabilitació (UNRRA, per les seves sigles en anglès) i per l'any 1947 ja controlaven a prop de 800 camps de refugiats on hi havia més de 7 milions de persones. Aquests camps servien no com a habitatge a llarg termini, sinó com a allotjament temporal mentre es reallojava a les persones, ja que l'any 1951 només quedaven 177.000 persones d'aquest total de 7 milions als camps de refugiats.

Es van reallojar 7 milions de persones en poc més de quatre anys, i fou en aquest any 1951 on es va crear l'Alt Comissionat de les Nacions Unides per als Refugiats (ACNUR) que suplantaria l'anterior organització, i que perdura en el temps fins avui dia.

Segons la nostra història més recent, el primer camp de refugiats, encara en actiu, va sorgir durant la segona guerra civil sudanesa, entre els anys 1983 i 2005 i ha crescut fins avui dia amb refugiats d'altres països del continent (Proyectos Wikimedia 2022b).

Durant la dècada dels anys 90 va tenir lloc una gran crisi de refugiats a Europa a causa de la ruptura de la Unió Soviètica, la Guerra de Iugoslàvia i les guerres d'Iraq i Afganistan, d'on van provenir la major part de refugiats. Tots aquests conflictes van generar un moviment de refugiats cap a Europa fins a principis del segle XXI degut també a l'incident del 21 de setembre als Estats Units i la posterior persecució a Orient Mitjà del grup terrorista encarregat.

La darrera gran crisi de refugiats a Europa es va produir a partir de l'any 2011 a causa de la Guerra de Síria i els problemes existents a diferents països d'Orient Mitjà com Iraq, Afganistan i Sudan, que han causat un gran moviment de persones cap a les fronteres europees, amb gran notorietat als anys 2014 i 2015.

2.2 Bàsics del refugi

Un refugi ha de complir una sèrie de requisits bàsics per poder qualificar-se com a tal. Aquests requisits es basen en la idea més bàsica del concepte d'habitatge, que és la necessitat de protegir-se dels agents atmosfèrics bàsics, com la pluja i el vent, o bé les condicions extremes de fred i calor. També han d'oferir protecció davant l'amenaça de presència animal existent a l'entorn.

A més, de forma lligada al refugi, les persones tenen una sèrie de necessitats fisiològiques bàsiques descrites a la piràmide de Maslow, les quals inclouen l'aliment, el descans, la higiene i el refugi (ACNUR Comité Español 2018).

Per tal de satisfer aquestes necessitats, disposarem de recursos als refugis com aigua corrent, zones de preparació d'aliment i de sanejament. També serà necessària la dotació de corrent elèctric per alimentar els elements elèctrics de l'interior del refugi.

S'ha de tenir en compte que els refugis més senzills són fàcils de fabricar i muntar als camps de refugiats, fàcils de traslladar i a més molt econòmics, però l'objectiu d'aquest estudi és millorar la situació actual dels refugis oferint la possibilitat de solucionar les necessitats bàsiques amb un cert grau de comoditat.

2.3 Diferents refugis usats en campaments

A continuació farem una petita investigació sobre els models de refugi més utilitzats en campaments de refugiats així com noves propostes que proporcionen millores i més serveis.

2.3.1 Refugi per emergències

Són estructures bàsiques basades en tendes de campanya petites orientades a donar refugi per temps molt curt i en situacions on l'arribada de refugiats supera la capacitat actual del camp. Aquestes estructures són molt fàcils de transportar i muntar, no ocupen gaire espai un cop desmuntades i a més són les estructures més econòmiques que existeixen.



Figura 1. Refugi d'emergència (Tan 2012).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Preu molt baix · Fàcil transport, emmagatzematge i muntatge · Protecció davant pluja 	<ul style="list-style-type: none"> · No protecció al fred o calor · No ofereix res més que protecció · Espai molt reduït

Taula 1. Valoració refugis per emergències.

2.3.2 Tendes per llarga estada

Es tracta d'una versió més gran i més resistent que l'anterior, i està orientada a estades més llargues. Aquestes són les cèl·lules principals dels camps de refugiats que s'han allargat durant el temps (ACNUR Comité Español 2016).



Figura 2. Tenda de llarga estada (Hierro 2016).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Preu moderat · Fàcil transport i muntatge · Protecció davant pluja · Ofereix més espai 	<ul style="list-style-type: none"> · Escassa protecció al fred o calor · No ofereix res més que protecció · Espai moderat

Taula 2. Valoració tendes de llarga estada.

2.3.3 Better Shelter

Aquestes edificacions, a diferència de les anteriors, són rígides, tot i que també estan fetes de plàstic, però en aquest cas és un plàstic més resistent. Aquestes edificacions també es troben a camps de refugiats a llarg termini i ofereixen una sèrie de serveis que les tendes de campanya no ofereixen.

Aquesta edificació ha estat creada amb la col·laboració d'ACNUR i Ikea, on el principal objectiu era el de millorar les alternatives anteriors mantenint un cost molt baix, per tal de dotar els camps de refugiats de refugis més dignes.



Figura 3. El refugi del futur (Celdrán 2017).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Fàcil transport i muntatge · Protecció davant agents atmosfèrics · Ofereix més espai · Dotat de corrent elèctric i ventilació 	<ul style="list-style-type: none"> · Es necessiten breus coneixements per al muntatge · El preu és lleugerament superior als anteriors

Taula 3. Valoració Better Shelter.

Els principals motius de la seva creació és la millora dels habitatges més comuns als campaments de refugiats, el problema és que no s'adapta al nostre propòsit.

2.3.4 Paper Log House 1

Són edificacions sorgides al Japó a causa del terratrèmol a la regió de Kobe i es produeixen a base de cartó, que s'obté de zones properes al camp de refugiats, amb un recobrint de parafina a sobre. Aquestes edificacions han estat usades a Turquia i l'Índia amb posterioritat, per la qual cosa és un model prou bo per zones amb climes similars.



Figura 4. Paper Log House (Shigeru 1995).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none">· Materials fàcils de fabricar i aconseguir· Protecció davant agents atmosfèrics· Espai confortable· Materials reciclables· Cost inferior a 2.000 €/unitat	<ul style="list-style-type: none">· No és transportable, s'ha de fabricar cada unitat· No ofereix serveis a part de servir com a refugi· No es pot aprofitar la mateixa estructura per transportar a una altra localització

Taula 4. Valoració Paper Log House 1.

2.3.5 Concrete Canvas Shelter

Aquest tipus de refugi es basa en el ciment com a material, i la seva construcció és molt senzilla, ja que es duu a terme amb una base inflable que conté d'aquest ciment al seu interior, i en hidratar-se i endurir es forma l'estructura definitiva. Aquesta estructura és modular, perquè podem apilar en fila distintes cèl·lules i formar una zona més extensa (García Rodríguez 2018).



Figura 5. Concrete Canvas Shelter (TECHBLOG 2016).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Fàcil de transportar fins al lloc d'aplicació · Protecció davant agents atmosfèrics com vent, pluja i foc · Espai molt ampli · Zona estèril, ideal per petits hospitals 	<ul style="list-style-type: none"> · És necessari un equip d'inflat i un equip d'humidificació per al muntatge · No ofereix serveis a part de servir com a refugi · No es pot aprofitar la mateixa estructura per transportar a una altra localització

Taula 5. Valoració Concrete Canvas Shelter.

ESPECIFICACIONS

Temps d'inflat	1 hora
Aigua requerida	1.000 L
Temps d'enduriment	24 hores
Superfície útil	25 m ²
Pes sense muntar	1.900 kg
Temps de vida útil	10 anys
Cost	2.000 €/unitat

Taula 6. Especificacions Concrete Canvas Shelter.

2.3.6 Habitatge temporal dins contenidors marítims

Aquest projecte va ser realitzat pel mateix autor que el Paper Log House, el qual és Shigeru Ban, i es va dur a terme per crear habitatges temporals després del desastre natural a Onagawa, Japó l'any 2011. Aquestes edificacions són acumulacions de contenidors marítims que es disposen de forma alterna per així aconseguir espais més grans. El dormitori i el bany es troben dins l'habitació, mentre que la cuina queda fora.

El que s'obté amb aquesta distribució és obtenir una gran quantitat de cèl·lules habitables en un espai reduït, i el repartiment de subministraments es pot assolir amb menors distàncies.



Figura 6. Complex d'habitatges completat (Editorial Arquitectura Viva 2022).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Gran nombre d'habitatges en poc espai · Protecció davant agents atmosfèrics com vent, pluja i foc · Habitacions molt confortables · Existència de serveis no bàsics com electricitat i aigua corrent · L'aïllament tèrmic és similar al de les construccions permanents · Disposició dels habitatges òptima per al desplaçament de persones i mercaderies · Es pot aprofitar la mateixa estructura per transportar a una altra localització, en forma de panells separats 	<ul style="list-style-type: none"> · Construcció més lenta amb personal prèviament instruït · Es requereix preparació i fonaments al paviment · El cost de construcció és molt més elevat a qualsevol altra alternativa

Taula 7. Valoració habitatges en contenidors marítims.

2.3.7 Exo Reaction Housing System

Aquest és un habitatge d'emergència que encara es troba en fase de prototip i actualment es comercialitza per actes privats, per tal de recaptar capital per així poder donar un gran nombre d'unitats en cas de desastre natural.

Aquest dispositiu ha estat dissenyat per suportar distintes adversitats climatològiques i així poder ser usat en distintes zones, independentment del clima que les caracteritza. Es tracta d'un espai molt limitat amb capacitat per quatre persones adultes. Tot i l'espai limitat, conté serveis com endolls, il·luminació LED, climatització i ràdio pròpia, fet que aporta una comoditat major que els altres models similars.

A més, el sistema és fàcil de muntar i es poden apilar molts d'aquests mòduls en poc espai, i per això el transport en grans quantitats és molt eficient (Muñoz Mínguez 2015).



Figura 7. Prototip EXO (Griffith 2015).

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Fàcil de muntar i transportar · Protecció davant agents atmosfèrics · Existència de serveis no bàsics com il·luminació i endolls · Es pot aprofitar la mateixa estructura per transportar a una altra localització 	<ul style="list-style-type: none"> · Espai molt limitat · No conté zona de cuina i sanejament · El cost de construcció és de 5.000 USD, més elevat que sistemes com el Paper Log House.

Taula 8. Valoració Prototip EXO.

2.3.8 Càpsula habitable modular

Aquest refugi d'emergència va ser dissenyat per l'arquitecte César Oreamuno l'any 2015 amb el motiu de complir amb el seu projecte universitari. El disseny d'aquest mòdul està pensat per donar un habitatge a persones refugiades amb tota mena de comoditats, contemplant al mateix temps un baix temps de muntatge, un espai reduït i que el mòdul ocupi una superfície molt petita quan no es troba desplegada.

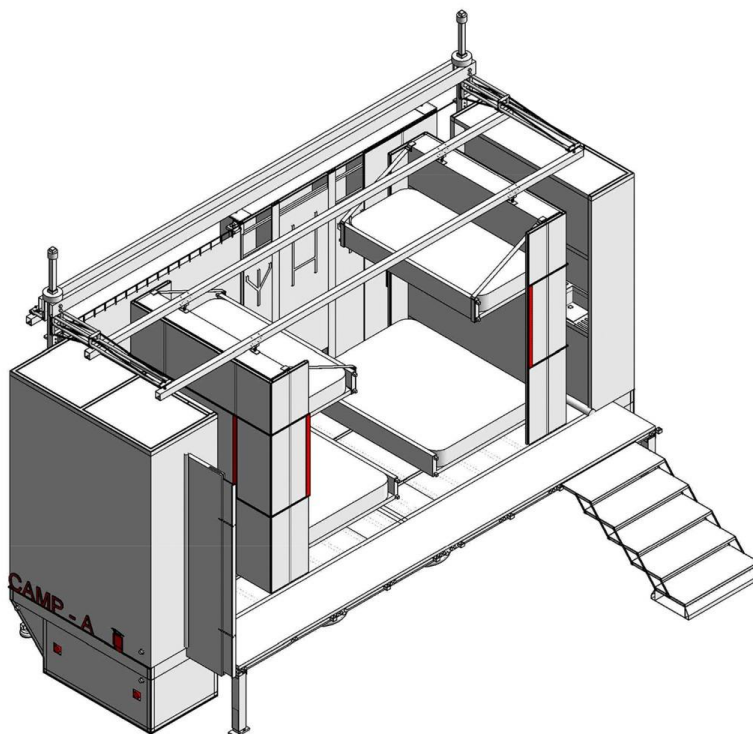


Figura 8. Càpsula César Oreamuno (Oreamuno 2016).

La idea d'aquest mòdul va sorgir del mode en què opera una navalla suïssa, i així dins el mateix espai poder donar més d'un ús en situacions diferents. És per aquest motiu que l'habitatge disposa de distintes parts mòbils, que es recullen o es despleguen depenent de l'activitat que s'hagi de realitzar en un moment donat.

AVANTATGES	DESAVANTATGES
<ul style="list-style-type: none"> · Fàcil de muntar i transportar · Protecció davant agents atmosfèrics · Proporciona serveis similars als d'un habitatge model · Completament reutilitzable · Disposa de sistemes d'aigua corrent així com aigües brutes 	<ul style="list-style-type: none"> · Espai molt limitat · Es necessita una superfície horitzontal on situar-se · El cost de construcció s'estima sobre els 3.000 €, ja que no s'ha posat en pràctica · Necessita coordinació entre persones a l'interior, perquè l'espai és molt limitat i disposa de distintes zones únicament accessibles si altres es recullen

Taula 9. Valoració Refugi César Oreamuno.

3 Elecció del model més adequat per al nostre propòsit

En relació amb els models avaluats a l'apartat anterior i contemplant tant els avantatges i desavantatges de cada un dels models així com l'adaptabilitat al nostre propòsit, triarem quin dels models existents és el més adequat per ser usat com a punt de referència del nostre habitatge.

El nostre propòsit requereix una edificació capaç de donar diversos serveis als seus ocupants, que sigui reutilitzable fins a almenys 8 anys i transportable d'un campament a un altre.

Els models més bàsics estudiats, els de les dues tendes de campanya típiques, no són útils per aquest propòsit, ja que no ens donen la possibilitat d'incorporar un sistema d'aigua corrent i sistemes elèctrics. A més, el seu espai limitat no permeten incorporar zones de sanejament o de preparació d'aliments.

El refugi Better Shelter, en canvi, sí que ens ofereix la possibilitat d'incorporar diferents serveis i comoditats a l'interior, com aigua corrent, cuina, dutxa i vàter, ja que disposa d'un espai molt més ampli i materials més rígids. El principal problema que presenta aquesta edificació per al nostre propòsit és que els elements interiors no formen part de l'estructura. Això causa que a l'hora de transportar el mòdul, cada un dels sistemes haurien de ser transportats per separat.

El cas del Paper Log House 1 es pot obviar directament, ja que aquest model no és transportable ni reutilitzable a causa dels materials dels quals es compon.

El model Concrete Canvas Shelter és una opció molt vàlida a causa del seu gran espai a l'interior, fet que facilitaria poder disposar un gran nombre de serveis i comoditats al mateix temps que podria donar allotjament més persones que els altres models vists. L'únic problema que presenta és que, igual que el Paper Log House 1, aquesta edificació no es pot transportar un cop muntada, ja que està feta de ciment.

El cas dels habitatges dins contenidors marítims té la mateixa problemàtica que el model anterior, pel fet que cada una de les cèl·lules no és transportable, ja que es munten contenidors marítims sencers i a més es disposen sobre uns fonaments que s'han de preparar amb anterioritat. Tot i no ser el model òptim per al nostre propòsit, aquest complex sí que ens dona una distribució entre habitatges òptima per la distribució de mercaderies, transport de persones i fa possible un transport d'aigua per una sola línia de tubs interconnectats entre cèl·lules.

El cas de l'Exo Reaction Housing System és diferent, aquesta edificació sí que podria implementar algun servei a part de servir com a refugi, però degut al seu espai tan limitat, passaria a només donar refugi a una persona. Com que el mòdul té un cost bastant elevat per donar refugi a quatre persones, seria imprudent dissenyar un complex amb més serveis per només una persona.

Finalment, tenim el prototip de la càpsula modular dissenyada per César Oreamuno. Aquesta edificació està específicament pensada per resoldre problemàtiques similars a la que es planteja a aquest treball, així com incorporar les millores de serveis i comoditats que hem contemplat nosaltres.

El disseny està pensat per poder disposar de l'espai interior de distintes formes depenent de l'activitat que es vulgui realitzar, i per això optimitza molt l'espai disponible. En el nostre cas voldrem estudiar la possibilitat de resoldre altres problemàtiques com la generació d'energia a l'habitatge, o dotar el mòdul de corrent elèctric.

Arribats a aquest punt, el model òptim per al nostre cas és el cas del prototip dissenyat per César Oreamuno, ja que és millor que els altres models estudiats per als elements que contemplem, que són la possibilitat d'incorporar distintes serveis a l'interior, un fàcil muntatge i transport, i el fet que sigui reutilitzable per un altre campament.

Model	Punts que extraiem
Càpsula habitable modular	<ul style="list-style-type: none">• Sistema tipus navalla suïssa que aprofita poc espai a través de zones mòbils.• Incorporació de zones adaptades pel sanejament i necessitats personals.• Incorporació d'una cuina dins el refugi.• Construcció del refugi a partir de diferents mòduls acoblables entre ells.
Concrete Canvas Shelter	<ul style="list-style-type: none">• Zona estèril adaptada per petits hospitals.• Sistema modular que permet grans longituds d'habitatges.
Habitatge de contenidors marítims	<ul style="list-style-type: none">• Distribució dels habitatges adaptada per incorporar un sistema de subministrament d'aigua i electricitat.• Màxim aprofitament de l'espai disponible.

Taula 10. Aspectes importants dels models estudiats.

4 Definició del sistema modular

Un sistema de construcció modular es basa en l'adaptabilitat dels elements que la componen, per adaptar-se a diferents necessitats. El mètode de construcció es basa en la possibilitat d'unió de diferents mòduls per tal de disposar d'un major espai a l'interior.

Aquestes estructures inicialment es van pensar per resoldre la problemàtica dels alts preus d'habitatges tradicionals, els quals no són transformables ni transportables. Amb les construccions modulares disposem d'un espai amb tots els serveis i necessitats d'un habitatge clàssic dins un espai més reduït.

Els sistemes de construcció modulares solen estar fets d'acer recobert de materials de primeres qualitats, on també s'aposta per l'autonomia de l'edifici, incorporant sistemes de recollida d'aigües i sistemes d'autogeneració d'energies. També s'incorpora la possibilitat de proveir d'aquests serveis de forma externa en cas que el sistema quedés sense recursos propis.

A més, el sistema que hem seleccionat, el qual va ser dissenyat per César Oreamuno, es basa en la idea d'una navalla suïssa, la qual consisteix a poder disposar un mateix espai de diverses formes, depenent de l'activitat que s'hagi de realitzar a l'interior. Per aconseguir aquest propòsit s'ha de disposar de zones mòbils o abatibles dins l'habitatge, per així poder desplegar o plegar aquests elements.

Gràcies a l'ús que es donarà al nostre disseny, cada habitatge hauria de disposar d'espai per albergar a almenys 4 persones, així com poder donar els serveis de l'interior a tots els refugiats de l'interior. També ens centrarem a poder compactar l'estructura en un espai molt reduït quan es troba desmuntada, per tal d'així poder transportar diversos habitatges alhora via terrestre.

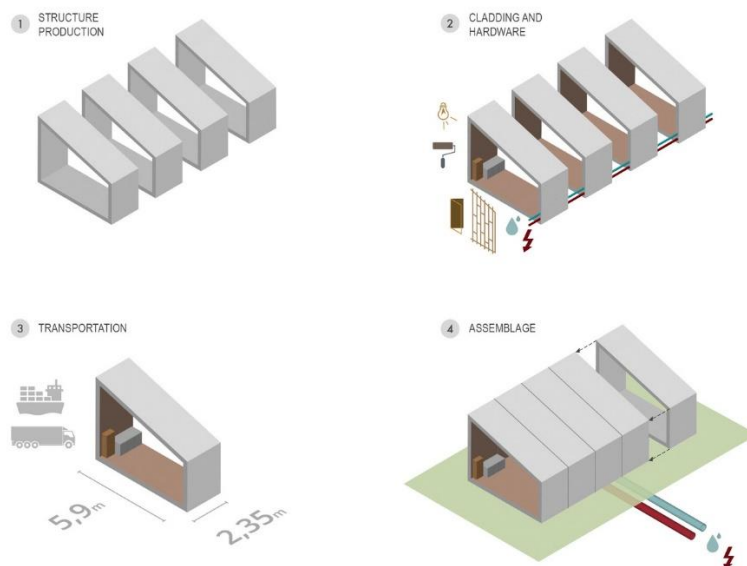


Figura 9. Sistema modular (Building Pictures 2015).

Per tal d'assolir el nostre objectiu, passarem a pensar el conjunt de la part estructural de l'habitatge, i a partir de l'estructura bàsica implementarem la resta de prestacions que ha de presentar el sistema.

5 Elements que componen el refugi

Cada un dels habitatges està format per una sèrie de components que s'ajunten per formar una estructura conjunta.

El sistema de nomenclatura per cada una dels elements que componen l'habitatge els anomenem "cubicles". A continuació podrem visualitzar el sistema de cubicles que un cop junts conformen l'habitatge complet.

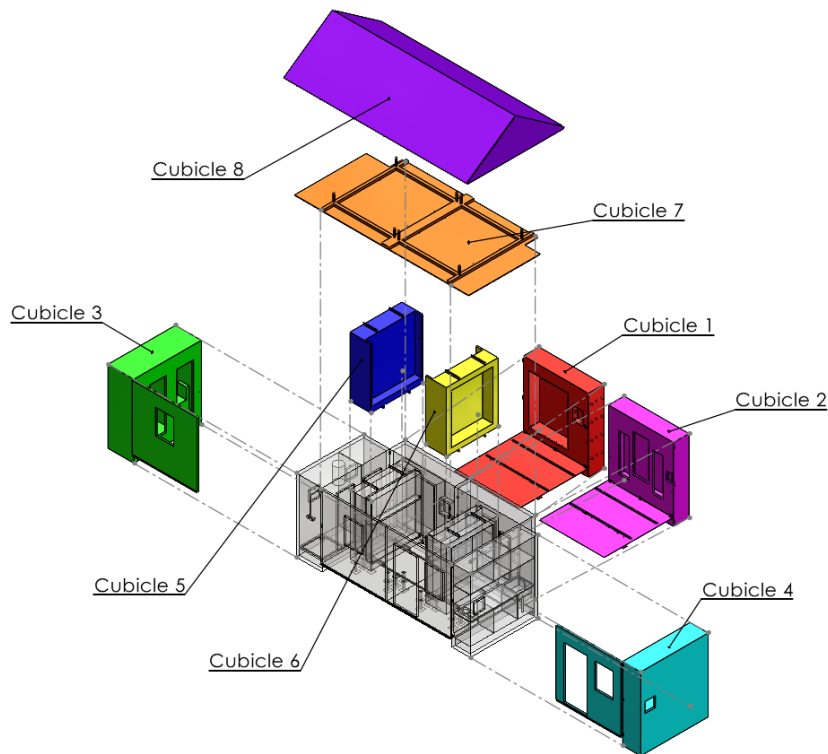


Figura 10. Explosionat dels cubicles del refugi.

Es poden veure un total de vuit cubicles distints, on alguns d'ells estan formats per dues parts abatibles a través d'elements d'unió mòbils, com són els cubicles 1, 2, 3 i 4. A continuació estudiarem cada un d'aquestes parts que anomenem cubicles.

6 Disseny del refugi

Seguint amb la idea del sistema modular basat en la idea de navalla suïssa procedirem a dissenyar els diferents elements que componen la cèl·lula habitable. Estudiarem les característiques dels diferents cubicles així com les seves funcions complementàries a les estructurals.

6.1 Cubicles 1 i 2

Els primers cubicles que estudiarem són els posteriors, que es troben destacats a la imatge global de l'habitatge següent:

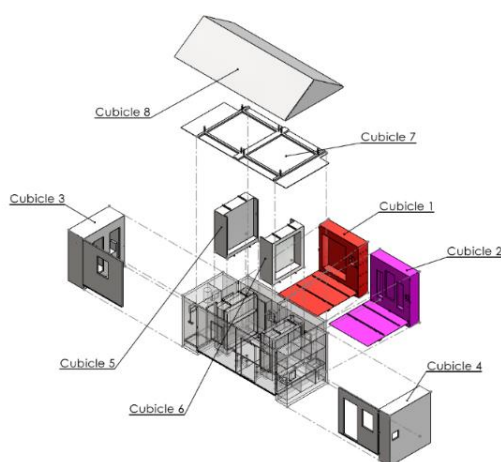


Figura 11. Explosionat dels cubicles 1 i 2.

Aquests cubicles es componen d'una part vertical i una part horitzontal. La part vertical és la que té funció de suport de la part superior de l'habitatge, així com part del suport de la part horitzontal.

La part horitzontal té la funció de forjat inferior i es troba unida a la vertical a través d'un sistema de frontisses. A més, incorpora un sistema de suport sobre el terra, per tal d'assegurar la seva estabilitat un cop es troba en posició horitzontal.

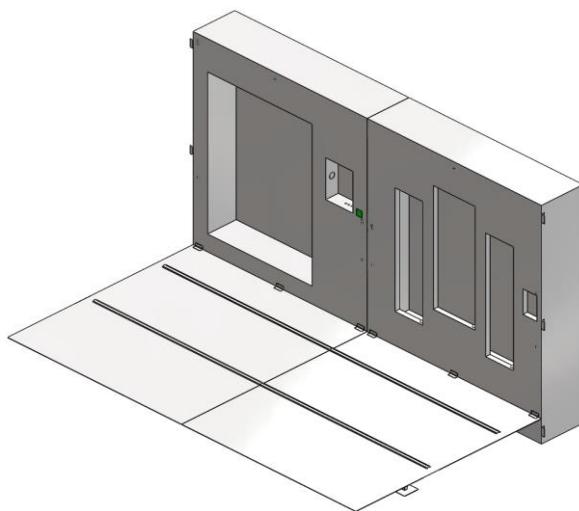


Figura 12. Cubicles 1 i 2 units.

A part de la funció estructural són els encarregats d'emmagatzemar l'armari comptador d'aigua, el panell elèctric de l'habitatge, i altres funcions com les d'emmagatzematge.

Els cubicles tindran una longitud de 2,5 m i una amplada de 0,6 m un cop es troben amb la plataforma del forjat inferior plegada, amb una altura de 2,5 m.

6.1.1 Cubicle 1

El Cubicle 1 incorporarà els armaris de distribució seguint les distàncies reglamentàries entre instal·lacions d'aigua i electricitat (Colegio oficial de aparelladores y arquitectos técnicos de Madrid 2020) (Colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Madrid 2022).

L'armari comptador d'aigua tindrà l'accés des de l'exterior, mentre que el quadre elèctric tindrà l'accés des de l'interior, en cas de necessitar accedir a aquest de forma ràpida i per evitar contacte amb l'aigua de l'exterior.

Hem de tenir en compte que a aquest cubicle tindrem l'entrada de subministrament d'aigua i l'entrada i sortida d'electricitat, ja que tot l'excedent de corrent elèctric que es produeixi per les plaques solars aniran cap a la xarxa de subministrament del campament, ta i com veurem en els apartats corresponents.

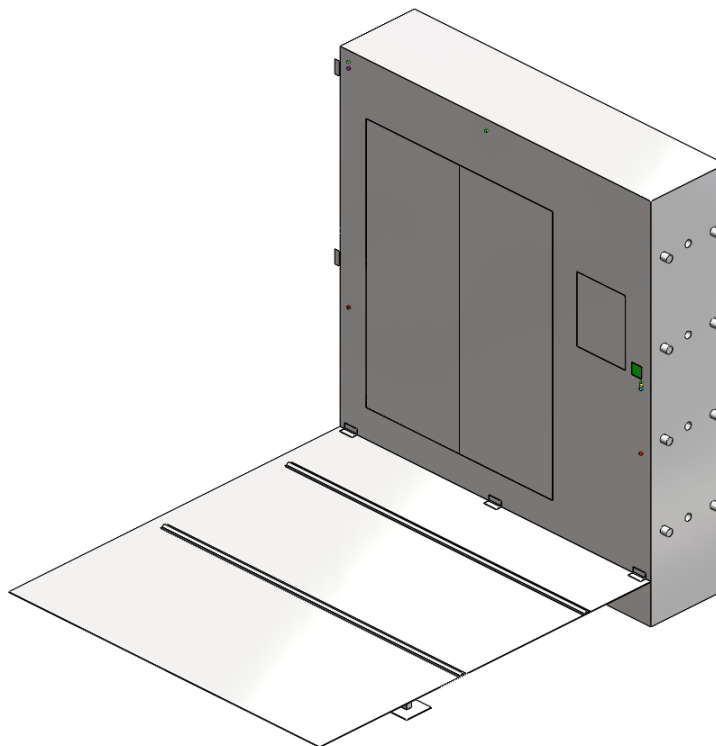


Figura 13. Cubicle 1.

També podem observar com disposa d'un armari per tal d'aprofitar tot l'espai que ha d'ocupar el cubicle per tal d'aportar l'estabilitat estructural necessitada. Aquest armari és de dues portes de 75 cm d'amplada cada una i 190 cm d'altura. Aquest armari aporta un espai d'emmagatzematge addicional als armaris situats als cubicles mòbils de l'interior de l'estructura.

6.1.2 Cubicle 2

Aquest cubicle conté la taula i bancs desplegable a part de tot el cablejat que aporta els endolls per connectar aparells a l'habitatge, corrent elèctric a la cuina i els tubs d'aigua per l'aigüera de la cuina.

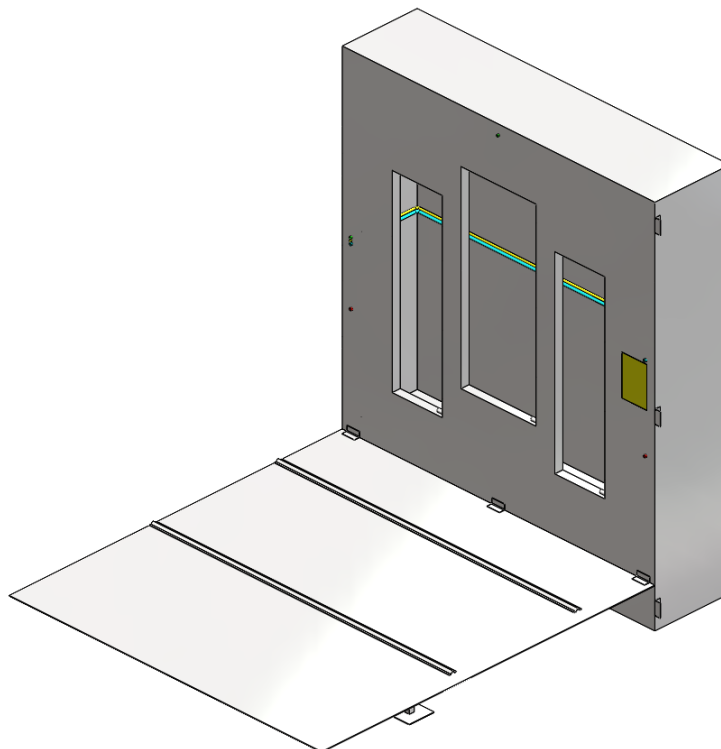


Figura 14. Cubicle 2.

6.2 Cubicle 3

Seguint amb el procediment anterior, el pròxim cubicle a dissenyar és el de sanejament, que es mostra a continuació:

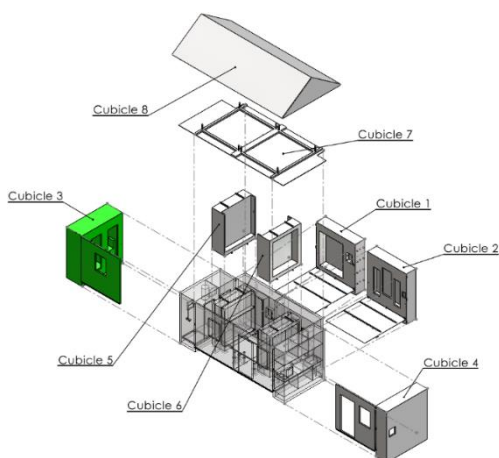


Figura 15. Explosionat del cubicle 3.

Aquest cubicle conté la zona de la dutxa i la zona del vàter, les quals es troben separades per una mitjanera interna. Per tal de disposar d'espai intern per una persona, el gruix del cubicle serà de 100 cm.

També es troba connectat a través de frontisses al que fa funció de tancament davanter de l'habitatge, el qual conté una finestra per tal de facilitar la circulació d'aire a l'interior.

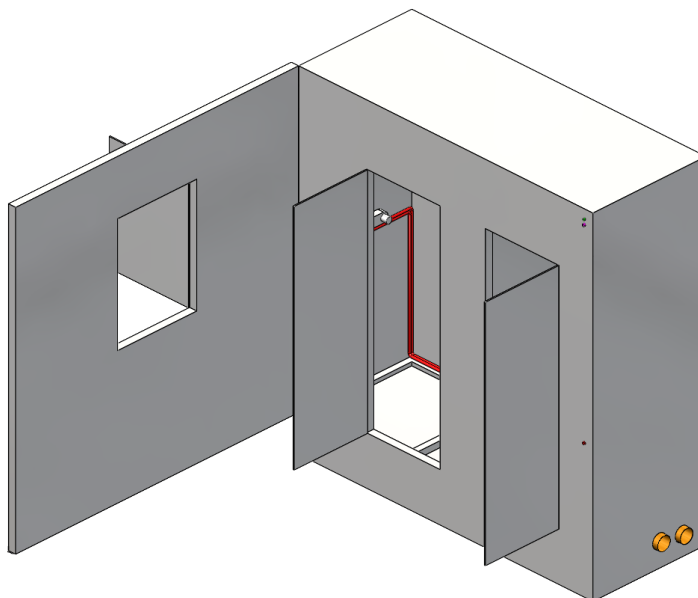


Figura 16. Cubicle 3 part davantera.

Cal indicar que els cubicles laterals tindran un forjat inferior fabricat amb el mateix acer inoxidable que el forjat inferior de l'habitatge principal, per tal de suportar les càrregues estructurals de les persones a l'interior i de la càrrega derivada del sostre.

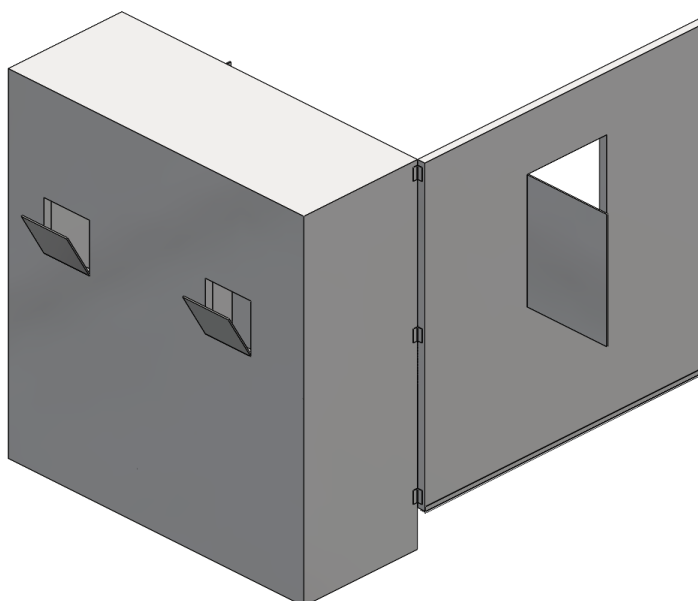


Figura 17. Cubicle 3 part posterior.

Per tal de tenir ventilació a les dues zones interiors del cubicle, hem disposat una finestra abatible a cada compartiment tal com podem observar a la imatge anterior.

6.3 Cubicle 4

El pròxim cubicle que dissenyarem és el que conté la cuina, el qual es pot veure a la imatge següent:

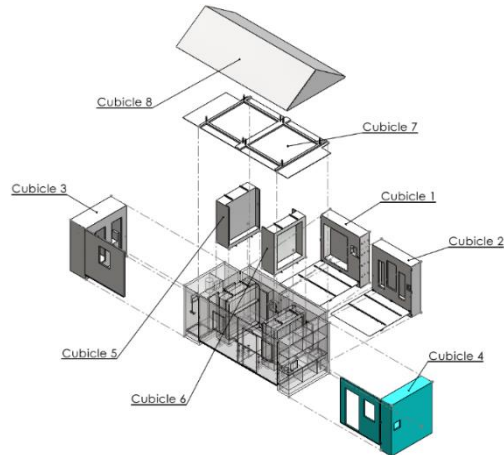


Figura 18. Explosionat del cubicle 4.

Aquest cubicle, a diferència de l'anterior tindrà un gruix menor, ja que no haurà de disposar d'espai intern per una persona perquè simplement tindrem mobiliari de cuina. Per aquest motiu, el gruix del cubicle serà de 70 cm.

Podem veure que en aquest cas disposem de la porta d'entrada a l'habitacle i una finestra addicional per la ventilació. També es poden veure elements com l'aigüera i armaris per utensilis de cuina i aliments.

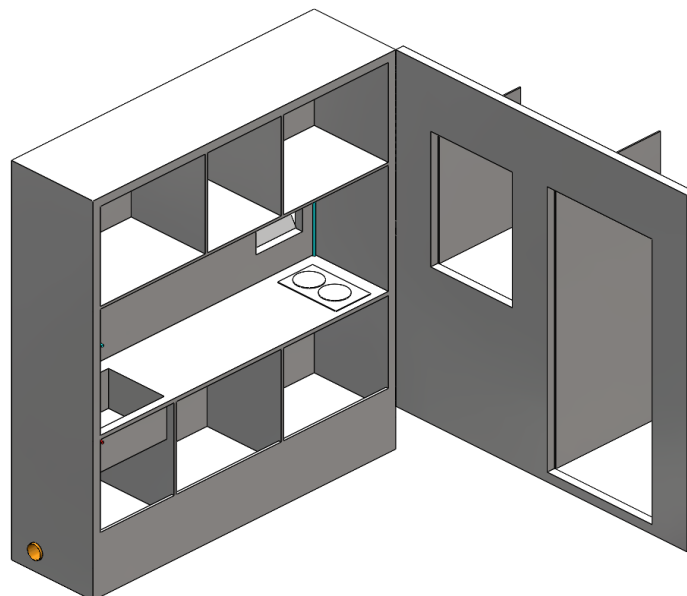


Figura 19. Cubicle 4 part davantera.

També es disposa d'una petita finestra abatible davant els focs de la cuina per tal d'així donar sortida als vapors de la cuina. Podem apreciar aquests elements millor a la següent imatge:

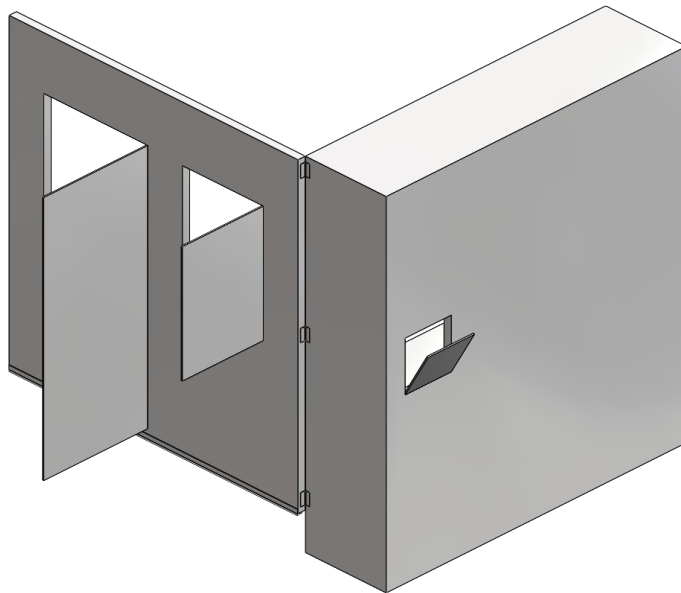


Figura 20. Cubicle 4 part posterior.

El conjunt dels quatre cubicles vists fins aquest punt ens dona la següent distribució de la cèl·lula habitable, on tenim resolt el forjat inferior de l'habitatge i les parets verticals que suportaran la part superior de l'habitatge.

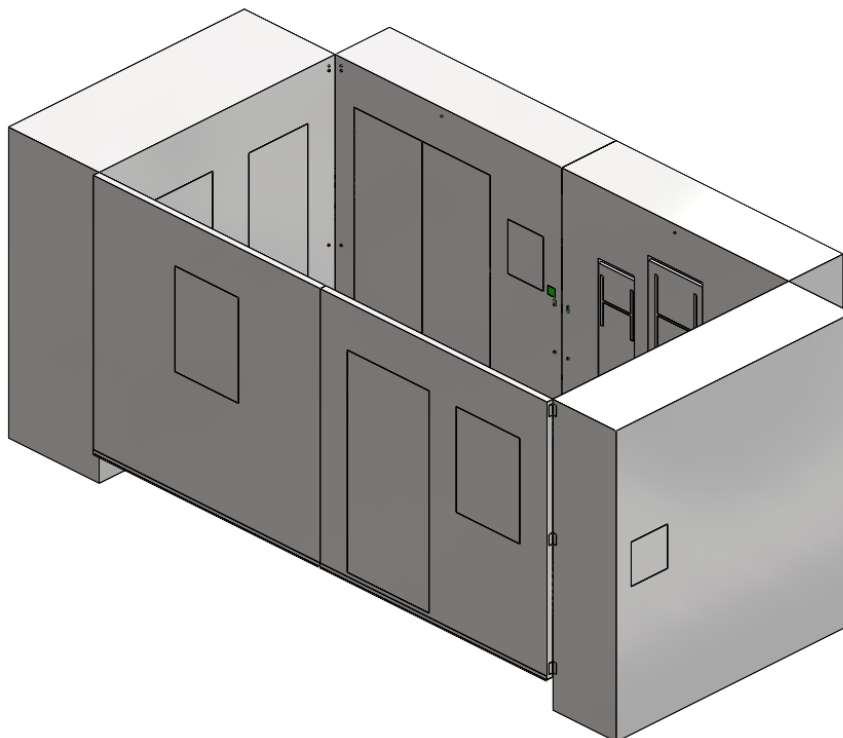


Figura 21. Tots els elements verticals.

6.4 Cubicles 5 i 6

Els cubicles mòbils són els que es podem observar a continuació, els quals tenen una posició dins l'habitatge:

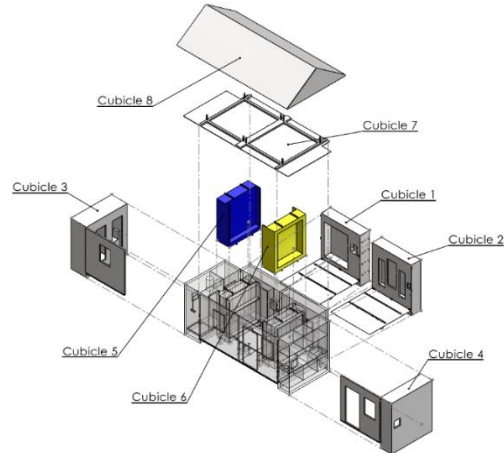


Figura 22. Explosionat cubicles 5 i 6.

Els dos cubicles mòbils que tindrem a l'interior de l'habitatge són els que es mouran amb el sistema de raïls. Aquests cubicles tenen l'única funció estructural de ser el suport dels llits abatibles, però no tenen cap acció sobre l'estructura general de l'habitatge.

A part dels llits també contenen uns armaris per la part posterior, per tal d'aprofitar tot l'espai possible.

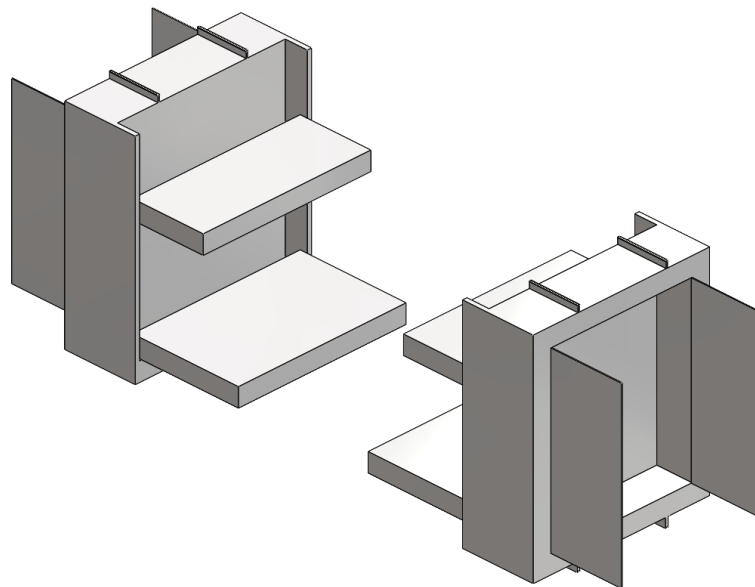


Figura 23. Cubicles 5 i 6.

Podem veure que cada un dels dos cubicles conté dos llits, un matrimonial i un individual. Aquests llits es mantenen horitzontals a causa d'un sistema de corretges. També podem veure els sistemes que encaixaran als raïls superiors i inferiors.

6.5 Cubicles 7 i 8

Els darrers cubicles a estudiar són els del forjat superior i el del terrat que el cobreix, els quals es mostren a continuació:

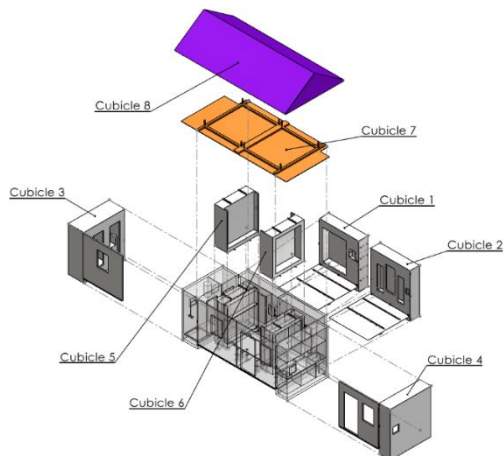


Figura 24. Explosionat cubicles 7 i 8.

Per tal d'aprofitar l'aigua de la pluja disposarem d'un terrat amb una doble pendent i així conduir l'aigua de la pluja cap a dues canals d'aigua. A causa que l'habitatge podrà ser utilitzar en zones d'altres i baixes temperatures, hem d'assegurar que el sostre pugui quedar ben tancat a l'exterior.

Per aquest motiu disposarem d'un sostre de tancament pla anivellat amb la part superior dels cubicles exteriors, i llavors el cubicle del terrat damunt per tal de crear el pendent necessari.

6.5.1 Cubicle 7 (Forjat Superior)

Es tractarà d'un sistema de perfils d'acer que s'acoblarà a sobre de les superfícies superiors dels cubicles verticals. Entre els perfils d'acer tindrem plaques de Perfilboard per tal d'assegurar que l'estructura queda aïllada tèrmicament de l'exterior.

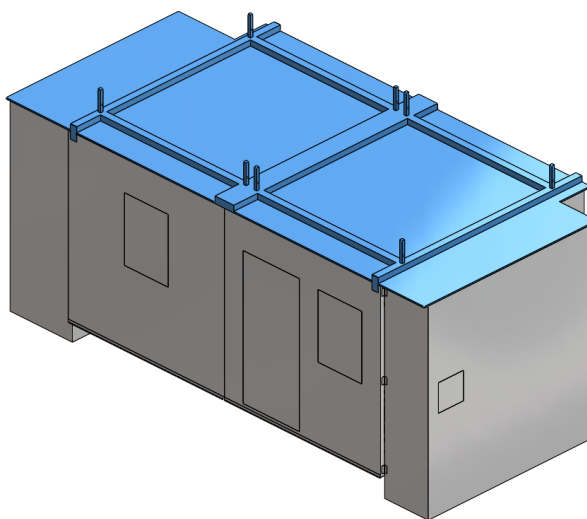


Figura 25. Cubicle 7.

A la part inferior d'aquest cubicle es troben inclosos els raïls superiors que condueixen i delimiten el moviment als cubicles anteriors.

6.5.2 Cubicle 8 (Terrat)

El terrat, tal com hem comentat, va encaixat entre els elements sortints i entrants que incorporen els Cubicles 7 i 8. Per tal d'assegurar la unió, s'incorporaran uns passadors transversals a les unions.

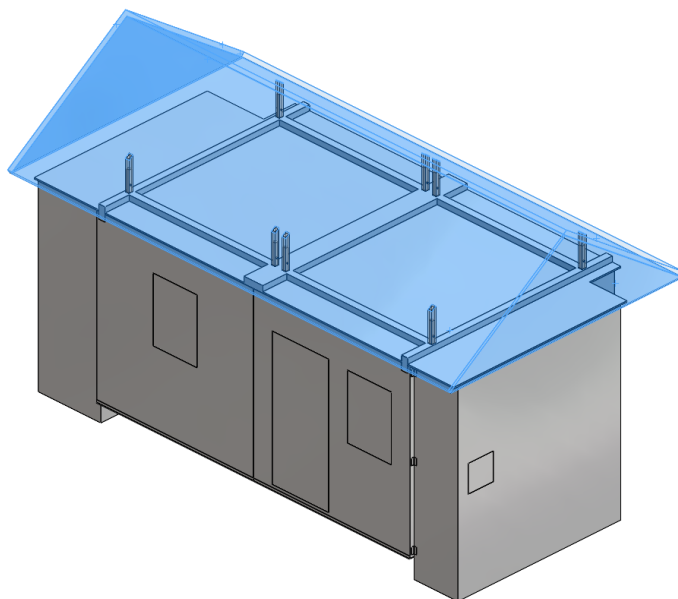


Figura 26. Cubicle 8.

Per finalitzar, el terrat es fabricarà de panell MultiTherm per tal de tenir una resistència estructural per les plaques solars. A més, cada una dels pendents té una amplitud de més de 2 metres, per la qual cosa hi ha espai per les plaques solars com veurem més tard.

7 Estructura exterior

Començant amb l'estructura, hem de tenir en compte les dimensions que necessitarem per poder tenir una estructura amb zona d'higiene, cuina i zona de descans. Ja que partim de la idea d'una navalla suïssa podrem reduir aquest espai, el que ens beneficiarà de cara al moment de transportar l'estructura i quantitat de material a utilitzar.

Com hem vist anteriorment, l'estructura serà modular, separada en diversos cubicles a l'hora de transportar els habitatges d'un destí a un altre, i un cop al campament, s'agrupen formant una única estructura. En aquest estudi haurem de decidir les millors tècniques d'unió entre cubicles per tal que l'habitatge quedi hermètic de cara als agents externs com aigua, aire, pols i efectes de fred i calor.

En el nostre cas decidim fer un habitatge habilitat per 6 persones, amb dos llits matrimonials, i uns altres dos llits individuals en forma de llitera desplegable. Per tant, tenint cubicles mòbils a l'interior de la cèl·lula habitable, podrem disposar d'una zona comuna que funcionarà com a dormitori o com a menjador, depenent de la disposició en què es col·loquin els cubicles mòbils.

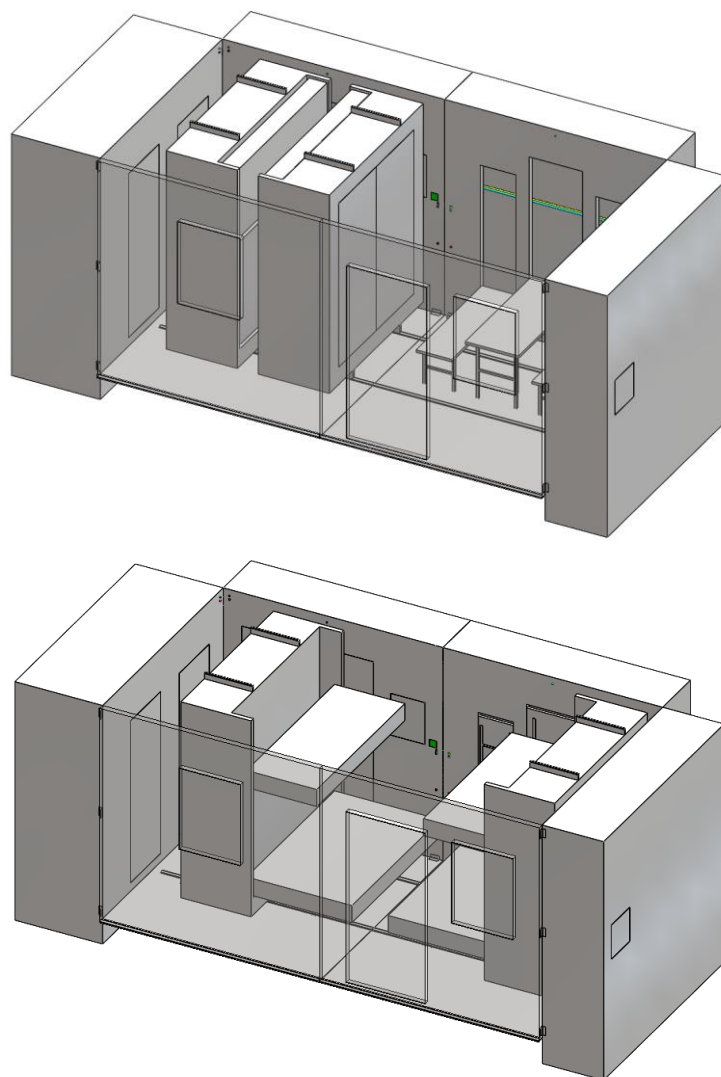


Figura 27. Distintes disposicions del refugi.

En un disseny inspirat en el model de referència que es va seleccionar entre tots els estudiats, el creat per César Oreamuno, la zona principal dormitori convertible en menjador i cuina tindrà una superfície total de 13 m². Les dimensions són de 5 m de llarg per 2,6 m d'amplada. Llavors, el cubicle que conté la dutxa i el vàter, disposats en dos espais dividits, es disposaran a un dels laterals de la cèl·lula habitable, i la cuina al lateral contrari.

Hem de recordar que dins l'espai comú de 13 m² tindrem dos cubicles mòbils, els quals conformen els llits i els armaris, que lleven superfície útil en tot moment, en total entre els dos cubicles en posició plegada, ocupen 3,2 m², pel que l'espai disponible per estar les persones a l'interior és de 9,8 m².

A continuació farem l'estudi de materials i elements que s'hauran de disposar per aconseguir tenir una estructura rígida i amb les condicions necessàries per ser un habitatge temporal.

7.1 Estudi de materials per l'estructura

Per tal de crear petits habitatges modulars, existeix una gran varietat de materials que s'usen en l'actualitat. Entre els més destacats a l'hora de construir avaluarem els següents.

7.1.1 Fusta

Avaluarem aquest material com a solució al nostre problema.

Avantatges	Desavantatges
Recurs fàcilment accessible	Manteniment de protecció contra l'aigua
Opció més ecològica	El terra ha de ser aïllant d'aigua
Fàcil de treballar amb poca experiència	S'han d'evitar humitats amb tractaments
Llarg període de vida en bones condicions	Necessària una bona ventilació
	El terrat ha de ser completament impermeable

Taula 11. Avaluació de la Fusta com a material de construcció modular.

En definitiva, la fusta és un material ideal per habitatges sempre que tinguin les condicions al voltant de no molta humitat i s'apliquin tractaments i manteniments periòdicament per tal de conservar les propietats impermeables en les correctes condicions.

Per al nostre cas, no seria el material indicat, ja que no podem dependre de manteniments periòdics a tots els habitatges per tal de conservar les propietats del material. A més, per un habitatge modular transportable, on els diferents cubicles es transporten per separat i llavors es munten com a conjunt, no és una solució adient, ja que les unions amb fusta no suporten grans moviments, i posaríem en perill la integritat dels cubicles amb cada transport.

7.1.2 Plàstic

Els materials plàstics més usats són les resines, el PVC i el polietilè.

Avantatges	Desavantatges
Són els materials més lleugers del mercat	Necessiten una bona fixació a terra
Vida molt llarga gràcies als tractaments contra la radiació ultraviolada	No compten amb una gran rigidesa sense suports d'acer
Són estèrils a l'aigua, l'òxid i els bacteris	No transpiren ni conserven la temperatura, pel que la ventilació és un element a tenir en compte
Les dimensions poden ser molt variades	Elements metàl·lics, electrònics i plantes s'oxiden a l'interior per culpa de la baixa transpiració

Taula 12. Avaluació del plàstic com a material de construcció modular.

Podem concloure que el plàstic té propietats interessants per al nostre cas com la lleugeresa del material, el baix cost, i que són materials que no necessiten manteniment per ser estèrils a l'aigua, l'òxid i els bacteris. Per contra, com que no aïlla tèrmicament, tindríem problemes a l'interior de l'habitatge, sobretot amb un espai tan delimitat per 6 persones. També hem de comptar amb la baixa rigidesa del material, que es podria compensar amb suports d'acer, fet que encareix tot el complex.

7.1.3 Metalls

L'ús de l'acer, l'alumini i derivats també és comú en la construcció de petites construccions, però veurem que gairebé mai orientades a donar refugi a persones.

Avantatges	Desavantatges
A causa de la seva rigidesa, necessiten pocs elements d'unió i els fa molt econòmics	Necessiten una bona fixació a terra per evitar problemes davant tempestes
No necessiten més manteniment que el greixatge de les frontisses	Gran problemàtica d'oxidació a les zones de major ús com portes i finestres
També compten amb una llarga vida útil	Per evitar la transpiració es requereix un sistema de ventilació elèctrica
No presenten problemes davant bacteris, ni condicions de fred o calor, ni a la llum solar.	En cas d'estar a una zona amb molta humitat, requereix tractament periòdic contra l'oxidació

Taula 13. Avaluació dels metalls com a materials de construcció modulars.

Tal com podem veure, no es tracta d'un material adequat pel nostre cas, ja que necessiten un gran manteniment de cara a l'òxid, que pot aparèixer per simple ús, o bé per contacte amb aigua. També tenim la problemàtica de la condensació, que ens obligaria a incorporar elements elèctrics de ventilació.

7.1.4 Panells Prefabricats

Són materials industrials creats per reunir les millors característiques dels materials que els componen, per tal d'així aconseguir el major nombre d'avantatges i el menor de desavantatges. També són coneguts amb el nom de panells sandvitx o multicapa.

Alternant entre diferents alternatives de panells prefabricats, s'ha aconseguit triar un tipus de panell sandvitx ideal per al nostre cas. El panell en qüestió el fabrica l'empresa Multipanel Internacional Madrid SL, i dins el catàleg de productes, el més adient és el panell preindustrialitzat MultiTherm, ja que dins les dues solucions ideals per la construcció d'exterior, aquesta opció té l'avantatge que és amigable amb el medi ambient.

Avantatges	Desavantatges
Panells fabricats a mesura, i per això no tindrem runa de fabricació	És una solució menys econòmica que les solucions anteriors a causa de les seves propietats
Són estèrils davant els bacteris, l'aigua i el sol, i ja que són panells tipus sandvitx tenen un bon aïllament tèrmic i acústic	És necessària la col·laboració amb el servei de producció de l'empresa per acordar les particularitats i el temps de producció dels panells
També compten amb una llarga vida útil, sense necessitat de fer tractaments superficials	Les unions entre panells a l'hora de fabricar els cubicles les ha de realitzar un operari especialitzat amb les tècniques d'unió
Ràpid i fàcil muntatge dels panells	

Taula 14. Avaluació dels panells prefabricats com a materials de construcció.

Per al nostre cas, aquest tipus de panell sandvitx és la solució més adequada a causa de les especificacions de l'habitatge, i el seu destí. Per això escollim el panell sandvitx MultiTherm per al nostre habitatge.

7.2 Panell MultiTherm

Aquest panell està ideat per incorporar-ho a construccions modulars, amb molts d'usos. Els usos que es poden donar al panell van des de funció de cobertes o forjats, fins a parets exteriors i interiors. En el nostre cas volem incorporar-ho com tancaments dels distints cubicles, on haurà de fer funció de forjat, coberta, parets exteriors i envans interns.

Existeixen diferents gruixuts de panell, on es poden variar els gruixos dels dos tipus de material que el componen.

El panell MultiTherm es compon per dues plaques de FBR-ECO que recobreixen el nucli aïllant de poliestirè extrudit d'alta densitat.

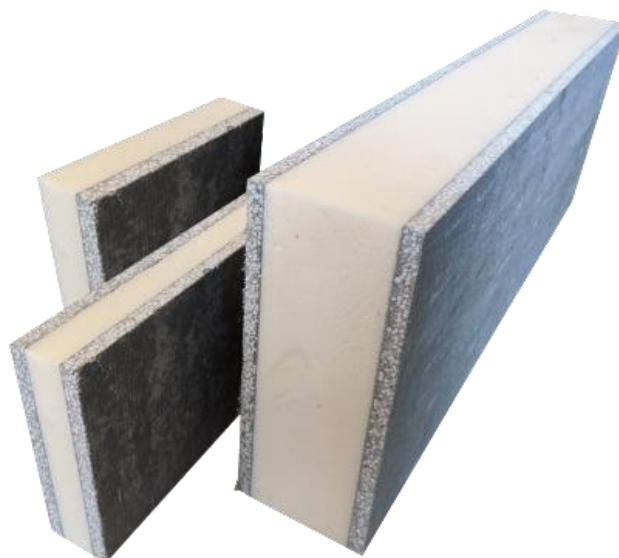


Figura 28. Panell MultiTerm (MULTIPANEL 2022a; 2022d).

Els panells de FBR-ECO són una mescla de sulfat de magnesi, fibres vegetals, malla de fibra de vidre i partícules d'espuma que produeixen un tipus de panell de ciment. Té propietats residents a l'aigua, és incombustible tipus A1, que és el major grau d'incombustibilitat segons la classificació UNE-EN 13501-1 (Galan 2018). També és aïllant acústic i respectuós amb el medi ambient.

Les propietats del panell sandvitx, d'acord amb les especificacions proporcionades per la mateixa empresa, són les següents (MULTIPANEL 2022c):

Propietats del Polièstirè extrudit		
Propietat	Valor	Norma
Resistència a compressió	> 0.3 MPa	UNE-EN 826
Resistència a tracció	0.5 MPa	UNE-EN 13164
Densitat	34 Kg/m ³	UNE-EN 13164
Mòdul de compressió	13 MPa	UNE-EN 826
Conductivitat tèrmica	0.035 W/(m·K)	UNE-EN 12667
Reacció al foc	E	UNE-EN 13501
Resistència al vapor d'aigua	1.2 - 3.5 ng/(Pa·m·s)	UNE-EN 12086
Capil·laritat	Ø	UNE-EN 13164
Temperatura màxima d'aplicació	-50 / +75 °C	UNE-EN 13164

Taula 15. Propietats del Polièstirè Extrudit.

Propietats del panell FBR-ECO	
Propietat	Resultat
Revestiment impermeable	D'alta qualitat d'impermeabilització líquida de Wacker (Alemanya)
Densitat	$\leq 950 \text{ Kg/m}^3$
Contingut d'aigua	$\leq 8 \%$
Incombustibilitat	Class A1 incombustible (UNE-EN 13501)
Absorció d'aigua	$\leq 27 \%$
Resistència a flexió	$\geq 8,5 \text{ MPa}$
Resistència a l'impacte	$\geq 1,5 \text{ KJ/m}^2$
Aïllament acústic	41 dB
Taxa de contracció tèrmica	$\leq 0,5$

Taula 16. Propietats del panell FBR-ECO.

D'aquestes característiques, podem destacar la impermeabilitat del material, la qual ens assegurarà una bona vida útil encara que els habitatges estiguin a una zona de pluges, així com la resistència al foc, que per al material que recobreix el nucli, és de la major qualitat donada per la normativa espanyola.

A més, el panell sandvitx està dissenyat per suportar el seu pes i el d'un sostre a sobre, i per això podrem fer els diferents cubicles amb aquest material.

Per tal d'obtenir unes bones propietats estructurals, triarem els gruixos de les diferents capes, tot seguint el catàleg que proporciona Multipanel Internacional Madrid.

Segons el catàleg dels panells MultiTherm, existeixen tres gruixos diferents del panell FBR-ECO, de 6, 8 i 12 mm. Com que ens interessa tenir una bona resistència estructural, ja que els cubicles es desplaçaran entre diferents camps a través de carretera i inclús transport marítim, triarem el major gruix, el de 12 mm.

Quant al nucli de poliestirè extrudit, tenim gruixos des dels 20 als 120 mm, com que tractem d'estalviar en costos, triarem un gruix de 40 mm, i amb aquest conjunt d'eleccions ens surt un gruix total de 64 mm i un preu total de 46,76 €/m².

Hem de tenir en compte, que no totes les parets dels cubicles necessiten aquest gruix, per la qual cosa a les zones no estructurals reduïm el gruix del panell per tal d'estalviar costos innecessaris.

7.3 Comparació de preus entre el panell MultiTherm i metalls de construcció

Tot i els avantatges del panell seleccionat, és necessari fer una recerca de preus d'altres opcions, per tal de saber si hi ha opcions més viables.

Amb l'estudi de materials, podem veure que per al nostre cas només són òptims els panells sandvitx industrials, i els materials metàl·lics.

La problemàtica dels metalls és principalment la baixa acció com a aïllants tèrmics, i la gran oxidació en certs punts. A més, són materials amb un elevat preu en volum, per al qual cosa la fabricació se sol donar a través d'una estructura interna d'acer o un material similar, i uns recobriments en forma de planxes metàl·liques.

Per saber el preu de les planxes metàl·liques estudiarem el mercat de cara al públic, i el que ens interessa més que és el mercat industrial.

Per al mercat de cara al públic podem consultar pàgines com Bricometal, les quals tenen una gran gamma de productes, i també et dona l'opció de personalitzar les dimensions dels panells i obtenir un preu final.

Per al mercat industrial hem consultat amb l'empresa barcelonina Hierros Iserte S.A., i ens han proporcionat els preus actuals de diferents gruixos d'acer galvanitzat. Aquests preus no són gaire permanents a causa del canvi constant del mercat de preus dels metalls, i per això podrien fluctuar en un futur.

Els resultats obtinguts són els següents:

Preus de l'acer galvanitzat			
Font	Dimensions	Gruix	Preu
Bricometal x 100 unitats (BricoMetal 2020a)	1000 mm x 1000 mm	1 mm	46,28 €/m ²
Bricometal x 100 unitats (BricoMetal 2020b)	1000 mm x 1000 mm	2 mm	87,12 €/m ²
Hierros Iserte S.A.(Hierros Iserte S.A. 2022)	500 mm x 500 mm	1 mm	24 €/m ²
Hierros Iserte S.A. (Hierros Iserte S.A. 2022)	500 mm x 500 mm	2 mm	48 €/m ²

Taula 17. Distints preus de l'acer galvanitzat.

Podem observar que en l'àmbit industrial, els preus són més competitius, sempre que la compra sigui de grans quantitats. Tot i tenir un preu inferior al panell sandvitx, amb una planxa de 2 mm de gruix hauríem d'implementar una estructura d'acer interna, per tal de donar estabilitat i resistència a cada cubicle. El fet de comptar amb una estructura d'acer encarriria molt el preu final, i no disposaríem d'aïllant tèrmic, ni acústic.

Amb aquesta informació, podem concloure que per al nostre cas, gràcies a l'ús que es pretén donar a l'habitatge, el panell sandvitx és una bona opció tot i no ser la més econòmica ni la més resistent del mercat.

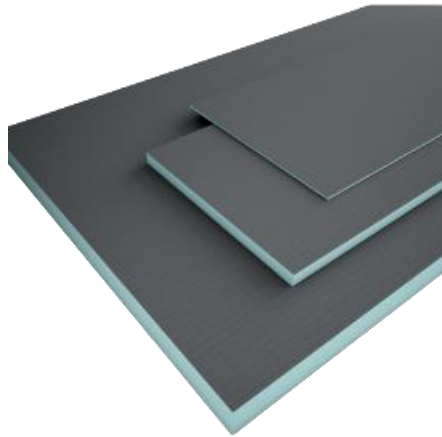
A més, d'aquesta forma es pot col·laborar amb l'empresa Multipanel per tal d'incorporar elements d'unió entre diferents panells, i personalitzar les mesures d'aquests per tal de tenir el mínim residu. El fet de col·laborar amb l'empresa suposaria un petit suplement en el preu, però estalviaria residu posterior, per la qual cosa seria l'opció més viable.

7.4 Panell Perfiboard

Seguint el mateix procediment que per als panells MultiTherm, al catàleg de la mateixa empresa Multipanel hem trobat un panell ideal per a interiors, el qual està habilitat tant per zones seques com per zones banyades, com dutxes, banys i cuines.

Aquesta característica és necessària a l'interior de l'habitatge, ja que la cuina està oberta a tota l'estança, i la humitat que es pugui crear a la cuina arribarà a tots els panells interiors, i per això totes les zones no estructurals dels cubicles les construirem amb aquest material.

El panell Perfilboard es basa en un nucli de Polièstirè extrudit (XPS) recobert pels dos costats per una primera capa de fibra de vidre i una segona de ciment Portland. El resultat és un material completament impermeable, flexible i fàcil de treballar amb ell, encara que en el nostre cas es dissenyaran els panells per encaixar amb els MultiTherm i crear el cubicle com una sola estructura.



Taula 18. Panell Perfilboard (MULTIPANEL 2022b).

Com que els elements elaborats a partir de Perfilboard no són estructurals, podem usar un gruix de 20 mm de panell, seguint el catàleg de la pàgina web, on aquest és el mínim existent entre panells de grans dimensions (MULTIPANEL 2020).

Les característiques principals del panell Perfilboard són les mateixes que les vistes en la taula de propietats del panell de Polièstirè extrudit (XPS), ja que la fibra de vidre i el ciment Portland no aporten gaires propietats a part de fer el material ideal per separadors i mobles de cuina i bany.

Amb el conjunt dels panells MultiTherm i Perfilboard tindrem els dos elements principals de construcció dels cubicles que componen l'habitatge.

7.5 Estudi estructural del forjat inferior

Només ens falta estudiar el material del forjat, ja que haurà de ser molt rígid i resistent, pel fet que haurà de suportar el pes de les 6 persones a l'interior i els dos cubicles mòbils que funcionen com a dormitoris i armaris, els quals tindran un pes a considerar també.

Com que necessitem unes propietats de gran resistència i rigidesa, l'acer serà l'opció més viable per aquesta part de l'habitatge. Haurem de fer un estudi estructural sobre una placa d'acer recolzada sobre quatre cantons per tal de determinar el gruix necessari d'acer per a suportar el pes que pot recaure sobre el forjat.

7.5.1 Pes que haurà de suportar

L'habitatge ha d'estar habilitat per 6 persones adultes, les quals tindran un pes determinat, i a més comptem amb els dos cubicles que serveixen com a llit a l'interior. A causa de la distribució de l'habitatge, el forjat es distribueix en dues plaques de 2,5 x 2,5 m de dimensions.

En una de les plaques tenim la taula i els bancs que serveixen a l'hora de menjar o bé fer vida dins l'habitatge, mentre que a l'altra placa estarien els dos cubicles mòbils. En el moment en què es disposen els cubicles per dormir, cada un es troba damunt una placa diferent de forjat, i cada placa haurà de suportar el pes de 3 persones i el del cubicle mòbil.

El pes mitjà mundial és de 62 kg per persona (en kgf), però a zones com Nord-amèrica, aquest valor augmenta fins als 80,7 kg. Agafant el pes mitjà més gran de totes les zones, podem veure que amb un càlcul senzill ens surt que el pes mitjà de 6 persones seria:

$$\text{Pes mitjà de 6 persones} = 80,7 \text{ kg/pax} \cdot 6 \text{ pax} = 484,2 \text{ kg}$$

Si comptem amb un coeficient de seguretat d'1,5 pel cas en què la mitja de pes per persona a l'habitatge sigui superior, resulta un pes total de les persones a l'interior:

$$\text{Pes total} = \text{Pes mitjà 6 pax} \cdot \text{coeficient seguretat} = 484,2 \text{ kg} \cdot 1,5 = \mathbf{726,3 \text{ kg}}$$

Amb aquesta dada, podem procedir a calcular el pes de cada cubicle mòbil. Els cubicles estan fabricats amb el panell sandvitx MultiTherm i la part posterior de les portes d'armari de panell Perfilboard.

Cada cubicle mòbil té una longitud total de panells MultiTherm igual a:

$$\text{Longitud de panells} = 2 \text{ m} + 0,8 \text{ m} + 0,8 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = \mathbf{4,1 \text{ m}}$$

Aquesta suma de longituds és igual a sumar les longituds necessàries en cas de desplegar el cubicle en una sola placa.

L'altura, en cavi, és constant a tot el cubicle, per tant, l'altura total serà igual a **2,3 m**.

Ara hem de tenir en compte que els panells MultiTherm són una mescla de dos tipus de panells amb densitats diferents. Els materials usats són el Polièstirè extrudit (XPS) com a nucli, el qual té un gruix de **40 mm** i densitat de 34 kg/m³, i panell FBR-ECO, el qual té un gruix de **12 mm** i densitat de 950 kg/m³, i es troba a ambdós costats del nucli de XPS.



Calculem el volum total de XPS:

$$\text{Longitud total} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{Gruix total} = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Volum XPS} = 4,1 \text{ m} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 0,04 \text{ m} = \mathbf{0,3772 \text{ m}^3}$$

Amb el volum, calcularem el pes total de XPS:

$$\text{Pes total XPS} = 34 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3772 \text{ m}^3 = \mathbf{12,82 \text{ kg}}$$

A aquest pes haurem de sumar el dels panells de FBR-ECO, que calcularem d'igual forma:

Calculem el volum total de FBR-ECO:

$$\text{Longitud total} = 4,1 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{Gruix total} = 12 \text{ mm} = 0,012 \text{ m}$$

$$\text{Volum un panell FBR-ECO} = 4,1 \text{ m} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 0,012 \text{ m} = 0,1132 \text{ m}^3$$

$$\text{Volum total dels panells de FBR-ECO} = 2 \cdot 0,1132 \text{ m}^3 = \mathbf{0,2264 \text{ m}^3}$$

Amb el volum, calcularem el pes total de FBR-ECO:

$$\text{Pes total FBR-ECO} = 950 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,2264 \text{ m}^3 = \mathbf{215,08 \text{ kg}}$$

Llavors el pes total del panell MultiTherm per cada cubicle mòbil és de:

$$\mathbf{\text{Pes total panell MultiTherm} = 12,82 \text{ kg} + 215,08 \text{ kg} = 227,9 \text{ kg}}$$

El càlcul del pes del panell Perfilboard es durà a terme seguint el mateix procediment, tenint en compte que el panell Perfilboard està format per un nucli intern de Polièstirè extrudit, cobert pels dos costats amb una capa de fibra de vidre i a sota una altra capa de ciment Portland. Tal com hem vist a l'apartat del panell Perfilboard, el volum total de fibra de vidre i ciment són insignificants comparat amb el Polièstirè extrudit, per la qual cosa calcularem el pes total del panell partint del pes del nucli, i amb un coeficient de seguretat assegurarem un pes suficient.

Comencem calculant el pes del nucli de Polièstirè extrudit (XPS) amb el volum total usat a un cubicle:

$$\text{Longitud total} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{Gruix total} = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

$$\text{Volum total XPS} = 2 \text{ m} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m} = 0,092 \text{ m}^3$$

Com que podríem tenir més panells Perfilboard per fer les divisions internes de l'armari, assegurarem el volum total amb un coeficient de seguretat de valor 2, ja que el total de divisions internes podrien arribar a igualar el volum actual de Perfilboard:

$$\text{Volum total XPS amb seguretat} = 2 \cdot 0,092 \text{ m}^3 = 0,184 \text{ m}^3$$

Per calcular el pes total que tindrem de Perfilboard, usarem la densitat del nucli de Polièstirè extrudit (XPS) donat pel fabricant:

$$\text{Pes total Perfilboard} = 0,184 \text{ m}^3 \cdot 34 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{6,256 \text{ kg}}$$

Un cop tenim calculat el pes de les 6 persones i el pes dels materials que componen un dels dos cubicles mòbils que hi haurà a l'interior (MultiTherm i Perfilboard) podem calcular el pes total en buit que haurà de suportar una de les plaques d'acer que componen el forjat del terra.

Aquest pes total és la suma de pesos calculats, que tindrà un valor igual a:

$$\begin{aligned} \text{Suma de pesos} &= \text{Pes 6 pax} + \text{Pes MultiTherm} + \text{Pes Perfilboard} = \\ &= 726,3 \text{ kg} + 227,9 \text{ kg} + 6,256 \text{ kg} = \mathbf{960,456 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Tenint en compte que el pes del conjunt de propietats personals dins el cubicle mòbil podria arribar fins als 100 kg en cas d'haver utensilis de cuina, sumarem aquest afegit per afegir seguretat a l'estructura, ja que en fer l'estudi de càrregues amb Solidworks mirarem d'ajustar el coeficient de seguretat de Von Mises al mínim possible per reduir costos.

Per tant, el pes màxim a suportar per una placa d'acer galvanitzat serà de:

$$\text{Pes total sobre una placa d'acer} = 960,456 \text{ kg} + 100 \text{ kg} = \mathbf{1060,456 \text{ kg}}$$

7.5.2 Càlcul estructural de la placa d'acer

Ara procedirem amb el càlcul del gruix de la placa d'acer del forjat, la qual estarà suportada per 12 punts, dos punts en forma de frontissa amb el cubicle fix posterior, i els deu restants formen dos grups de cinc, que són les dues estructures d'ancoratge a terra.

El material seleccionat pel forjat del terra és un acer inoxidable AISI 304, un dels dos més comercialitzats, el qual, a diferència de l'AISI 316, no conté molibdè, i per això no és tan resistent a l'òxid salí, tot i ser un acer amb molt bona acció inoxidable, tal com indica la seva norma.

Les principals característiques i propietats d'aquest material són les següents (Carbone 2022):

Propietats de l'acer inoxidable AISI 304	
Propietat	Resultat
Densitat	7.900 Kg/m ³
Mòdul elàstic	193.000 N/mm ²
Estructura molecular	Austenítica
Calor específica a 20 °C	500 (J/Kg·K)
Conductivitat tèrmica 20 °C/100 °C	15 / 16 (W/m·K)
Coefficient de dilatació a 100 °C	16,0 - 17,30 · 10 ⁶ C ⁻¹
Duresa Brinell recuit HRB/amb deformació en fred	130.150 / 180.330
Duresa Rockwell recuit HRB/amb deformació en fred	7.088 / 1.035
Resistència a tracció recuit/amb deformació en fred	520 – 720 / 540 - 750 N/mm ²
Elasticitat recuit/amb deformació en fred	210 / 230 N/mm ²

Taula 19. Propietats de l'acer inoxidable AISI 304.

Totes aquestes propietats ja es troben dins el programari de Solidworks un cop seleccionem el material, llavors el següent pas és dissenyar la plataforma amb les mesures del nostre habitacle, els suports que la mantenen fixa, i realitzar l'estudi estàtic de càrregues (Ramos-Quintero, Campozano-Riofrio and Naranjo-Vargas 2022).

I. Dimensionament de la placa

Tal com hem vist anteriorment a la fase de disseny de l'estructura, les dimensions de cada una de les dues plaques que componen el forjat inferior tenen una superfície de 2,5 m x 2,6 m, el que dona una superfície de placa de 6,5 m². Aquestes dimensions són les que incorporarem al Solidworks, on el gruix de la placa l'iniciarem en 5 mm.

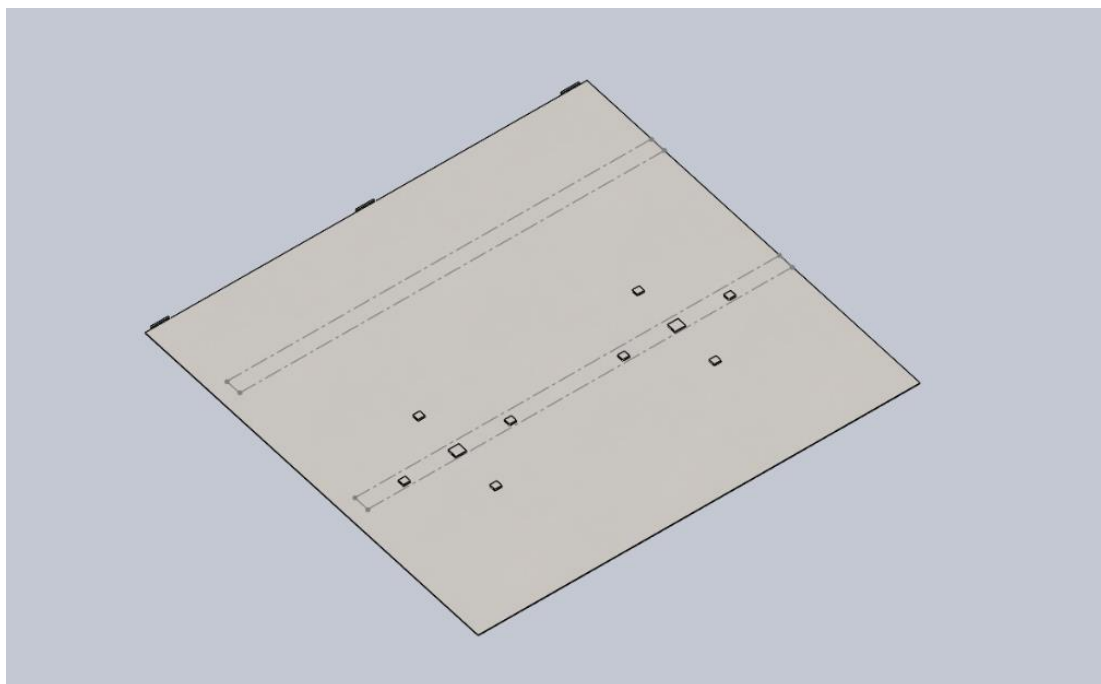


Figura 29. Placa d'acer amb funció de forjat inferior.

Podem observar com també hem dibuixat els sòlids d'ancoratge sobre el terra, així com els tres punts de frontisses a la cara on s'unirà la placa amb el cubicle fix posterior.

En realitzar l'estudi, segons el factor de seguretat mínim que s'obtingui amb aquest gruix, podrem decidir si augmentar o disminuir aquesta mesura. Per dur a terme l'estudi s'han fet restriccions de mobilitat als punts d'ancoratge amb sòlids fixes, com el cubicle posterior o el terra.

Llavors s'ha aplicat la força a la part superior de la placa d'acer, on aquesta força es basa en el pes calculat anteriorment. Com que és pes total que s'hauria d'aplicar en un cas de màxima càrrega és de 1060,456 kg, quan passem a unitats de força del Sistema Internacional, resulta una força d'aplicació de 10403,07 N. Un cop aplicada la força sobre la superfície, comença l'estudi de càrregues a Solidworks, i els resultats han estat els següents:

II. Placa d'acer inoxidable de 5 mm de gruix

D'aquest estudi podem treure uns factors de seguretat molt diversos. El factor de seguretat ens dona el nombre de vegades que l'estructura d'estudi suportaria la càrrega aplicada. El factor de seguretat que ens interessa és el mínim, ja que és el punt més crític.

Factor de seguretat mínim: 1,863

Factor de seguretat màxim: 4168

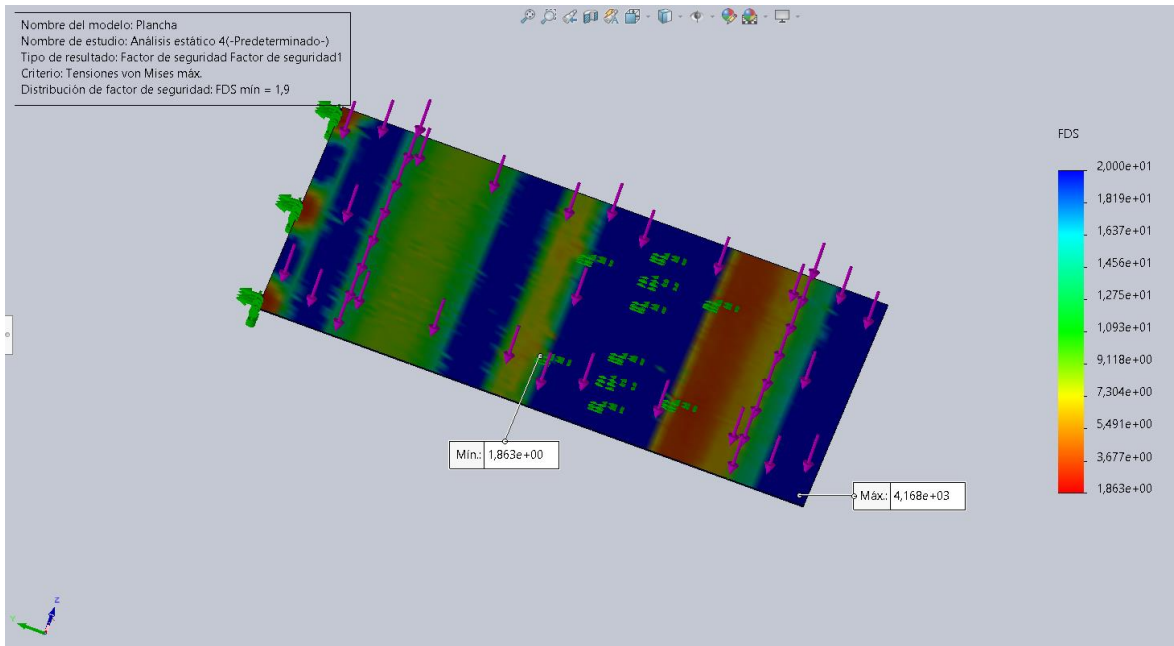


Figura 30. Dades del factor de seguretat de placa de 5 mm.

També traiem els desplaçaments màxims i mínims, on veiem que el mínim és nul, és a dir, hi ha punts sense desplaçament a causa de la càrrega, i el màxim és de gairebé 2,5 mm, un moviment prou petit per a no ser apreciat a simple vista i causar problemes d'unió de peces.

Desplaçament mínim: 0 mm

Desplaçament màxim: 2,484 mm

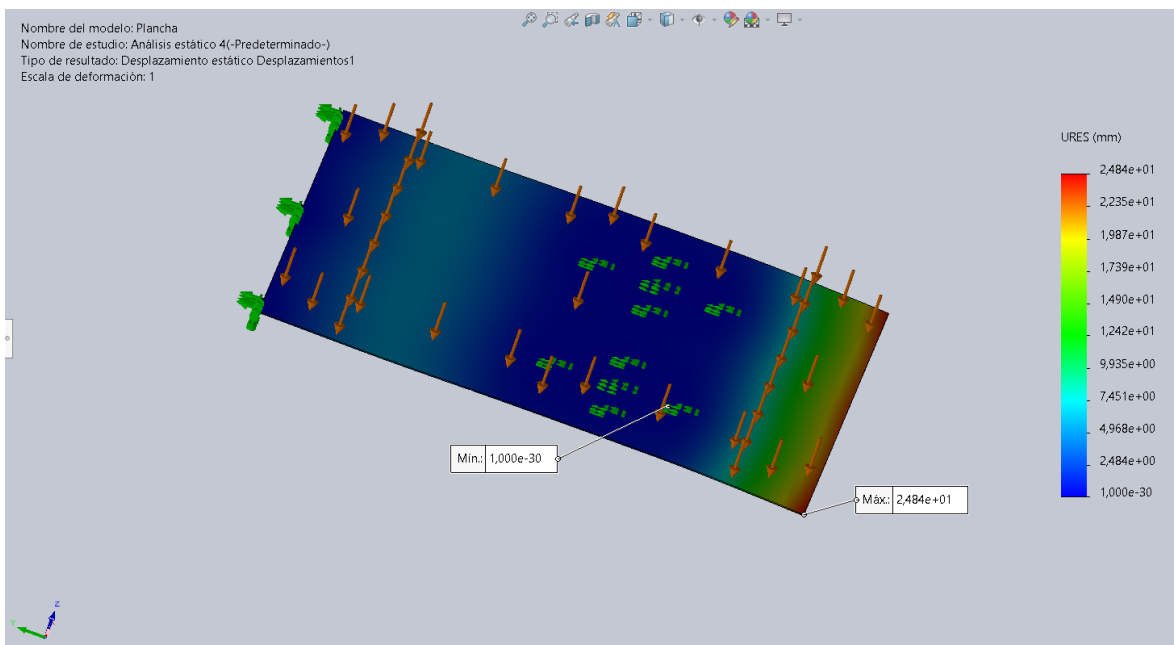


Figura 31. Dades del desplaçament de la placa de 5 mm.

Pel que fa a les tensions, la tensió màxima ens dona el punt més crític de l'estructura, i aquest és el que suporta més tensió acumulada.

Tensió mínima: $4,962 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$

Tensió màxima: $1,110 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$

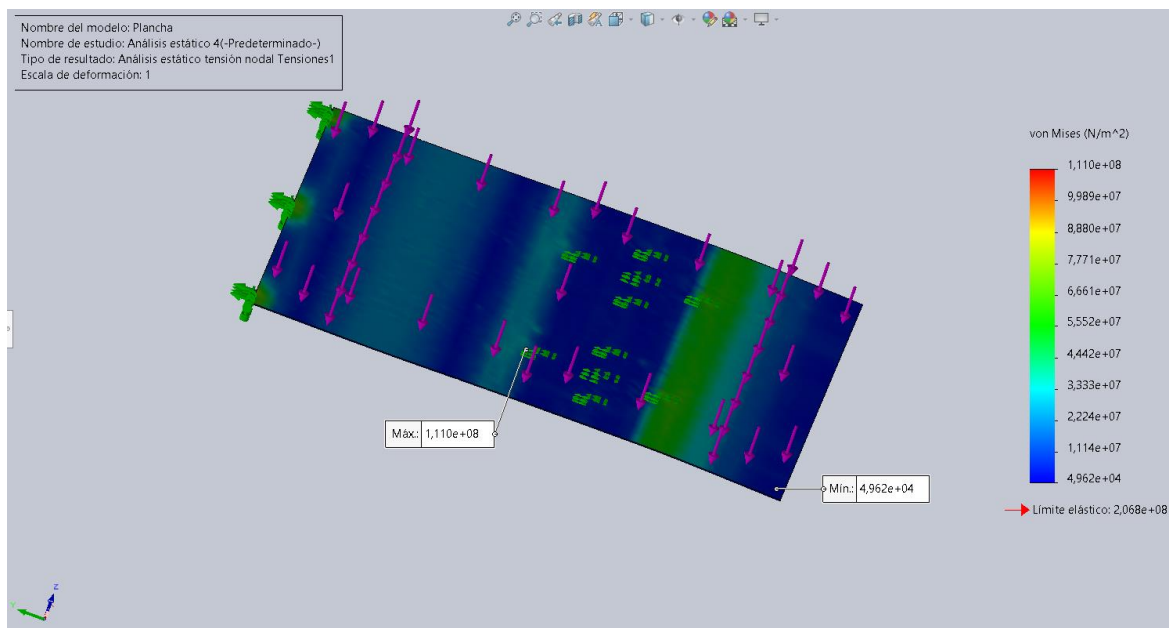


Figura 32. Dades de la tensió de la placa de 5 mm.

Com podem veure, el factor de seguretat està comprès entre 1,5 i 2. Un factor de seguretat d'1,5 és correcte a l'hora de dissenyar una estructura, sempre que s'hagi pensat bé la càrrega màxima a la qual es veurà sotmesa, i que aquesta no se sobrepassi. Així i tot, un valor més proper al 2 és l'ideal.

Com que el nostre cas està orientat cap a habitacles temporals per zones de desastre natural, podem intentar ajustar el factor de seguretat a 1,5 per tal d'estalviar costos de fabricació en una placa d'acer més fina.

III. Placa d'acer inoxidable de 4 mm de gruix

En aquest cas, podem veure com el factor de seguretat mínim ha disminuït a causa de la reducció de gruix a l'estructura.

El factor de seguretat mínim: 1,441

El factor de seguretat màxim: 3879

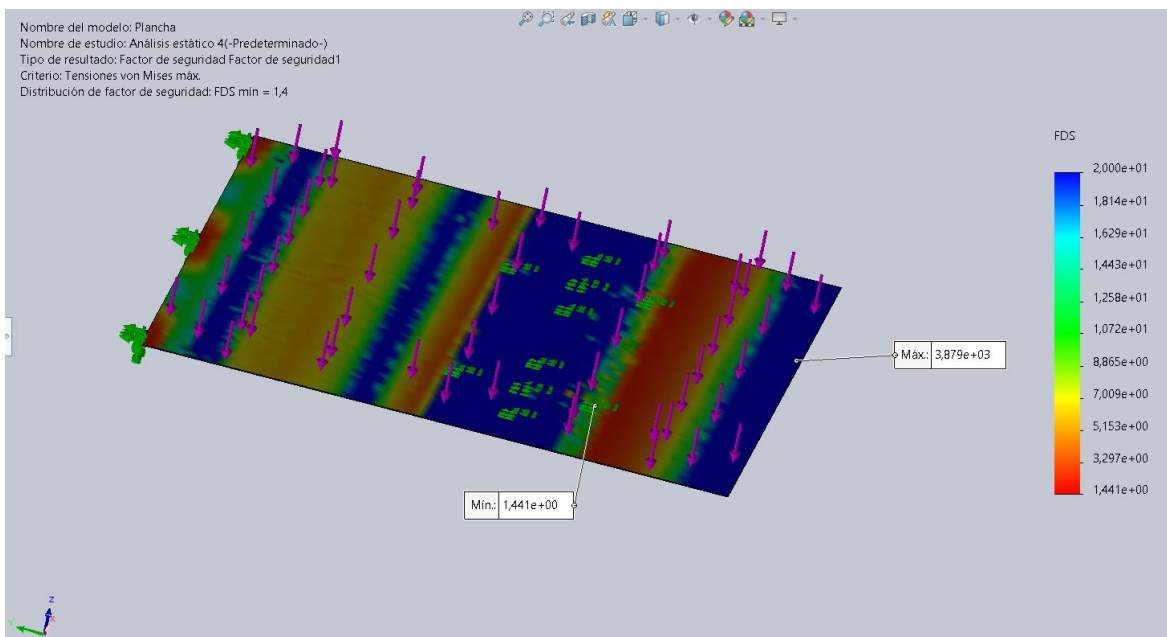


Figura 33. Dades del factor de seguretat de placa de 4 mm.

El desplaçament màxim, com era d'esperar, ha augmentat pel fet de tenir menys gruix a l'estructura, on aquests quasi 4 mm són unes dades més crítiques pels punts d'unió.

Desplaçament mínim: 0 mm

Desplaçament màxim: 3,939 mm

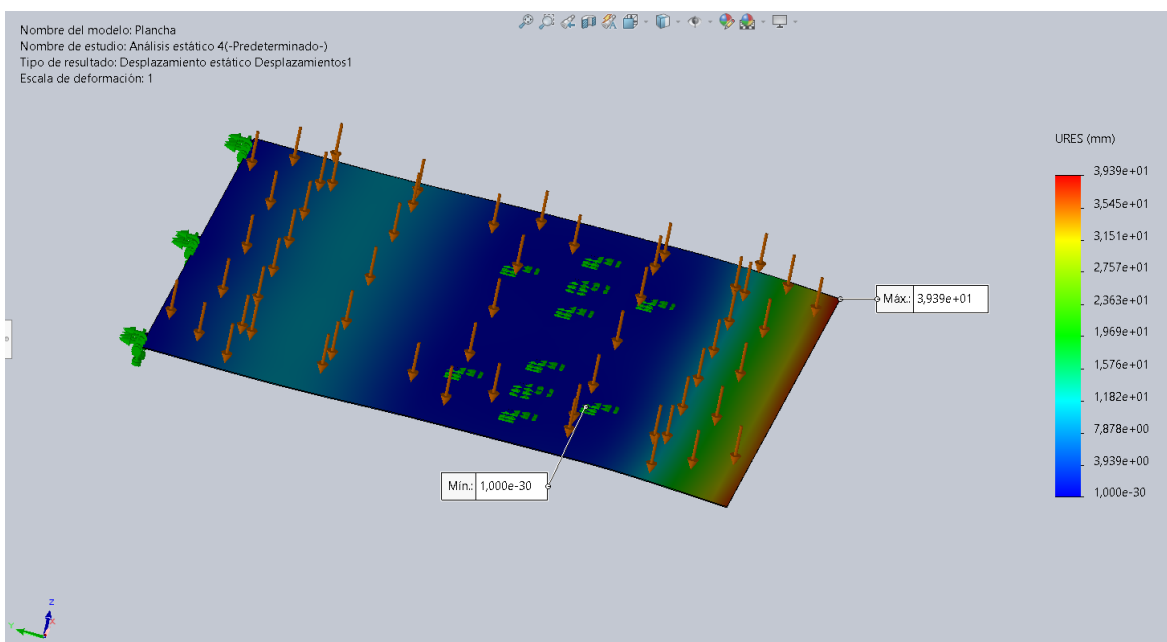


Figura 34. Dades del desplaçament de la placa de 4 mm.

Finalment, la tensió màxima també augmenta com era d'esperar, ja que el punt crític ara suportarà més tensió acumulada.

Tensió mínima: $5,331 \cdot 10^4$ N/m²

Tensió màxima: $1,435 \cdot 10^8$ N/m²

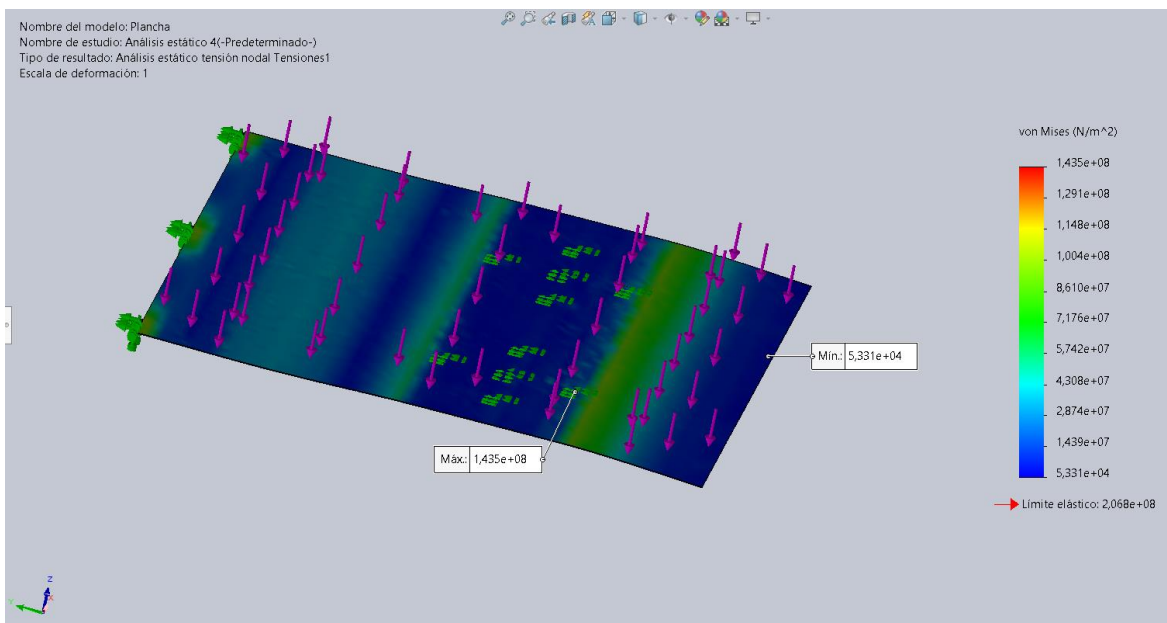


Figura 35. Dades de la tensió de la placa de 4 mm.

Amb els resultats obtinguts, podem veure que el factor de seguretat, seguint els procediments habituals de càlcul de càrregues ens indica que l'estructura no compleix les condicions adequades per passar a la fase de producció. És per aquest fet que triarem una placa d'acer inoxidable AISI 304 de 5 mm de gruix per actuar com a forjat inferior de l'habitatge.

7.5.3 Sistema de suport

El sistema de suport del forjat inferior es compon de les frontisses que veurem a l'apartat dels elements d'unió i dels suports inferiors que van sobre el terra.

Podem veure a continuació com per cada plataforma del forjat inferior tindrem un total de deu suports dividits en dos grups formant una creu.

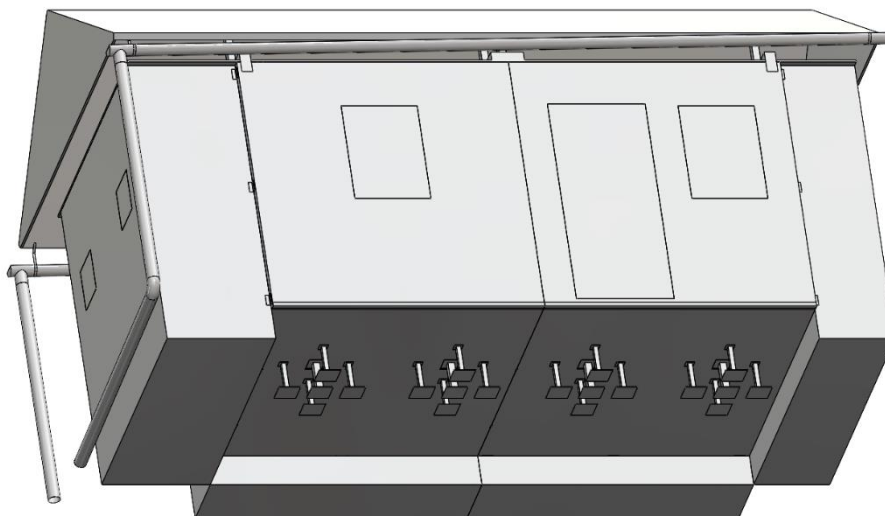


Figura 36. Sistema de suport del forjat inferior.

8 Elements d'unió

Durant aquest apartat s'explicaran els diferents elements d'unió que s'incorporen als cubicles de l'estructura per tal d'aconseguir una sola estructura homogènia sense moviment relatiu entre cubicles fixos.

8.1 Frontisses forjat inferior

Entre els cubicles posteriors i els forjats inferiors incorporarem tres frontisses per cada forjat, tal com hem vist a l'estudi de la resistència estructural. Aquestes frontisses han de ser prou resistents per a suportar el pes que s'ha aplicat a l'interior en el cas límit.

Per poder suportar grans càrregues hem seleccionat les frontisses de l'empresa Franz-Holz de longitud a mesura. L'amplada un cop es troben obertes les ales és de 8 cm, i un gruix de 3 mm. Hem elegit el fet a partir de ferro amb el passador també d'aquest material i soldadura per les dues ales (Franz-Holz 2022b; 2022a).

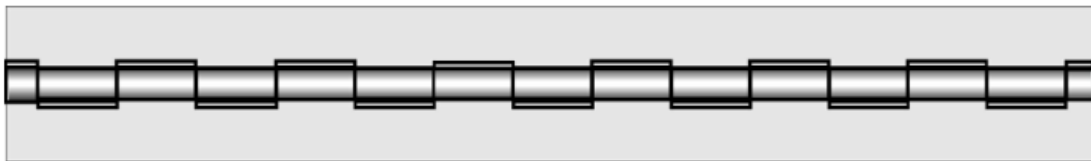


Figura 37. Frontissa forjat inferior i part posterior.

Podem veure que aquestes frontisses tenen la longitud que ens interessen, i per al nostre cas, amb tres frontisses de 10 cm de longitud tindrem suficient, ja que és el que s'ha usat a l'estudi de càrregues.

8.2 Frontisses verticals cubicles laterals

Per tal de permetre el plegat i desplegat entre els cubicles laterals i les parts davanteres de l'habitatge usarem el mateix sistema de frontisses que anteriorment. La diferència es troba en el fet que ara la unió es dona entre panells MultiTherm, i per això podrem optar per una frontissa cargolada i no soldada.

Recorrem al mateix catàleg que anteriorment i en aquesta ocasió triarem una frontissa similar al cas anterior, però que incorpori forats avellanats.

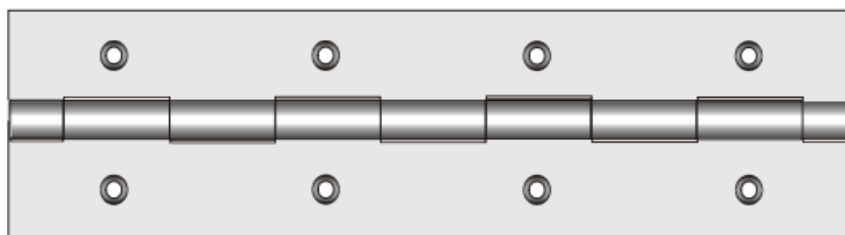


Figura 38. Frontissa cubicles verticals.

Podem veure com és el complementari a l'anterior amb forats avellanats, amb les mateixes dimensions, de 8 cm d'ample amb les ales desplegades, longitud de 10 cm i 3 mm de gruix.

Seràn necessàries 3 frontisses entre cada cubicle lateral i la seva part davantera abatible lateralment, per al que fa un total de 6 frontisses per l'estructura total.

8.3 Frontisses horitzontals entre forjat inferior i part davantera

Per tal de tenir una unió per tota l'aresta entre en forjat i la zona davantera usarem una única frontissa de 2,5 m de longitud, tal com fa la placa del forjat. Amb aquesta frontissa assegurarem que la fixació és total, i només caldrà cargolar la part de la frontissa al forjat, on s'hi hauran situat els forats avellanats amb anterioritat per tal que encaixin amb els de la frontissa.

Llavors, tindrem el mateix tipus de frontissa que a l'apartat anterior, però ara amb una longitud de 2,5 m, ja que el fabricant ens proporciona frontisses de fins a 3 m de longitud.

Cal comentar que per als casos anteriors, els cargols necessaris són de mètrica sis (M6), ja que és la que es proporciona amb el gruix que hem seleccionat.

En total, tindrem dues frontisses llargues, una per cada unió entre forjat inferior i placa davantera de l'habitatge.

A continuació mostrarem una imatge de detall de la frontissa al model de l'habitatge per tal d'entendre la col·locació entre les plaques:

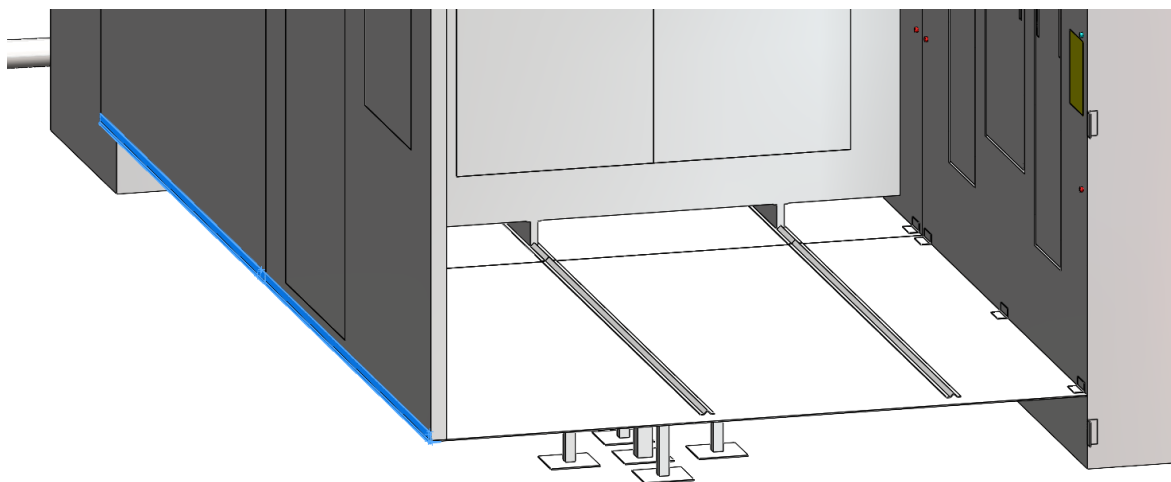


Figura 39. Frontissa forjat inferior i part davantera.

Com es pot observar, quan la frontissa estigui situada entre les dues plaques funcionarà amb un angle de 90°.

8.4 Unió entre cubicles posteriors

La unió entre els dos cubicles, els quals es troben situats amb els seus vèrtexs longitudinals de forma col·lineal, es durà a terme mitjançant un sistema similar al d'acoblament de plaques de fusta, on tenim un sortint en una de les plaques i un espai buit a la placa contigua de forma que encaixen entre ambdues plaques.

En el nostre cas es realitzarà aquest sistema per tota la superfície de contacte entre cubicles, alternant entre sortint i entrant entre els dos cubicles.

Els sortints, per tal d'assegurar la seva resistència seran d'acer inoxidable AISI 304, i l'entrant corresponent a cada sortint també es trobarà envoltat d'acer inoxidable.

La geometria dels elements serà d'un diàmetre de 5 cm i una profunditat també de 5 cm, ja que acer d'aquest diàmetre el proporcionen diferents empreses (YIWU MAILONG TRADING CO. 2022), i la profunditat és menor al gruix de la placa MultiTherm.

A continuació inserim una imatge del sistema simulat mitjançant el model 3D de l'habitatge:

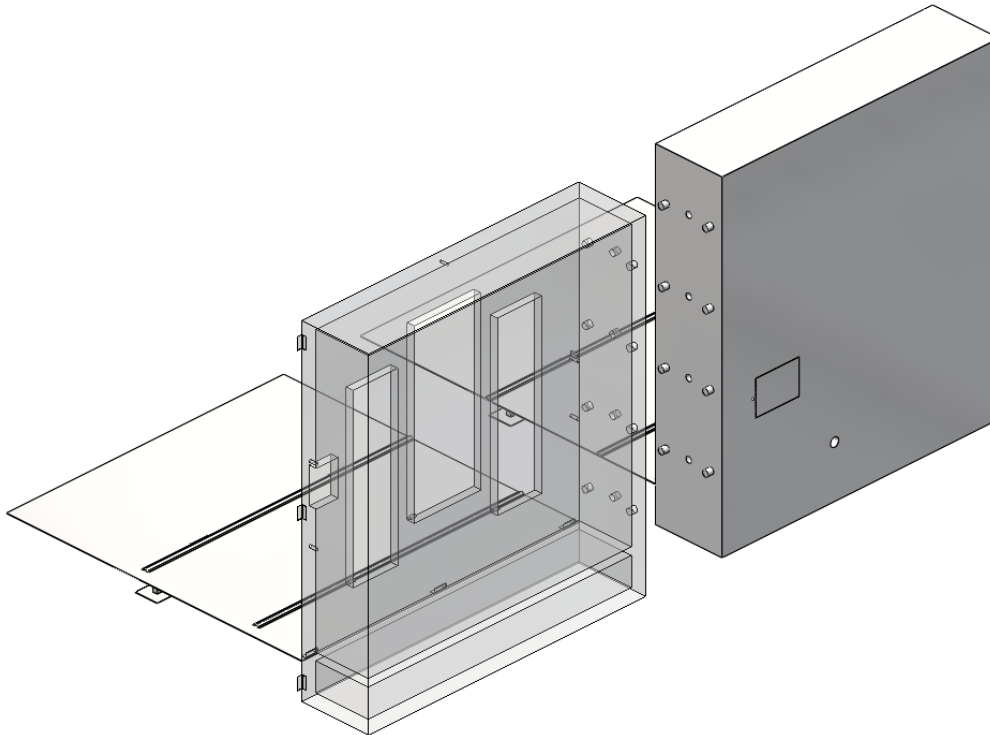


Figura 40. Unió cubicles 1 i 2.

Podem veure que cada cubicle té elements sortints i entrants, així assegurem una millor unió en cas de moviments vibratoris del cubicle, ja que no tots els elements són de les mateixes característiques.

8.5 Unió entre cubicle posterior i cubicle lateral

En aquest cas també usarem un sistema de frontisses entre els dos cubicles, ja que per la part posterior tindrem un angle de 90°. Com que també es tracta de plaques MultiTherm, les frontisses seran del tipus cargolats. Triarem les mateixes frontisses que en el cas "Frontisses verticals cubicles laterals", seguint la mateixa geometria.

En aquest cas, la frontissa es trobarà inicialment unida al cubicle posterior, i al moment de muntatge de la cèl·lula s'unirà mitjançant els cargols al cubicle lateral.

8.6 Unió entre forjat superior i cubicles

Per al cas superior disposarem el sistema del forjat superior sobre les superfícies superiors dels cubicles perimetrals de l'estructura i assegurarem la fixació a través de perfils d'acer cargolats entre els laterals dels cubicles verticals i els perfils d'acer del forjat superior.

Aquests perfils d'acer són rectangulars de mesures 10 cm d'ample per 5 cm d'altura, mentre que la longitud és la necessària per arribar als límits de l'habitatge.

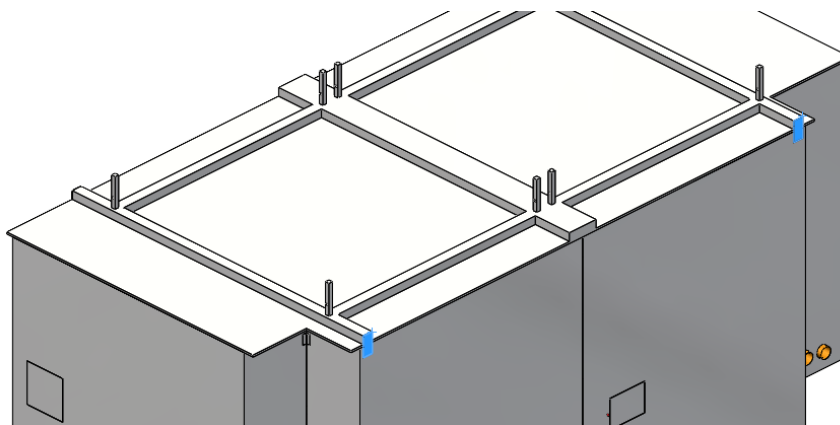


Figura 41. Unió forjat superior.

Aquestes fixacions de perfils d'acer es trobaran soldades a l'acer del forjat superior, i un cop situat aquest sobre els cubicles, es cargolarà la part sortint als cubicles, prevists dels forats corresponents per al cargolat.

8.7 Unió Terrat i forjat superior

Aquesta unió ja ha estat comentada anteriorment quan es mostrava el disseny del terrat. Tal com s'havia vist, la unió consistia en un sistema similar al de la unió entre cubicles posteriors, ja que teníem una part amb elements entrants i elements sortints.

En aquest cas, com que el terrat es troba exposat a l'acció dels vents, per tal d'evitar per complet el moviment, un cop s'hagi situat el terrat sobre el forjat, inserirem un passador transversal per tal de fixar els elements.

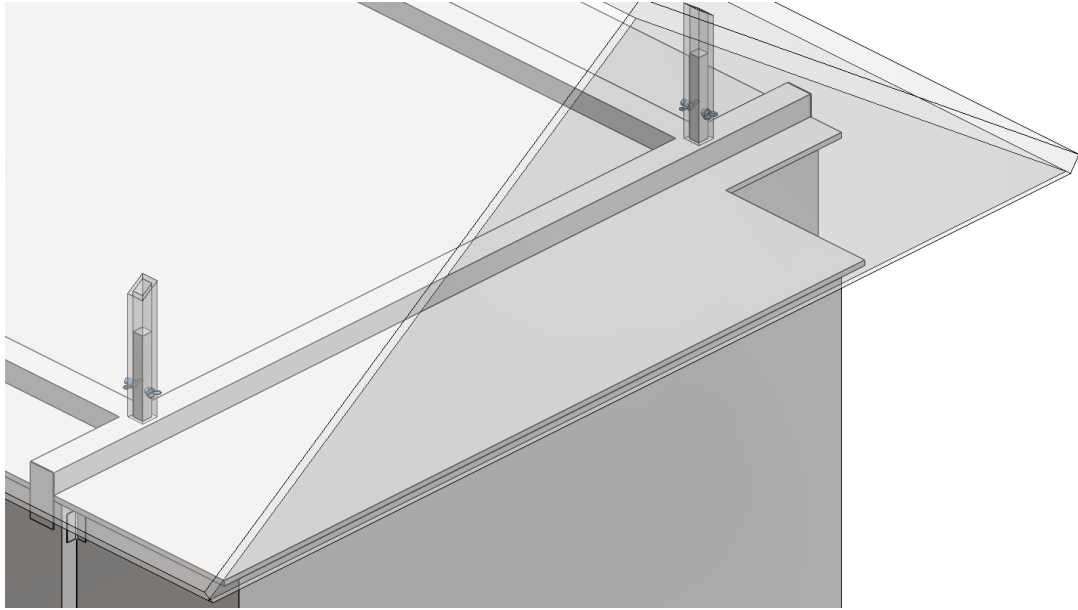


Figura 42. Unió forjat superior i terrat.

Així com podem veure a la imatge anterior, els passadors tenen forma de papallona per la part del cargol i també per la part de la femella.

Els cargols amb punta de papallona, els quals són útils per maniobrar en espais reduïts, tenen moltes mesures i al nostre cas hem seleccionat un cargol de 10 cm de longitud per poder fer de passador a tot l'element de suport i de rosca mètrica dos (M2).

9 Sistema d'aigües

Com que l'objectiu del projecte és la creació d'una microciutat, on el tracta de situar un gran nombre de cèl·lules de forma contínua, el sistema d'aigües ha d'estar pensat per acoblar-se entre cèl·lules adjuntes, de forma que una mateixa línia d'aigua abastirà un gran nombre d'edificacions. El mateix procediment es durà a terme per les aigües grises i negres.

Llavors podem veure que per una única cèl·lula habitable tindrem tres línies d'aigua, una d'alimentació que servirà per a les tres sortides d'aigua freda a l'interior (cuina, vàter i dutxa) i per alimentar el calefactor d'aigua, una línia d'evacuació d'aigües grises per les aigües de la cuina i de la dutxa, i una línia d'evacuació d'aigües brutes. A més, introduïrem una línia addicional que serà la que serveixi per recollir l'aigua de pluja, per tal d'optimitzar recursos i no haver de dependre en gran manera de subministrament extern al campament.

Pel que en total tindrem quatre línies d'aigua a través del complex, dues d'alimentació, dues d'evacuació i una de recollida d'aigua de pluja.

9.1 Sistema normatiu de subministrament

Seguint la normativa estatal per les instal·lacions de sanejament, establerts en la *Sección HS-4, Suministro de agua* que es troba a la Documentació Bàsica del CTE (*Código Técnico de la Edificación de España*) haurem d'utilitzar els materials adequats per la millor qualitat d'aigua, que compleixin amb la vida útil destinada a l'estudi, i disposar dels corresponents sistemes de seguretat (Ministerio de Transportes 2019).

Tenint en compte que l'aigua de subministrament provindrà d'un gran dipòsit per tot el campament, haurem de comptar amb certes mesures de seguretat per tal de complir amb la normativa. A més, pel fet que la longitud de l'habitatge és de 6 metres i voldrem tenir moltes edificacions en sèrie, haurem de tenir en compte que la línia d'aigua serà d'una gran longitud, i per això haurà de disposar de sistemes especials.

Per començar hem de tenir les condicions mínimes de subministrament sol·licitades per la normativa depenent dels elements que tenim a l'interior i si es tracta d'aigua calenta o aigua freda.

Element	Cabal instantani mínim [dm ³ /s]
Dutxa [aigua freda]	0,20
Dutxa [aigua calenta]	0,10
Vàter amb cisterna	0,10
Aigüera d'aigua freda	0,20

Taula 20. Cabals instantanis mínims dels elements del refugi.

Veiem que el major cabal mínim que necessitem a l'interior de l'habitatge és de 0,20 L/s, ja que aquests són tots els elements que hem d'alimentar.

A més, per normativa, la pressió mínima necessària a aquests punts de sortida ha de ser de 100 kPa i no superior a 500 kPa.

Com que es tracta d'instal·lacions fetes a campaments de refugiats, ens situarem als mínims establerts, ja que l'aigua provindrà d'un dipòsit comú i no d'un subministrament urbà més sofisticat on podríem demanar tota l'aigua que es requerís.

Per normativa, les xarxes amb tram major a 15 metres d'aigua calenta han de disposar d'un sistema de retorn d'aigua calenta, per tal de no gastar aigua freda mentre s'espera l'aigua calenta. Com que al nostre cas l'aigua s'encalenteix independentment per cada habitatge, no tindrem un tram major a 15 metres d'aigua calenta i podem prescindir d'aquest circuit de retorn.

Elements que requereix la instal·lació de cada habitatge:

- **Clau de tancament general.** Per seguretat i per evitar el desaprofitament d'aigua, tindrem una clau de tancament tant per l'aigua freda com per l'aigua calenta a l'entrada per a cada habitatge. Aquesta mesura ens servirà per no haver de tallar l'aigua de tots els habitatges en cas d'avaría o manteniment.

- **Filtre de retenció.** Per tal d'aturar el pas de possibles residus provocats per corrosió de metalls o mal condicionament de l'aigua. Aquest filtre ha de ser de tipologia Y i de rang de filtració d'entre 25 i 30 μm i el material que el compon ha de ser de malla d'acer inoxidable amb bany de plata per evitar la formació de bacteris. Aquest filtre ha de ser accessible per tal de realitzar el seu manteniment. És per això que anirà després de la vàlvula de tancament.

- **Armari del comptador general.** Muntat en forma horitzontal, disposarà, en aquest ordre, de la clau de tancament general, un filtre, una aixeta de prova, la vàlvula de retenció i la sortida d'aigua. En el nostre cas hem prescindit de comptador, ja que es tracta d'una instal·lació dins un sistema privat.

Als campaments de refugiats tradicionals, els quals no compten amb els serveis que disposem als nostres habitatges (dutxa privada, aixeta a la cuina i vàter) en condicions normals se subministren 20 litres d'aigua per persona diàriament. Per contra, segons l'OMS, una persona necessita 100 litres d'aigua diàriament per consum i higiene. En el nostre cas estem pensant en un camp de refugiats amb un gran nombre de comoditats per als habitants, i és per aquest fet que intentarem subministrar el mínim contemplat per l'OMS, per tal de garantir la comoditat dels habitants.

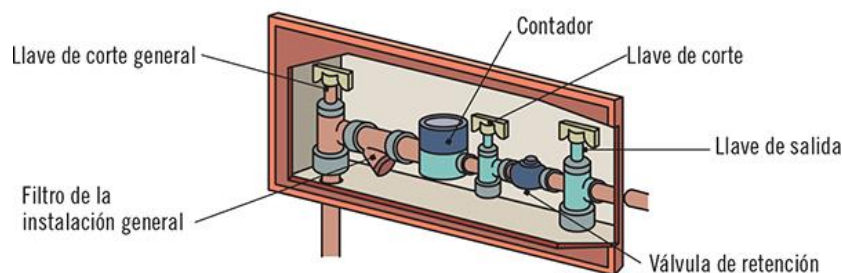


Figura 43. Esquema comptador d'aigua (@AMRANDADO 2020).

En el nostre cas, segons la distribució òptima dels habitatges per al transport de persones, mercaderies i sobretot d'aigua i electricitat, tenim un total de 16 habitatges disposats en dues fileres paral·leles, on cada habitatge té una capacitat per 6 persones, el que fa un total de 96 persones per cada bloc d'aquestes dues fileres de cèl·lules habitables.

Amb aquesta capacitat, tindriem un consum diari de 9.600 litres d'aigua, on tenint en compte possibles pèrdues, podríem preveure un consum de 10.000 litres. Per a un consum d'aquestes dimensions, haurem de tenir uns dipòsits d'aigua de grans dimensions, ja que un mateix dipòsit subministrarà en dues línies diferents a aquests 16 habitatges.

S'ha de tenir en compte que es disposarà d'un dipòsit general, el qual tindrà la major capacitat, on hi haurà l'aigua emmagatzemada i llavors un altre dipòsit menor on anirà tota l'aigua de recollida de pluja, que disposarà d'una bomba d'aigua per dur aquesta aigua fins al dipòsit general d'alimentació dels habitatges.

9.1.1 Tubs d'aigua dins l'habitatge

Dins l'habitatge tindrem dos tipus de tubs d'aigua de diferents diàmetres, el primer serà el que ens connecta el subministrament d'aigua exterior amb el sistema de seguretat o armari general d'entrada a l'habitatge. L'altre tipus de tub serà el que condueixi l'aigua fins a cada sortida per al seu ús, i tindrà un diàmetre menor.

Com que la instal·lació de tubs serà diferent per cada cas, ja que per cada muntatge del campament podrà haver variacions de distància entre la canonada exterior de subministrament i el tub d'entrada a l'habitatge, triarem tubs de plàstic, perquè són flexibles i fàcils de treballar, fet que resol el problema de la variació de distàncies entre distintes instal·lacions.

El tub d'entrada serà de Polietilè (PE) fabricat a partir de polietilè verge, no reciclat, ja que ofereix una garantia de salubritat major. A més, existeixen els tubs de baixa (P40) i alta (P100) densitat, i com que el de baixa densitat presenta major flexibilitat i resistència, optarem per aquesta opció a les nostres instal·lacions (RIETEMAN MADRID S.L.U 2022).

Aquest material és un bon aïllant tèrmic i elèctric, per la qual cosa no presenta una major problemàtica de cara a la possibilitat de tenir petites seccions instal·lades a l'exterior. A més poden actuar fins a una pressió de 10 atmosferes, i per això no serà un problema la pressió d'alimentació externa.

Com que l'ús al qual es troba destinat és l'aigua sanitària, haurem de tenir en compte que només els tubs que venen pintats amb línies blaves a l'exterior són per ús sanitari, que no interfereixen químicament amb l'aigua i poden portar aigua potable.

A més, per l'alimentació d'aigua al sistema de seguretat triarem un diàmetre extern de 20 mm de tub i gruix de 2 mm, ja que l'aigua que prové de l'exterior tindrà una pressió major per alimentar a 8 habitatges en línia a una gran distància del dipòsit.



Figura 44. Canonada Polietilè sanitari P40 (MUNDO RIEGO 2022).

En canvi, a l'interior de l'habitatge tindrem tubs multicapa de 20 mm de diàmetre extern, ja que per al nostre cas, tenint en compte els elements de sortida d'aigua que hi ha a la cèl·lula habitable, no necessitem una alimentació major a 0,2 L/s, i amb un tub de 20 mm de plàstic multicapa superem ja aquest cabal, perquè deixa passar un cabal de 0,4 L/s, mentre que els típics de 16 mm només deixen passar un cabal de 0,23 L/s, que serien suficients, però tenint en compte que també haurem d'alimentar l'encalentidor d'aigua, és millor opció optar per un cabal superior a causa de la poca diferència de preu i pèrdua de pressió (JRUIVAL609 2020).

Pel que fa als tubs per connectar l'encalentidor d'aigua amb el circuit d'aigua, haurem d'utilitzar falques metàl·liques reforçades, ja que suporten una major pressió i temperatura que els tubs plàstics. Pel cas de la connexió entre l'aigüera i la línia d'aigua també usarem falques, però en aquest cas no caldrà que siguin reforçades.



Figura 45. Falca metàl·lica (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022g).

Com que tenim més d'un element de sortida d'aigua a l'interior de l'habitatge, podem calcular el diàmetre necessari d'acord amb un sistema de coeficients de pèrdua de càrrega per cada tipus d'element, i segons la suma dels coeficients, es requerirà un diàmetre o un altre.

En el nostre cas, tenim un vàter amb cisterna amb coeficient 0,5, una aigüera d'aigua freda amb coeficient 1,5 i una dutxa d'aigua freda i calenta amb coeficient 2, pel que la suma resulta un valor de 4 (el AGUA POTABLE 2020), pel que el diàmetre mínim també ens dona un valor aproximat de 13,5 mm de diàmetre intern, pel que amb un diàmetre extern de 20 mm, on els gruixos del tub són de 2 mm per cada costat, ens dona un diàmetre intern de 16 mm i llavors és suficient per a la nostra instal·lació.



Figura 46. Tub multicapa (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022i).

9.1.2 Clau de tancament general

La clau de tancament és un dels elements de seguretat necessaris en tota instal·lació d'aigua a un habitatge, tal com indica el Codi Tècnic de l'edificació d'Espanya. Aquest element és un dels dispositius que van dins l'armari comptador d'aigua, essent aquest el primer de tots en ordre d'entrada.

Com que el tub que tenim entre l'armari comptador i la presa d'aigua de la canonada general exterior és de 20 mm tal com hem vist a l'apartat anterior, triarem una clau de tancament de 20 mm entrada, i respecte a la sortida també serà de 20 mm, ja que els tubs a l'interior els hem triat de 20 mm també.

En el nostre cas, pel fet que tenim tubs de Polietilè a l'entrada, triarem un model compatible amb aquest material. Com que tindrem una canonada general que podrà dur una pressió alta, triarem una clau de pas de metall, ja que és de major qualitat que de plàstic i podrà tancar l'aigua degudament.



Figura 47. Clau de tancament (Suinga 2022a).

Aquest element l'usarem també com a clau de sortida cap a l'interior del domicili, ja que és necessària una clau de sortida a l'armari comptador.

9.1.3 Filtre de retenció

Aquest dispositiu és un altre dels elements que s'inclouen dins l'armari comptador de seguretat, en relatiu al compliment de la normativa. Aquest element serveix per filtrar possibles residus que provenen de la canonada general de subministrament d'aigua, i així impedir que entrin dins la instal·lació del domicili, ja que podrien danyar distints elements.

Existeixen diversos filtres, però en el nostre cas haurà de ser un filtre de tipus "Y" amb un rang de filtratge comprès entre els 25 i 50 µm, amb una malla d'acer inoxidable i bany de plata, per així evitar la formació de bacteris i al mateix cop ha de ser autonetejable, per així complir amb la normativa vista anteriorment.

Així com la clau de tancament general és de ½ polzada, el filtre de retenció també l'escollim de ½ polzada per tenir les mateixes dimensions i no ocasionar canvis de pressió dins el sistema de seguretat.



Figura 48. Filtre de retenció de ½ polzada (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022c).

9.1.4 Aixeta de comprovació

Ja que hem deixat de banda el comptador perquè no és necessari saber el consum dels habitatges d'un campament privat on tenim control de l'aigua que se subministra, el següent element necessari a l'armari comptador és l'aixeta de comprovació de circulació d'aigua.

Per aquest element, la norma no estableix restriccions, i per això pot ser una aixeta qualsevol, sempre que es pugui manipular amb facilitat.

En el nostre cas hem decidit incorporar una aixeta de prova bàsica fabricada en llautó, i també d'entrada i sortida de ½ polzada, per seguir amb la continuïtat d'elements.



Figura 49. Aixeta de comprovació (huicouldtool 2022).

9.1.5 Vàlvula de retenció

L'últim element de l'armari comptador és la vàlvula de retenció, necessària per evitar el retorn del flux d'aigua a l'origen de subministrament, i impedir la circulació d'aigua en sentit contrari al correcte. Hi ha diferents tipus de sistema antiretorn, entre ells els més destacats són el sistema de molla i el de bolla.

En el nostre cas hem optat pel sistema de molla, ja que és ideal per aquest tipus d'instal·lacions i el seu funcionament només es veu compromès un cop ha estat en funcionament molts anys (Válvulas Arco 2019).



Figura 50. Vàlvula de retenció 1/2 polzada (Genebre 2022).

9.2 Escomesa d'aigua

L'escomesa d'aigua és l'element que connecta la canonada general de distribució d'aigua amb l'armari comptador del nostre domicili. Per normativa, aquesta escomesa ha de tenir unes condicions especials.

En el nostre cas, tot i ser una instal·lació privada, la canonada general de subministrament funciona de forma similar a les canonades públiques que circulen pel carrer, és per això que els elements necessaris seran els mateixos que en una instal·lació urbana.

Hem de comptar amb tres elements distints en el tram de l'escomesa:

- **Una clau de presa.** El dispositiu que s'instal·la sobre la canonada de distribució, per tal d'obrir el pas d'aigua a l'escomesa.
- **Un tub d'escomesa.** Segment de tub que connecti la clau de presa amb la clau de tancament general del tram.
- **Una clau de tancament exterior a l'habitatge.**

Aquests tres elements es poden trobar en forma d'un equip conjunt, per tal de no necessitar fer moltes unions de forma manual, que podrien comprometre el sistema quan a pèrdues si no es realitzen de forma correcta.

En el nostre cas, ens centrarem en elements d'entrada i sortida de $\frac{3}{4}$ de polzada o bé de 25 mm de diàmetre, ja que així assegurem una entrada d'aigua suficient per al consum interior, que llavors es redueix als 20 mm de diàmetre.



Figura 51. Clau de presa $\frac{3}{4}$ polzada de llautó (Válvulas Arco 2022).

Per la clau de tancament exterior usarem la mateixa que hem usat a l'interior de l'habitatge però d'un diàmetre de 25 mm, per seguir amb el mateix patró en tot el tram d'escomesa.



Figura 52. Clau de tancament $\frac{3}{4}$ polzada (Suinga 2022b).

9.3 Unions de tubs entre cubicles

A causa que l'habitatge és una unió de cubicles tindrem problemàtiques a resoldre per la instal·lació interna d'aigua i electricitat, ja que per la continuïtat del circuit entre cubicles haurem de disposar de punts d'unió entre parts del circuit corresponents a diferents cubicles.

Per tal de complir amb el propòsit de disposar d'una instal·lació estable per al transport, tal com hem explicat, usarem tubs multicapa pel transport d'aigua dins el cubicle.

La instal·lació dels tubs multicapa es durà a terme per l'interior del cubicle, de forma horitzontal, evitant els accessos a l'interior del cubicle a causa de portes d'armari.

Per unir el circuit entre cubicles farem servir falques metàl·liques, ja que són molt flexibles i fàcils d'ajustar. La falca metàl·lica sortirà d'un cubicle i s'unirà a una altra falca també sortint de l'altre cubicle de forma directa.

Això implica que les unions seran visibles per l'usuari des de dins de cubicle, però aquest sistema facilita molt el procés d'instal·lació, que en cas contrari significaria passar tots els tubs d'aigua i corrent elèctric un cop acabada d'instal·lar l'estructura general.

Per aconseguir aquest propòsit necessitarem diferents elements.

9.3.1 Falques metàl·liques

Les falques metàl·liques que usarem per a la unió d'instal·lacions entre cubicles seran del tipus femella-femella i mascle-femella.

Elegim l'opció de fer servir dos tipus de falques per així no necessitar una unió addicional entre falques. A més, el fet que la unió amb el tub multicapa sigui de tipus femella és per així necessitar un únic tipus d'element d'unió amb els tubs multicapa.

Les falques que usarem són de $\frac{3}{4}$ de polzada de connexió, i tenen un diàmetre nominal intern de 13 mm, i per això tindrem una pèrdua de pressió mínima en relació amb el tub multicapa, el qual té un diàmetre intern de 16 mm (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022e; 2022f).

A continuació adjuntem els dos tipus de falques usades per tal de visualitzar la connexió directa entre elles:



Figura 53. Falques d'unió entre cubicles.

9.3.2 Unió tub multicapa amb falca metàl·lica

Els elements d'unió per tubs multicapa van a pressió amb un anell de contenció sobre el tub, que s'assegura posteriorment amb una femella roscada sobre la part metàl·lica de sortida d'aigua (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022a).

En canvi, per les falques metàl·liques tan sols és necessari ajuntar la rosca de la falca amb la rosca interna de l'element d'unió, incorporant una volandera de goma al contacte entre metalls per tal d'assegurar la compressió i evitar qualsevol tipus de fuga d'aigua.

L'element que incorpora els dos tipus d'unió és àmpliament usat per les instal·lacions d'aigua més comunes, i el podem trobar a nombrosos comerços. Per tal de connectar amb les falques elegides i el nostre tub multicapa és necessària una entrada femella per les falques de $\frac{3}{4}$ de polzada, i una sortida tipus mascle a compressió per al tub multicapa de 20 mm de diàmetre (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022b).



Figura 54. Unió entre tub multicapa i falques metàl·liques.

Amb aquests tres elements tindrem les connexions d'aigua entre cubicles resoltes i simplement s'haurà de fer la instal·lació prèvia amb el muntatge dels cubicles.

9.4 Circuit interior d'aigua

A continuació es mostra la distribució de circuits de subministrament d'aigua dins l'habitatge seguint l'estudiat als punts anteriors per tal de conduir l'aigua des de l'exterior del mòdul fins als punts de sortida d'aigua.

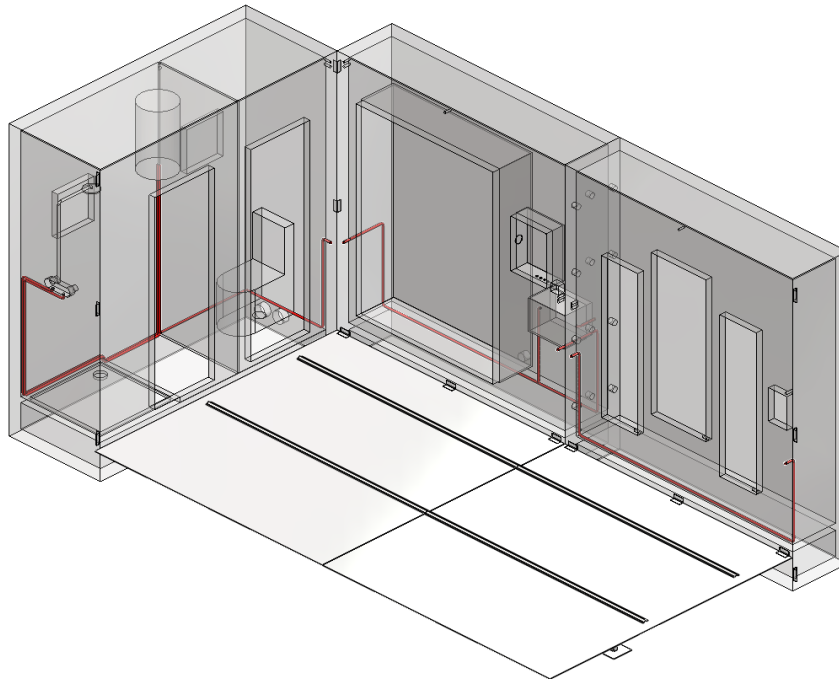


Figura 55. Circuit interior de subministrament d'aigua 1.

Podem observar com es condueix l'aigua a través de tubs multicapa fins a l'inodor, l'encaientidor d'aigua i la dutxa. Aquesta part del circuit requereix una de les unions del circuit entre diferents cubicles tal com hem vist anteriorment.

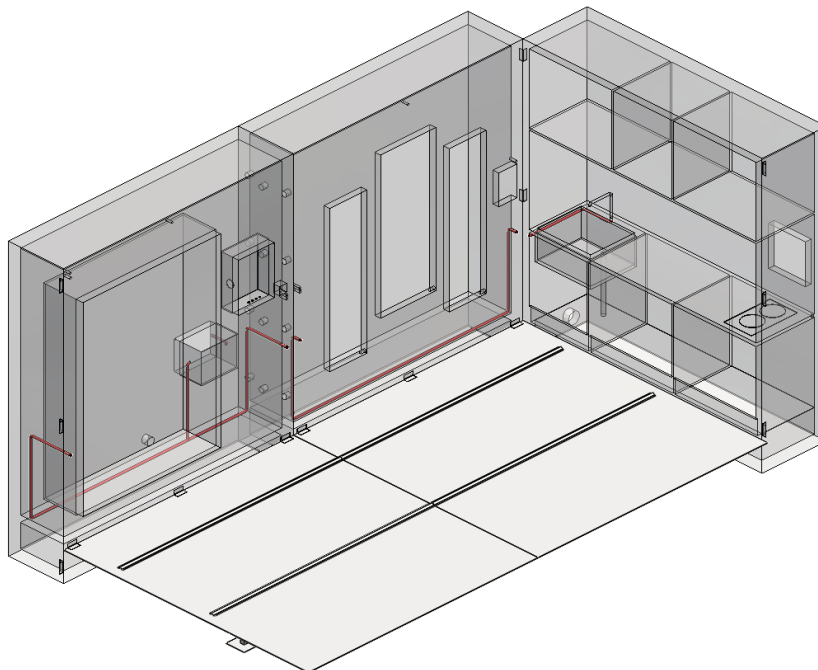


Figura 56. Circuit interior de subministrament d'aigua 2.

A aquesta segona imatge podem observar com es distribueix l'aigua cap a l'aigüera de la cuina, on s'han de fer dues unions del circuit d'aigua a través de les falques metàl·liques estudiades a l'apartat anterior.

9.5 Encaientidor d'aigua

Per tal d'incorporar aigua calenta a la zona de dutxa, tindrem un encaientidor petit d'aigua dins el mateix cubicle de sanejament, concretament al costat de la dutxa.

Aquest dispositiu s'haurà d'alimentar d'aigua freda i tindrà sortida d'aigua calenta. A més, també haurem de disposar d'alimentació de corrent elèctric per poder funcionar.

Com que es tracta d'un servei limitat, la capacitat de l'encaientidor serà la menor possible, per tal de consumir el mínim i estalviar espai dins el cubicle.

El consum d'aigua per minut es troba al voltant dels 12 litres, i mesclant la meitat d'aigua calenta i freda, es gastarien 6 litres d'aigua calenta per minut (Blog EnergyGO 2022). Tenint un encaientidor d'aigua de 30 litres tindríem aigua suficient pel nostre propòsit, on s'hauria d'esperar que es torni a encaientir l'aigua entre dutxes.

Els encaientidors de 30 L amb menors dimensions són d'un diàmetre de 35 cm i una altura de 65 cm. Hem triat el següent encaientidor, tot i que donat que es comprarien encaientidors en grans quantitats es podrien aconseguir altres models a preus més econòmics (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022h).



Figura 57. Encaientidor d'aigua.

Respecte al consum, tenim una mitjana de 1200W per elements d'aquestes característiques, pel que serà, juntament amb la cuina, l'element de major consum.

9.6 Sistema d'evacuació d'aigües

Per al sistema de sortida d'aigües residuals de l'habitatge haurem de seguir les normes estipulades a la *Sección HS-5, Evacuación de aguas* que es troba a la Documentació Bàsica del CTE (*Código Técnico de la Edificación de España*). D'acord amb les mesures que estableix aquesta documentació, el pendent mínima necessària per a un sistema d'evacuació d'aigües enterrades és del 2%. Seguint amb aquest valor, procedirem a connectar les canonades de sortida baix els elements de la dutxa, inodor i aigüera de la cuina (Silja 2019).

A més, per normativa el diàmetre interior dels tubs subterranis ha de ser d'almenys 11 cm, pel que seleccionem tubs de PVC d'aquestes mesures per tal de complir amb la normativa. S'ha elegit el PVC a causa que és el material per tubs més econòmic, versàtil i fàcil de treballar.

Al mateix temps, per l'aigüera tindrem un tub de 4 cm de diàmetre intern, el qual connectarà amb un sífó normatiu per tal d'evitar embossos i males olors i finalment amb un connector més ample passarà a ser un tub d'11 cm normatiu per l'evacuació subterrània.

Per veure de forma més visual el resultat de la instal·lació d'evacuació adjuntem les imatges dels dos cubicles un cop instal·lat aquest sistema:

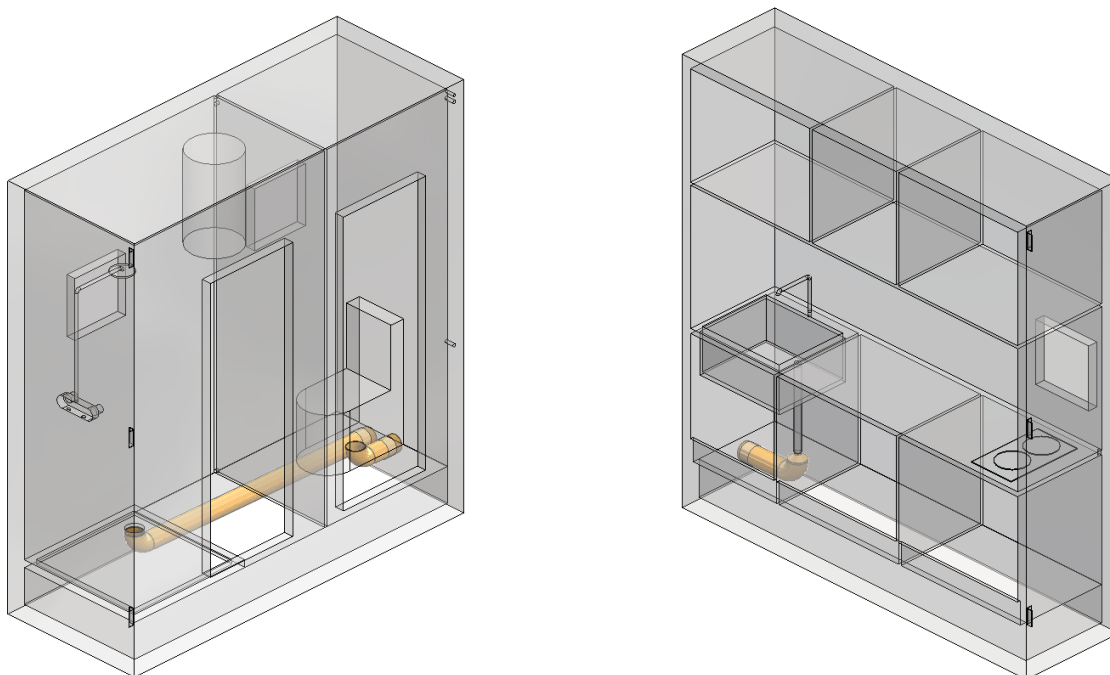


Figura 58. Sistema d'evacuació d'aigües brutes.

Tal com podem veure, dels dos cubicles laterals ens surten un total de tres tubs que un cop instal·lats als habitatges es connectaran a través d'un sistema de tubs subterranis que desembocaran a la fossa sèptica general del campament.

9.7 Sistema de recollida d'aigües pluvials

El sistema de recollida d'aigües pluvials és molt simple. Es basa en una canal al final de cada part del terrat inclinat que recull l'aigua que impacta a sobre. Aquestes canals es troben inclinades amb un angle d'1° cap a l'esquerra de l'edificació per tal que no s'estanqui l'aigua, tot complint amb els mínims de la mateixa normativa que en l'apartat anterior (Sección HS-5, Evacuación de aguas).

Al final de la canal es troba connectat un tub vertical que funciona com a baixant i que condueix l'aigua fins a la part posterior de l'habitatge, on mitjançant tubs prèviament instal·lats a terra condueix l'aigua fins a un dipòsit enterrat. El pendent establert per aquests tubs és el mateix que les aigües residuals, pel que usarem un pendent horitzontal del 2%.

El diàmetre del canal és de 14 cm per tal d'assegurar la recollida d'aigua, mentre que el tub vertical és reglamentari d'11 cm de diàmetre (LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U 2022d). Els dos elements usats són de plàstic PVC, ja que és el més econòmic i versàtil a l'hora de fer la instal·lació, tal com hem comentat anteriorment.

Els tubs verticals es fixaran als laterals del cubicle de sanejament a través d'elements de fixació proporcionats amb el mateix tub de PVC.

Per tal de visualitzar el resultat, adjuntem una imatge del sistema un cop instal·lat a l'exterior de l'habitatge:

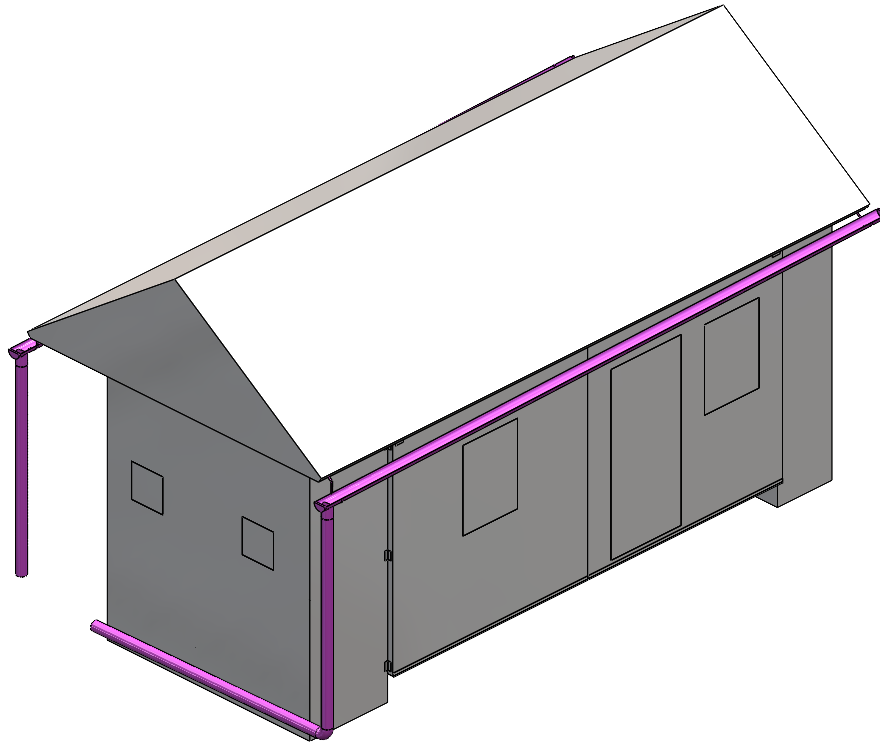


Figura 59. Sistema de recollida d'aigües pluvials.

Llavors hauréu de disposar d'un altre sistema de tubs subterranis paral·lel al de les aigües residuals que condueixi a un dipòsit d'aigua pluvial. Aquest dipòsit haurà de tenir una capacitat acord amb l'alimentació màxima d'aigua procedent dels habitatges que hi ha al campament.

Només cal un dipòsit amb capacitat mínima, ja que d'aquest dipòsit hauréu de conduir l'aigua al dipòsit general d'alimentació dels habitatges a través d'una bomba d'aigua, ja que el de recollida d'aigües pluvials es troba enterrat i no s'ha tractat l'aigua per alimentar als habitatges.

10 Sistema elèctric

L'habitatge que s'ha dissenyat a l'estudi conté una part elèctrica al seu interior, ja que s'han d'alimentar certs elements de corrent elèctric.

En el nostre cas, es disposarà de plaques solars que ens proveiran de corrent elèctric i un sistema de distribució general del campament en el cas de no tenir suficient generació de corrent.

Seguint el reglament tècnic de l'estat, el sistema elèctric haurà de seguir una sèrie de pautes i incorporar certs elements per la seguretat dels usuaris. La normativa que regula les característiques que ha de tenir una instal·lació elèctrica d'un habitatge és el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) per les seves sigles en castellà, publicat al bolletí oficial de l'estat espanyol (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado 2022).

10.1 Instal·lació d'entrada a l'habitatge

Per connectar el sistema de distribució de corrent elèctric del campament amb el circuit individual de cada habitatge s'ha de disposar de dos elements bàsics; l'escomesa i caixa general de protecció, i el quadre de distribució.

10.1.1 L'escomesa i caixa general de protecció

L'escomesa és l'element que connecta el sistema de distribució extern a l'edifici amb el sistema intern de l'habitatge.

Per altra banda, la caixa general de protecció és una seqüència de tres fusibles que tenen funció protectora davant sobrecarregues d'energia cap a l'interior de l'habitatge, i així evitar que pugui entrar més corrent elèctric de la suportada a l'interior i danyar el circuit i elements elèctrics de l'habitatge.

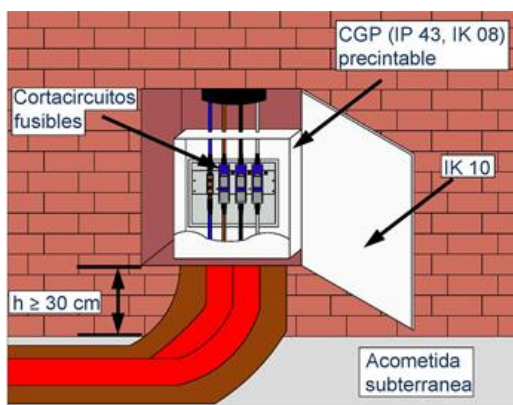


Figura 60. Esquema Escomesa i CGP (PLC MADRID 2022).

Tal com indica la normativa vigent, la caixa de protecció general s'ha de trobar situada a una altura mínima del terra de 30 cm per tal d'evitar contactes amb aigua i possibles instal·lacions hidràuliques properes a terra.

Hem de saber que de la instal·lació general exterior a l'habitatge ens entren dos tipus de cable, el fase i el neutre.

El fase és el que condueix el corrent elèctric cap a l'interior de l'habitatge i el neutre és el que s'encarrega de treure el corrent elèctric un cop ha tingut sortida cap als elements elèctrics de l'habitatge.

Aquest cablejat surt de la caixa general de protecció en direcció al quadre de distribució de l'habitatge i s'ajunta amb el cable de presa-terra a la sortida del quadre de distribució.



Figura 61. Caixa general de protecció (Proyectos Wikimedia 2022a).

El tipus de cablejat per aquesta part de la instal·lació és de 10 mm² de secció nominal tant per la fase com per al neutre sempre que es tracti de conductors de Coure (AreaTecnología 2022b).

10.1.2 Quadre de distribució

Aquest és l'element que ve seguidament als sistemes vists anteriorment i té una funció protectora tant pels usuaris com pels elements de l'interior.

Es tracta d'un armari amb una sèrie de components elèctrics que regulen i controlen el pas de corrent elèctric a cada un dels circuits de l'interior de l'habitatge.

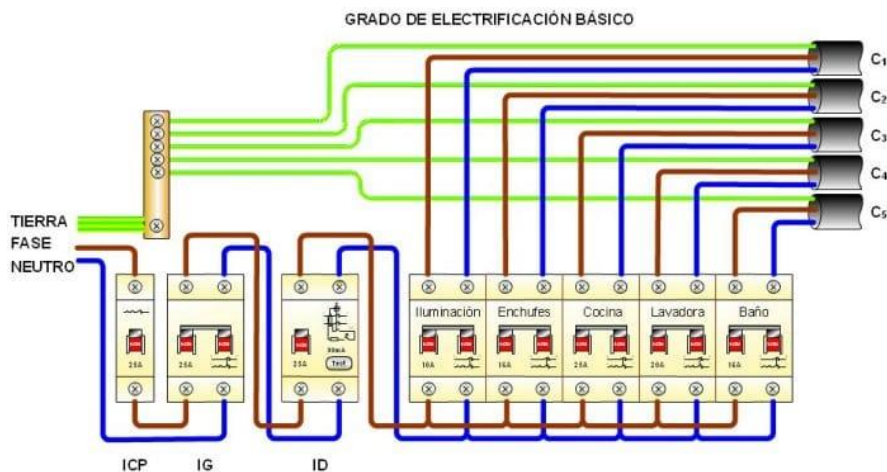


Figura 62. Esquema quadre de distribució (Eléctrica Isleña 2022).

Tal com podem veure, es diferencien certs elements a l'interior del quadre de distribució que haurem d'incorporar al nostre cas.

L'IPC (Interruptor de Control de Potència) és un element de propietat de l'empresa distribuïdora i que en el nostre cas, al ser una instal·lació a un camp privat amb subministrament privat, no serà propietat d'una empresa de distribució. L'element sí que ens servirà per regular la màxima potència que podrà consumir un habitatge, que pels elements que incorporarà a l'interior serà la menor possible.

Existeixen certes categories amb relació a la potència de consum de la instal·lació elèctrica, i depenent d'aquesta categoria s'haurà d'incorporar un IPC amb un cert amperatge.

Electrificació	Potència (W)	Amperatge de l'IPC (A)
Bàsica	5.750	25
	7.360	32
Elevada	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

Taula 21. Tipus d'IPC segons la potència contractada.

En el nostre cas, a l'interior de l'habitatge tindrem distints elements de consum elèctric, i per això farem una suma dels consums màxims que es podrien arribar a donar, contemplant que per als endolls disponibles es poden arribar a connectar elements d'un consum màxim aproximat de 200 W:

Element	Consum (W)	Quantitat	Consum Total de l'element(W)
Il·luminat	6	5	30
Cuina elèctrica	3.000	1	3.000
Encaientidor d'aigua	1.500	1	1.500
Endolls generals	200	5	500
TOTAL			5.030

Taula 22. Potència màxima total dins l'habitatge.

Com es pot observar, amb la instal·lació de més baixa potència tenim prou per alimentar l'habitatge en màxima càrrega de consum elèctric i no tenir problemes de demanda excessiva (EfectoLED 2022; VidaXL 2022) i per aquest motiu incorporarem un IPC d'un amperatge igual a 25 A.

L'IGA (Interruptor General Automàtic) és el pròxim element en sèrie a l'anterior i s'encarrega de tallar el pas de corrent a tots els subsistemes en cas de sobretensió d'entrada o curtcircuit. L'amperatge d'aquest component també ve donat per l'amperatge que necessita l'IPC, i per això en el nostre cas és de 25 A igualment.

El PIA (Petit Interruptor Automàtic) és un element que s'incorpora per cada circuit de dins l'habitatge.

El motiu pel qual s'hauria de requerir diferents circuits a l'interior és perquè segons el consum de certs elements, el cablejat serà de diferents característiques quant a diàmetre de cable.

Diferenciem diferents tipus de circuits segons l'ús al qual van dedicats:

Tipus de circuit	Amperatge del PIA (A)
Il·luminació	10
Endolls i endolls de cuina i bany	16
Cuina elèctrica i forn	25
Encalentidors elèctrics, rentadores i rentavaixelles	20

Taula 23. Tipus de PIA que incorpora el refugi.

Com que incorporem aquests quatre diferents tipus de circuit, haurem de tenir quatre PIAs diferents. Aquest sistema de subcircuits també ens permet detectar en quin circuit tenim una avaria o sobrecarrega.

Tal com hem pogut observar a l'esquema del quadre de distribució, a la sortida de cada PIA s'uneix el cablejat de la presa-terra, que prové d'un element metàl·lic de gran conductivitat elèctrica instal·lat baix terra, i que en cas de fuga funciona com a protecció davant les persones, ja que crea una sortida a el corrent elèctric més ràpida que a través del cos d'una persona.

10.2 Circuits interns

Tal com hem vist a l'apartat anterior, dins l'habitatge hi haurà quatre tipus de circuits diferents, depenent de l'ús al qual es troben destinats.

La instal·lació elèctrica es durà a terme igual que la d'aigua, a través de conductes dins els cubicles i unions externes entre cubicles adjacents.

10.2.1 Circuit il·luminació

Com que la il·luminació és la instal·lació que requereix el menor consum, el diàmetre del cablejat serà el menor de tots els existents dins l'habitatge.

Com que el PIA que administra el circuit és d'un amperatge de 10 A, la secció del cablejat corresponent és d'1,5 mm² per cada un dels cables que hi circulen (AreaTecnología 2022a). Per tots els nostres circuits tindrem tres cables diferents; el fase, el neutre i el presa-terra.

L'altre punt a tenir en compte és el diàmetre mínim que haurà de tenir el tub conductor pel qual circulen els tres conductors.

D'acord amb la següent taula, per al circuit d'il·luminació hi correspon un tub de diàmetre extern de 16 mm per aquest circuit, i també podem observar els diàmetres per als altres circuits:

Secció nominal dels conductors a l'interior (mm ²)	Diàmetre exterior dels tubs (mm)		
	Nombre de conductors a l'interior		
	1	2	3
1,5	12	12	16
2,5	12	12	16
4	12	16	20
6	12	16	20

Taula 24. Diàmetre exterior dels tubs del cablejat.

Llavors aquest tub plàstic serà el que servirà per conduir el cablejat del circuit des del quadre de distribució fins als punts d'accés per als usuaris.

A l'habitatge incorporarem un total de 4 punts de llum, un a cada un dels cubicles posteriors, i un altre a cada una de les zones de sanejament.

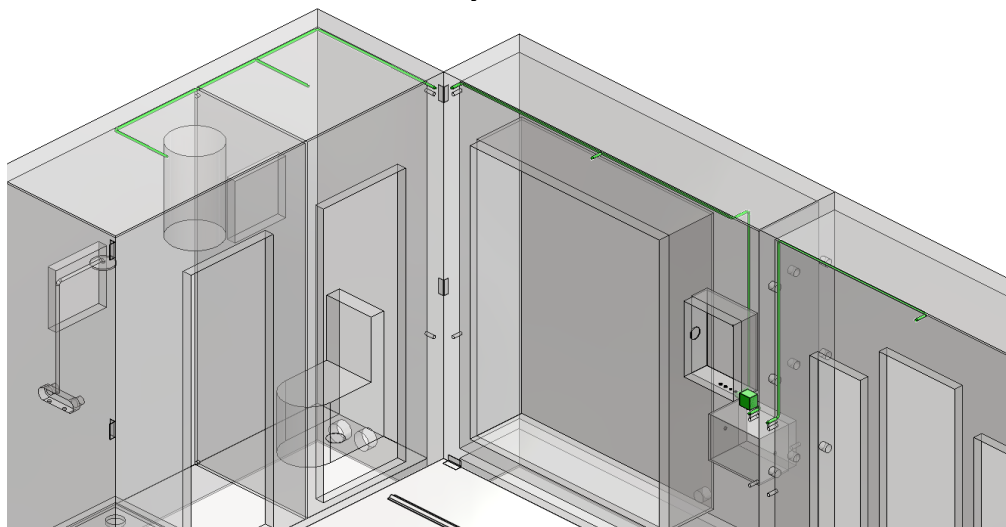


Figura 63. Circuit elèctric d'il·luminació.

Hem de tenir en compte que els interruptors dels diferents punts de llum hauran de seguir una sèrie de característiques també. Per començar, els interruptors del circuit elèctric han de tallar només el cable de fase, i per això el neutre i la presa terra queden sense alterar als interruptors.

Al nostre cas tindrem tres interruptors, un general per accionar els dos punts de llum de la zona comú de l'habitatge, el qual estarà disposat al costat del quadre de distribució, i dos individuals pels punts de llum de les zones de sanejament, els quals es troben inclosos al sostre juntament amb la bombeta, i l'accionament es duu a terme estirant una corda.

10.2.2 Circuit d'endolls

Per aquest cas, d'igual forma que a l'anterior tindrem una secció del cablejat del circuit igual als 2,5 mm². De forma similar, el tub per on circularan els tres conductors del circuit serà de 16 mm de diàmetre, com al circuit anterior.

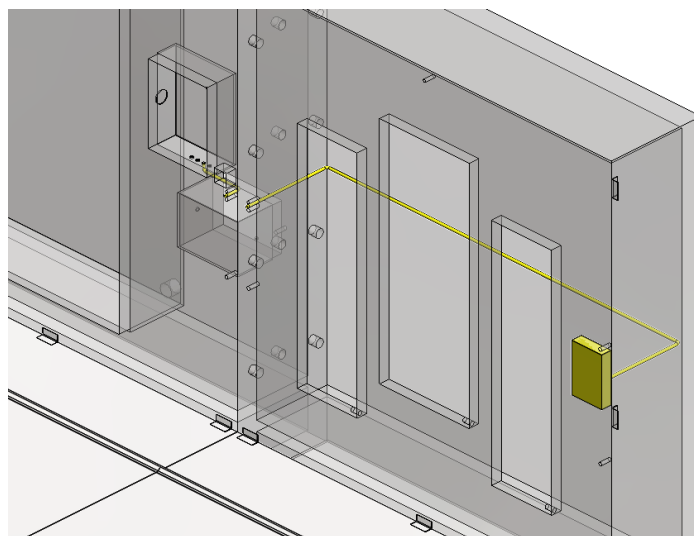


Figura 64. Circuit elèctric d'endolls.

Es pot observar com els sis endolls es troben junts a la zona més propera a la cuina del cubicle adjacents, senyalat amb una caixa de color groga.

10.2.3 Circuit encaientidor d'aigua

A continuació tindrem els dos darrers circuits, els quals van dedicats a un únic element, en aquest cas és l'encaientidor d'aigua. Per la magnitud del PIA d'aquest circuit, la secció nominal dels cablejats que condueixen el corrent elèctric serà de 4 mm^2 . Aquests tres conductors es trobaran canalitzats dins un tub de plàstic que en aquest cas, tal com es pot veure a la taula anterior, tindrà un diàmetre exterior de 20 mm.

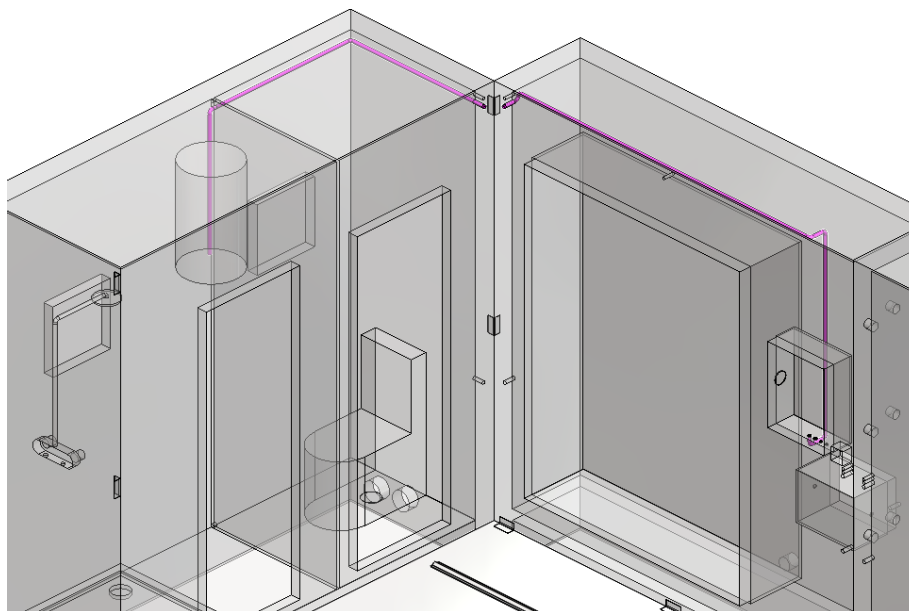


Figura 65. Circuit elèctric de l'encaientidor d'aigua.

Tal com indica la normativa, l'endoll de l'encaientidor, en estar a prop de sortides d'aigua, ha d'estar per sobre del circuit d'aigua i de les connexions amb l'encaientidor.

10.2.4 Circuit cuina

Per aquest cas, com tenim el circuit de major potència, la secció mínima del cablejat serà de 6 mm^2 , i el tub pel qual circulen aquests tres conductors tindrà un diàmetre exterior de 20 mm.

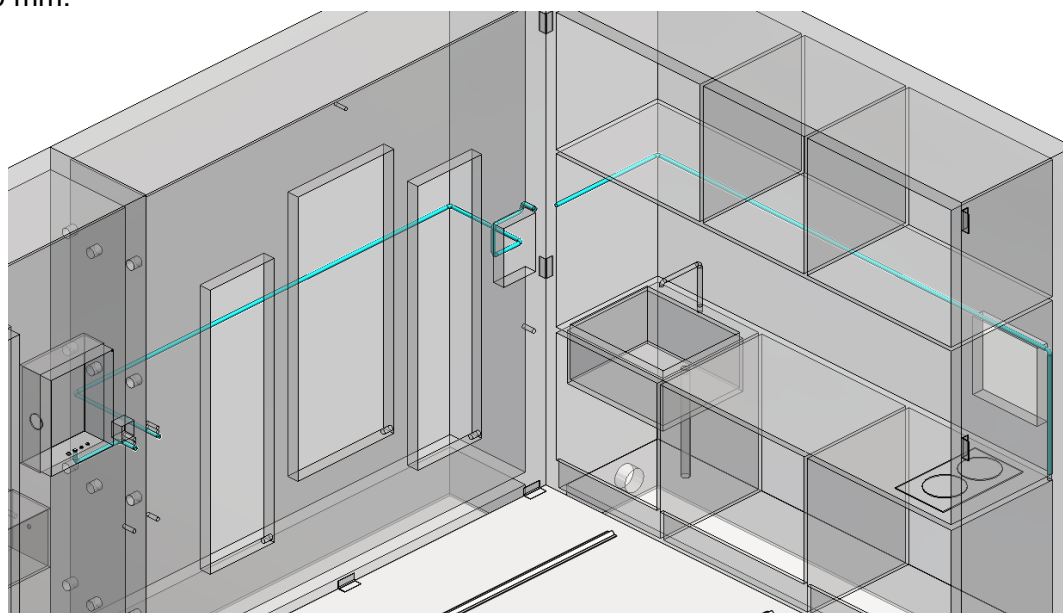


Figura 66. Circuit elèctric de la cuina.

10.3 Unions elèctriques entre cubicles

Així com s'ha descrit anteriorment i de forma similar al circuit de subministrament d'aigua dins l'habitatge, necessitarem connexions elèctriques a les unions entre el cablejat de diferents cubicles.

Com que les connexions entre diferents connectors elèctrics són molt més senzilles que entre tubs d'aigua, la connexió es farà de forma directa entre cada un dels cables de cada circuit amb el seu corresponent del cubicle adjacent i durà a terme mitjançant els connectors tipus Butt.

Aquests connectors consisteixen en una petita guia de plàstic, el qual és aïllant elèctric, i al centre de la guia hi ha una peça metàl·lica. En introduir cada un dels connectors per costats oposats tenen contacte mitjançant aquest element metàl·lic (ElectricaAplicada 2022).



Figura 67. Connector tipus Butt d'aïllament de niló (Grote Industries 2022).

El punt fort d'aquest tipus de connectors és la senzillesa del sistema i la protecció davant contactes físics de persones amb els conductors. A més, com que es pot desfer la connexió sense necessitat de tallar el connector, no s'estaria perdent part del cablejat a cada muntatge i desmuntatge dels habitatges.

10.4 Sistemes de generació d'energia renovable

Estudiarem quins sistemes de producció d'energia dins l'habitatge són viables i quins no, o bé per requeriments o bé per baixa eficiència.

10.4.1 Aigua com a font d'energia

El primer sistema que podríem incorporar és el de la generació d'energia a partir de la força cinètica de l'aigua de pluja quan baixa per la canonada de recollida.

Incorporant un petit sistema de generació d'energia a través del moviment d'unes aspes situades dins el canal podríem generar energia sempre que ploqui amb certa abundància.

El sistema Pipe Waterwheel intenta aprofitar aquesta energia cinètica convertint-la en un corrent continu d'electricitat. El problema d'aquest projecte és que encara es troba en fase d'investigació i només han aconseguit un prototip capaç de carregar les bateries de dues petites bombetes acoblades al sistema (Disenosocial 2012).



Figura 68. Sistema Pipe Waterwheel.

Realitzant la fase d'investigació sobre aquest tipus de sistemes podem veure que no existeix un sistema funcional que ofereixi garanties de funcionament correcte i la quantitat d'energia que generen és molt menor a la que es pot aconseguir d'altres fonts d'energia renovable com el sol o el vent.

10.4.2 Vent com a font d'energia

La generació d'energia a partir de l'aprofitament dels corrents de vent és una altra de les més usades per les indústries d'aprofitament de recursos naturals en l'energia.

El sistema es basa en un molí que a causa de l'acció del vent gira a gran velocitat per tal d'accionar un convertidor d'energia cinètica mecànica a energia elèctrica.



Figura 69. Petit generador d'energia eòlica (Bornay ES 2022).

Per veure la viabilitat d'aquest tipus de sistemes farem una taula per comparar punts forts i punts dèbils:

Avantatges	Desavantatges
Energia neta	No permet reutilitzar l'energia que no es gasta
Font inesgotable d'energia	L'eficiència ve donada per la localització i la dependència als corrents eòlics
Instal·lació senzilla i manteniment moderat	Requereix un mínim i un màxim de vent

Taula 25. Avantatges i desavantatges de l'energia eòlica a casa (Sofia Villasur 2022).

Així com podem veure, els avantatges que obtenim no són més que els que s'obtenen amb la generació d'energia amb plaques solars que veurem a continuació.

En canvi, els desavantatges ens indiquen que segons el lloc on es disposa el campament, la generació podria ser nul·la o molt baixa, i per això un sistema menys dependent de les condicions podria ser més adequat.

Per aquestes raons podem concloure que els sistemes eòlics són viables a zones de grans corrents de vent durant tot l'any, i és per aquest motiu que les companyies d'energia les situen a punts estratègics un cop estudiada la seva viabilitat.

10.4.3 Sol com a font d'energia

L'energia solar és la font d'energia renovable més utilitzada tant a la indústria de generació d'energies netes com a les petites instal·lacions individuals per reduir el consum i dependència de les grans empreses de distribució.

Aquest tipus de font d'energia aprofita la radiació solar i la converteix en energia elèctrica a través d'unes cèl·lules fotovoltaïques. Aquesta conversió es dona quan la radiació solar (fotons) incideixen sobre certs materials i alliberen electrons sobre aquests creant un flux d'electrons que és el que coneixem com a corrent elèctric.

Aquestes petites cèl·lules s'agrupen en el que coneixem com a panells solars, que creen un corrent continu d'electricitat (Miruna Hilcu 2020).

Com que les instal·lacions d'electricitat dels habitatges són de corrent altern, necessitarem un inversor per tal de convertir el corrent continu generat en corrent altern per ser utilitzat a l'habitatge.

Existeixen dos tipus d'instal·lacions de plaques solars, les d'autogeneració i les d'autoconsum. La diferència entre les dues és que les d'autogeneració no tenen el suport d'una distribuïdora d'energia elèctrica externa, i tota l'energia generada s'emmagatzema a unes bateries per ser utilitzada en el moment en què hi hagi demanda a l'habitatge.

En canvi, les d'autoconsum són aquelles que dependent del consum total a l'habitatge rebran o aportaran la diferència del corrent generat a l'empresa distribuïdora i així la factura fluctuarà dependent del que s'hagi consumit i generat (Youtube - Autoconsumo Solar Fácil 2021).

Per al nostre cas, com que tindrem una xarxa de distribució d'energia elèctrica general, implementarem una instal·lació d'autoconsum per les característiques que acabem de mencionar.

Com que tenim una superfície del forjat superior de 2.724x5.160 mm, i les plaques policristal·lines d'instal·lacions d'autoconsum de 340 W de potència tenen unes dimensions de superfície de 1.956x992 mm, podem veure que podrem disposar de fins a 5 plaques solars a sobre.

El preu d'una placa policristal·lina, les quals són les més efectives, de 340 W i 24 V es troba al voltant dels 220 € (AutoSolar 2022c).

També requerirem d'un inversor de corrent continu a corrent altern, que depenent del nombre de plaques que hi hagi a la instal·lació haurà de tenir una potència determinada. Com que disposarem de 5 plaques solars, la generació màxima de potència serà de 1.700 W, i per això l'inversor haurà de tenir un pic de potència igual a aquest màxim.



Figura 70. Inversor de corrent elèctric.

El model de la figura anterior compleix amb els nostres requeriments, ja que el seu pic de potència és de 2200 W a 24 V, pel que és un model adequat per al nostre cas, ja que els inversors més econòmics no arriben als valors que necessitem. El seu preu actual és de 344 € (AutoSolar 2022b).

A més requerirem d'un sistema de suport, el qual haurem d'acoblar amb l'estructura general per sobre del terrat. El sistema de suport anirà sobre el nostre terrat mitjançant suports metàl·lics, i la inclinació del terrat, tal com hem vist al disseny serà ajustable.

Com que el campament està previst per una zona de postguerra com Ucraïna, haurem de veure quina és la inclinació òptima de les plaques per les condicions d'aquest país.

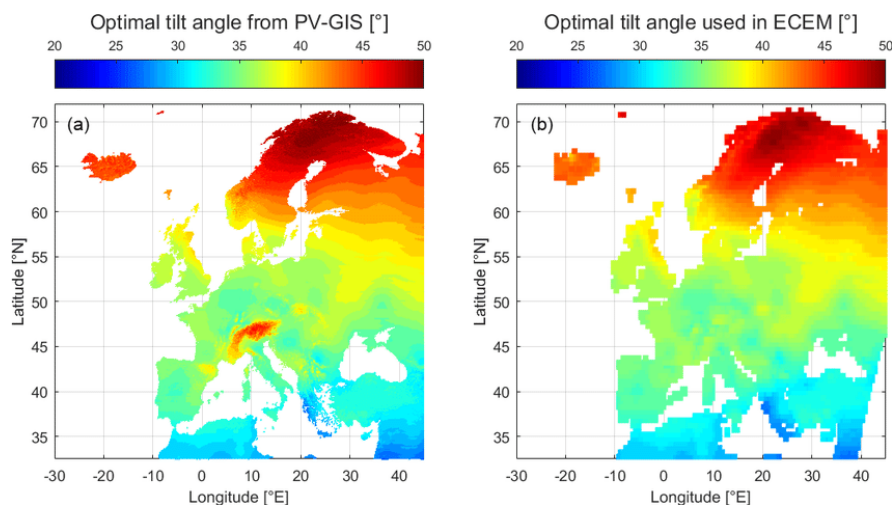


Figura 71. Inclinació òptima de les plaques a Europa (Lucien Wald, Thierry Ranchin and Alberto Troccoli 2018).

Tal com podem veure a imatge anterior, les condicions d'inclinació a Ucraïna (nord de la Mar Negra) són molt similars a les que existeixen a Espanya, que es troba entre els 30° i 40° d'inclinació en sentit sud.

És per això que podem obtenir un rang de generació elèctrica similar a punts centrals i nòrdics d'Espanya, on l'eficiència energètica és suficient per a realitzar aquesta instal·lació.

El sistema de suport que utilitzarem serà un sistema bàsic d'ancoratge superficial com el següent:



Figura 72. Suport de les plaques solars (AutoSolar 2022a).

Aquest sistema està pensat pel suport de 5 plaques solars, i per això és l'indicat al nostre cas, i té un preu de 164 € actualment.

El disseny del terrat no permet regular els pendents, però s'ha disposat amb un pendent de 35°, que és el pendent mitjana d'incidència dels raigs de sol a Ucraïna, que és la zona a la qual hem destinat el projecte. En cas d'haver d'ajustar el refugi a zones més properes a l'equador es podrien modificar els pendents del terrat o bé redissenyant el terrat, o bé amb reguladors de pendent de les plaques solars.

11 Distribució del campament

El nostre campament, tal com hem vist als requisits ha de ser d'un mínim de 600 persones, per tal de poder fer una inversió per un gran nombre de persones, tenint en compte que les condicions del refugi són molt superiors a les dels camps de refugiats tradicionals que hem vist en apartats anteriors.

Com que a cada un dels habitatges s'hi poden refugiar un total de 6 persones, independentment de si són adults o menors, disposant un total de deu habitatges en fila tindriem cabuda per seixanta persones.

Tal com hem vist, les aigües residuals són conduïdes a través de canalitzacions subterrànies fins a una fossa sèptica. Amb aquest propòsit, fent dues fileres de deu habitatges en paral·lel ens pot ajudar per així només requerir d'una fossa sèptica per un total de vint cèl·lules i no per un total de deu.

Amb aquesta distribució optimitzem els recursos i estalviem en temps d'excavació de fosses sèptiques, les quals hauran d'anar sota terra per poder complir amb els pendents mínims establerts per la normativa de sistemes d'aigua.

A més, amb aquesta distribució podríem disposar d'una única canonada de distribució d'aigua per un total de vint habitatges, i de forma similar amb la xarxa de distribució de corrent elèctric.

D'aquesta forma tindrem alberg per un total de 120 persones dins aquestes dues fileres paral·leles d'habitatges. Per complir amb el nombre de persones que volem refugiar serà necessari replicar aquesta distribució vuit cops, on obtindriem espai per 960 refugiats en un total de 160 habitatges.

Arribats a aquest punt, per optimitzar recursos, una possible distribució d'aquestes fileres de mòduls seria en forma radial. El problema d'aquest tipus de distribució és que tan sols els habitatges orientats cap a sud tindrien una òptima generació d'energia elèctrica.

És per aquest motiu que hem decidit distribuir les vuit fileres de forma paral·lela orientades cap al sud, per així poder optimitzar la generació d'energia.

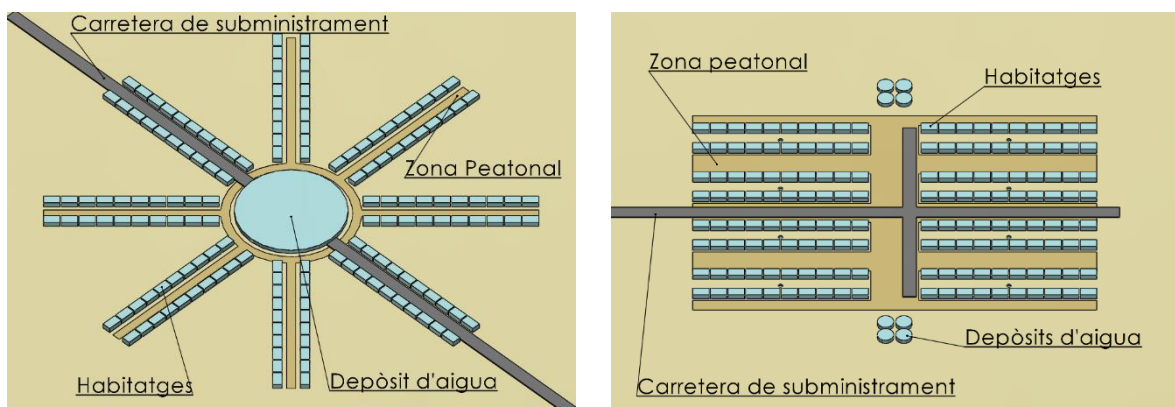


Figura 73. Distribucions del campament plantejades.

Es pot apreciar com a la imatge de l'esquerra, que representa una distribució radial, si l'orientació sud és la part inferior de la imatge, els quaranta habitatges que es troben en direcció vertical no aprofitarien gaires hores de sol per la generació d'energia seguint el nostre sistema de teulada, com tampoc aprofitarien els habitatges en direcció diagonal.

Aquest problema es resol amb la segona distribució, on tots els habitatges tenen una part de terrat orientat cap a sud, i és a aquesta part on s'instal·laran les plaques solars. Amb aquesta distribució estariem optimitzant completament la generació d'energia.

Les bandes negres representen les carreteres asfaltades necessàries per distribuir aliments, instal·lar i omplir els dipòsits en cas necessari i qualsevol altra activitat que requereixi grans vehicles.

11.1 Sistema de subministrament d'aigua al campament

Tal com vam veure a l'apartat del sistema d'aigües, l'objectiu és subministrar un total de 100 L d'aigua diaris per cada persona del campament. Hem de tenir en compte que l'aigua subministrada no té en compte l'aigua que necessita cada persona per hidratar-se, la qual va a part en forma de botelles de plàstic per al consum.

Com que al campament tindrem un total de 960 persones, el consum d'aigua que volem assumir és de 96.000 L/diaris a tot el campament.

Per tal de disposar de dipòsits amb suficient capacitat per tot el campament utilitzarem el sistema WASH d'ACNUR, el qual incorpora grans dipòsits de ràpida fabricació al campament per tal d'emmagatzemar aigua per les llavors higièniques de les persones al campament (UNHCR WASH 2022).

Amb la finalitat de disposar d'aigua al campament usarem un sistema de quatre dipòsits de 90 m³ connectats entre ells per cada 80 habitatges, el que ens donarà un volum total de 360.000 L, el que donaria aigua durant per 7,5 dies. Amb aquesta dada veiem que en època seca s'hauria de tenir un subministrament d'aigua cada setmana. Com que al campament tenim 160 habitatges, haurem de disposar d'un total de dos d'aquests grups (UNHCR WASH 2016).

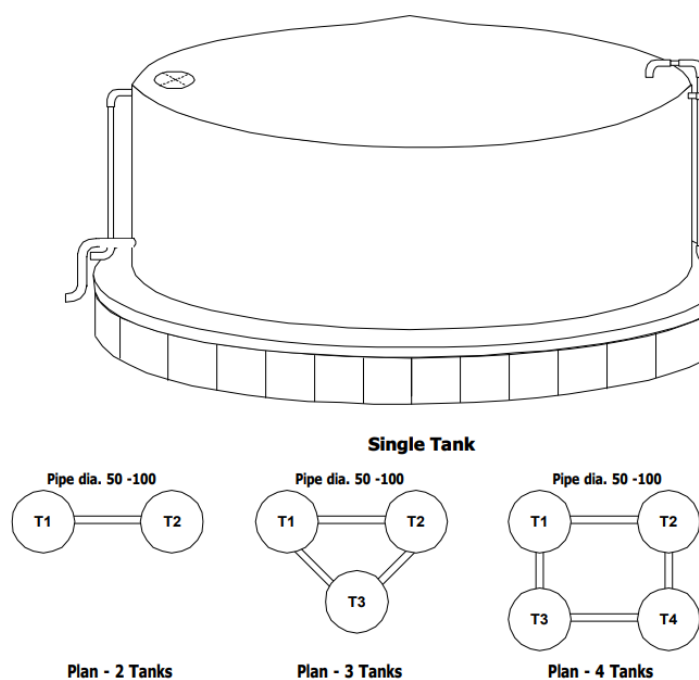


Figura 74. Tanc d'aigua de 90m³.

Com podem veure, una de les disposicions contemplades pel projecte és la de quatre tancs d'aigua connectats entre si. Aquests tancs d'aigua tenen un diàmetre de 7,3 m i els tubs que les connecten han de ser d'un diàmetre mínim de 50 mm si han d'anar cap a una bomba d'aigua per subministrar l'aigua.

Com podem observar a la imatge anterior de la distribució, aquests grups de dipòsits estan situats al nord i sud del campament, accessibles per la carretera que incorpora el campament.

11.2 Sistema d'aigües residuals al campament

Pel que fa al sistema d'aigües brutes dels habitatges, per cada dues fileres de deu habitatges tindrem una fossa sèptica comuna a la zona intermèdia, el que farà un total de vuit fosses sèptiques a tot el campament.

La distància plana màxima entre un sortint d'aigües residuals de l'habitatge més perifèric i la boca de la fossa sèptica és de 38,5 m. Amb aquesta distància i complint amb la normativa de necessitar un pendent mínim del 2%, la boca de la fossa sèptica ha d'estar enfonsada almenys 0,77 m. Per tal de no tenir problemes de taponaments amb tantes canonades paral·leles, decidim que aquesta altura serà de 0,9 m en el nostre cas.

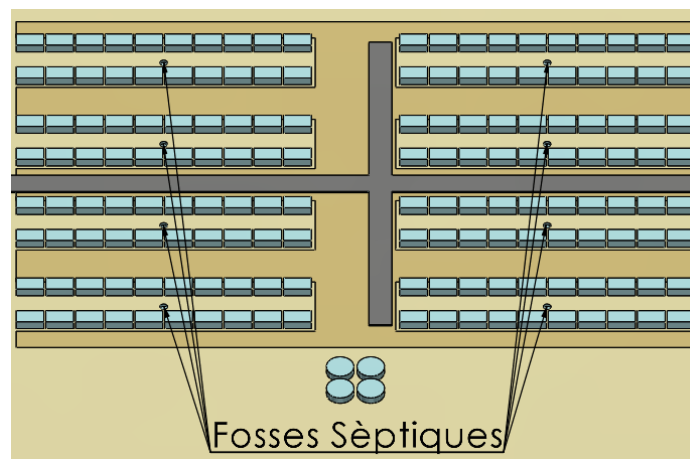


Figura 75. Ubicació fosses sèptiques.

Podem observar com per cada grup de vint habitatges hi ha una fossa sèptica central que recull les aigües brutes d'aquests mòduls.

11.3 Sistema de recollida d'aigües pluvials

Paral·lelament al sistema de tubs subterranis d'aigües brutes, tindrem un sistema de captació de l'aigua recollida de pluja d'aquests vint habitatges.

Es basarà en un dipòsit enterrat, el qual incorporarà una bomba d'aigua submergida per tal de conduir l'aigua cap a la canonada general d'alimentació d'aigua. La unió entre els dos sistemes es durà a terme a través d'una escamesa amb una vàlvula unidireccional de corrent d'aigua. D'aquesta forma l'aigua podrà anar directament a la canonada de distribució d'aigua sense perill de retorn al circuit de recollida d'aigua.

Podem observar com, igual que tenim vuit fosses sèptiques, tindrem vuit dipòsits d'aigües pluvials amb una bomba submergida per cada un d'aquests.

11.4 Sistema de distribució d'energia elèctrica

Tal com hem indicat anteriorment, cada un dels habitatges produeix energia a través dels panells solars, però la generació pot ser menor a la demanda de l'habitatge depenent del moment del dia. És per aquest motiu que necessitarem una xarxa de distribució d'energia a tot el campament. L'energia distribuïda podrà venir de la xarxa pública d'energia o d'uns generadors privats del campament.

Els grups electrògens són uns generadors d'energia de grans potències per aplicacions similars a la nostra. Per tal d'alimentar la potència màxima de tots els habitatges necessitarem un total de 920 kW de potència, ja que cada un dels habitatges pot consumir un total de 5.750 W i tindrem un total de 160 habitatges.

Els grups electrògens disponibles al mercat tenen potències mitjanes de 90 kW, i per això requeriríem d'un gran nombre d'aquests elements, i els preus individuals dels elements es troben al voltant dels 20.000 € per cada generador, fet que encareix molt el projecte (ITCPOWER-GRV POWER PRODUCTS 2022).



Figura 76. Grup electrogen de 90 kW de potència.

També es troben sistemes de generació d'energia, dels quals desconeixem els preus, d'una potència de fins a 800 kW, els quals s'aproximen molt als nostres requeriments (Grupel 2022).

Aquestes solucions només seran necessàries i viables en el cas de no poder connectar el campament a la xarxa de distribució d'energia pública, ja que aquesta alternativa és molt més econòmica i no requeriríem sistemes alternatius de generació d'energia, i es podria arribar a col·laborar amb l'empresa de distribució per tal d'obtenir descomptes per al preu energètic pel fet de tractar-se d'un campament de refugiats.

11.5 Espais comuns del campament

Per tal d'aprofitar els espais entre habitatges, podrem incorporar serveis grupals com una zona mèdica, una zona d'emmagatzematge de provisions per al campament, una zona educativa d'infants i inclús zones comunes de cultiu.

Per zones destinades a activitats grupals o emmagatzematge utilitzarem un dels refugis analitzats a la fase d'investigació d'aquest estudi. Tal com havíem vist, el refugi Concrete Canvas Shelter és un tipus de refugi de majors dimensions que els nostres mòduls, el qual és una zona estèril, per la qual cosa és capaç d'incloure un petit hospital.



Figura 77. Dos mòduls junts del Concrete Canvas Shelter (Yirka Bob 2011).

A més, és un refugi modular, i per això es podrien ajuntar diversos mòduls per tal de crear una major superfície.

Aquest refugi serà utilitzat per les activitats que hem anomenat, pel que disposarem d'un mòdul per la zona mèdica, uns altres dos mòduls junts per la zona d'emmagatzematge, i dos mòduls junts per les activitats educatives o de reunió.

Els mòduls seleccionats tenen unes dimensions de 9,5 metres de llarg, per 5,6 metres d'amplada i 2,6 metres d'altura, el que ens dona una superfície útil de 50 m² (Concrete Canvas® 2022).

Aquests espais es trobaran a la zona més pròxima a la carretera, al centre del campament tal com podem observar a la següent imatge:

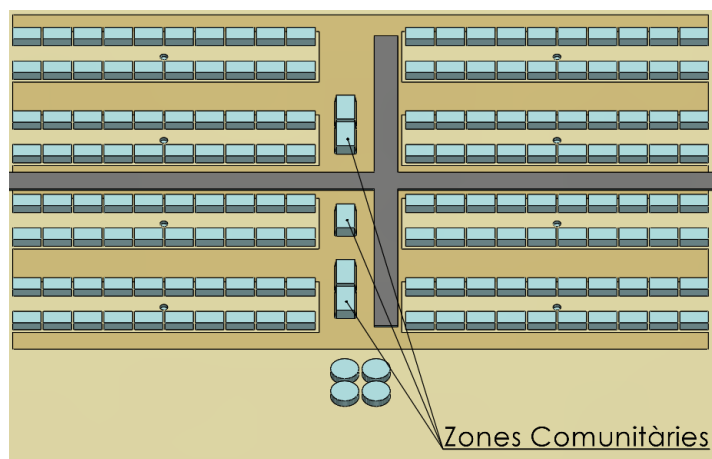


Figura 78. Zones comunitàries del campament.

La distància entre aquests mòduls i la carretera és de 4,5 metres, i per això hi ha marge suficient en cas de problema la via principal.

Un cop coberts els espais interiors, analitzarem la possibilitat d'incorporar una zona de cultiu per als habitants. Aquestes zones les situarem a la perifèria del campament, als laterals dels dipòsits d'aigua, on tenim una gran superfície que pot ser aprofitada.

Cal mencionar que la zona de cultiu només serà incorporada en cas que el terra sigui fèrtil i apte per al cultiu. En cas d'haver de fer una gran inversió en excavació i incorporació de terra fèrtil a terra, no serà una opció viable pel cost que implicaria.

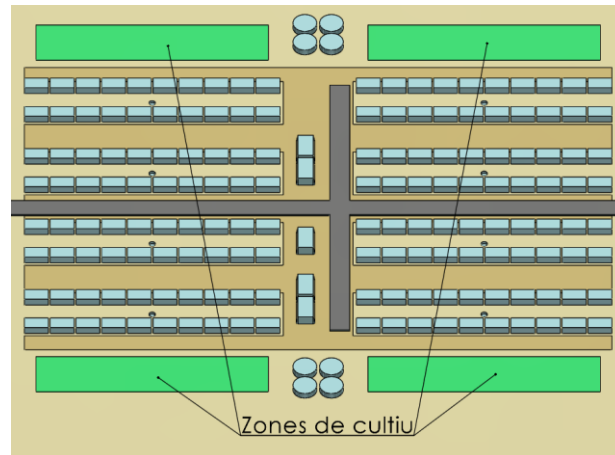


Figura 79. Zones de cultiu.



12 Plantejament i decisió sobre solucions alternatives

Com que el campament està orientat per implementar-se a Ucraïna hem decidit incorporar les ventilacions justes per renovar l'aire a l'interior de l'habitatge durant el dia, quan les temperatures són més agradables per als habitants. En cas d'orientar el campament a una zona més tropical, s'haurien d'adaptar els tancaments superiors i posteriors per tal d'incorporar més sistemes de ventilació natural degut a les altes temperatures.

També s'ha decidit fer el terrat del mòdul amb un angle de 35° , ja que és l'angle mitjà d'incidència del sol sobre la zona d'Ucraïna. En cas d'haver de disposar el campament a una zona de distinta latitud es podrien trobar dues solucions alternatives.

La primera és la de canviar el disseny del terrat a una inclinació diferent depenent de la zona d'ús.

L'altra solució, més viable si ja s'han fabricat els mòduls, seria la d'incorporar sistemes d'anivellació de plaques solars al sostre per tal d'així aconseguir la inclinació òptima per cada zona.

Quan a la distribució del campament, actualment s'ha dissenyat per tal d'aprofitar el recurs solar de la forma més eficient possible, però en cas de no poder disposar de plaques solars, o bé fer un campament a una zona de baixa incidència solar com zones properes al cercle polar àrtic, es podria optar per una distribució radial com una de les opcions estudiades. Aquesta distribució té l'avantatge de què un dipòsit central de grans dimensions podria subministrar aigua als habitatges de forma més directa.

13 Resum del pressupost

El nostre pressupost es divideix en dos tipus de valoració; la valoració del cost de la tasca de realitzar l'estudi i el cost provisional del model del refugi.

El cost real per la realització de l'estudi ha donat un valor de 9.236,53 € tenint en compte els honoraris de l'enginyer i tots els factors que han contribuït al consum durant la realització del treball.

A més, s'ha estudiat un pressupost per cada un dels refugis en cas que s'haguessin de fabricar amb els materials que hem estudiat i incorporant els elements que hem vist a aquest document.

El cost total de l'habitatge ha resultat en un total de 7.389,79 € un cop aplicats factors de reducció de preu de mercat per tal d'ajustar els preus dels components al mercat industrial.

S'ha de tenir en compte que el refugi dissenyat durant aquest treball té un cost major al seu model més similar que és el de César Oreamuno, on el prototip s'estima en un cost de 3.000 €.

Tot i aquest augment de preu, el nostre model incorpora elements com un sistema de plaques solars, el qual es troba inclòs al cost de l'estructura i que és una inversió a llarg termini dins el campament, o altres sistemes com aigua i corrent elèctric a dins del refugi.

14 Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals

El nostre estudi, al tractar-se d'un campament de refugiats al qual habiten 960 persones, tindrà un impacte ambiental directe sobre el terreny que s'habiliti el campament. El motiu d'aquest fet és que s'hi hauran de realitzar excavacions, anivellacions del terreny i la construcció d'una carretera per tal de fer possible la constant connexió amb l'exterior i els subministraments que siguin necessaris.

Amb tot això, l'únic que seguirà creant un impacte a llarg termini és la carretera construïda, ja que l'anivellació de terreny i les excavacions per les instal·lacions d'aigua i energia s'eliminaran del campament un cop s'hagi de tancar.

Tot i això, per tal de compensar l'impacte ambiental sobre la zona d'aplicació, hem incorporat una sèrie de mesures. Aquestes mesures van des de l'elecció dels materials de construcció fins a la incorporació de sistemes d'aprofitament dels recursos naturals existents.

Pel que fa als materials de construcció, hem seleccionat principalment dos tipus de panells industrials prefabricats. Aquests panells, tot i no estar fets de materials reciclats, proporcionen un avantatge sobre altres tipus de matèria primera i és que en estar fabricats a mesura no hi ha desapropietament de material ni residus a l'hora de fabricar els cubicles.

Un altre aspecte contemplat per escollir aquest material és el fet que no requereix recobriments per aïllar de la radiació solar o exposició a l'aigua, i per això que és un material sense manteniment de químics que facin malbé el medi ambient.

A més, s'han incorporat sistemes d'aprofitament de recursos naturals com plaques solars a sobre dels habitatges que en les hores d'alta incidència solar cobreixen la demanda màxima de l'habitatge.

Al mateix temps, tenim un sistema de recollida d'aigües pluvials que recull tota l'aigua que impacta al terrat i posteriorment la posa en circulació per ser subministrada als habitatges.

Amb aquests elements aconseguim reduir en certa manera l'impacte ambiental, ja que gran part de l'energia elèctrica que es consumeix al campament és renovable i no contamina.

Finalment, s'han incorporat diferents zones de cultiu d'aliments per tal de poder produir gran part dels aliments vegetals que es consumeixen al campament, i així no haver de tenir un gran volum de transport mercaderies de forma constant, el qual contamina molt el medi ambient a causa dels transports utilitzats.

15 Conclusions

Tornant al propòsit del projecte, aquest era l'estudi i disseny d'un habitatge modular orientat a refugiats per causes diverses que s'adaptés a les necessitats dels ocupants dotant l'espai de certes característiques descrites anteriorment. A més, s'havia de plantejar una distribució del campament de refugiats que possibilités la circulació de subministraments en un espai reduït tenint en compte el nombre de persones que ens disposàvem a refugiar.

Aquest propòsit s'ha aconseguit satisfactòriament estudiant els principals elements que componen el refugi així com una distribució que ens permeti aprofitar els recursos naturals.

A partir d'aquest punt, un cop acabat l'estudi podem extreure una sèrie de conclusions que hem obtingut del treball realitzat.

El primer que podem extreure de l'estudi és que un habitatge modular compost a base de distints elements que s'uneixen entre si ens dona una sèrie d'avantatges quan ens referim a mòduls de llarga vida útil que poden ser utilitzats per distints campaments. Aquesta característica permet que l'elevat cost del mòdul s'amortitzi amb una llarga vida útil i que el mateix habitatge sigui utilitzat en distints campaments.

A més, si per un ús inapropiat o bé per algun error de fabricació un dels cubicles de l'estructura falla, seria fàcilment substituïble sense haver de fabricar tot un habitatge nou. Aquests fets ens donen una adaptabilitat a les situacions que no obtindríem amb altres refugis que s'han vist durant l'estudi.

Una altra conclusió és que una edificació orientada a una zona com és la d'Ucraïna ha de comptar amb materials amb propietats tèrmicament aïllants per tal d'assegurar el confort a l'interior sense haver de recórrer a grans sistemes de moderació de temperatura.

A més, com que l'habitatge que hem obtingut no només és transportable sinó que es desmunta en distints elements per tal de facilitar el transport en un menor espai, hem hagut d'utilitzar materials que presentessin una resistència estructural suficient mentre que incorporen una certa flexibilitat per tal d'evitar la fragilitat a l'hora de transportar els cubicles.

S'ha extret una distribució de l'espai disponible dins l'estructura adaptable a les distintes activitats que s'hagin de realitzar dins l'habitatge, pel que un espai reduït pot ser utilitzat per distintes activitats, pel que es redueixen els materials de construcció d'un mòdul de majors dimensions per acollir a sis persones.

Per tal d'il·lustrar el disseny del refugi s'ha realitzat un modelatge 3D contemplat totes les característiques i sistemes que incorpora a l'interior. També són visibles les unions entre els cubicles tal com es disposarien un cop fabricat el model amb totes les parts mòbils en funcionament al model informàtic.

Igualment, s'ha extret que al disposar de plaques solars una distribució del campament amb tots els habitatges disposats en una direcció orientada cap a la zona de major incidència solar ens dona una generació d'energia suficient per a tot el campament a les zones de major incidència de radiació solar.



Hem pogut estudiar els diferents mètodes disponibles de generació d'energia tant als habitatges com sistemes alternatius de subministrament d'energia als habitatges en cas de no ser suficient l'energia generada pels sistemes d'autoproducció.

El mateix s'ha fet per al subministrament d'aigua, on s'ha contemplat tant la possibilitat de connectar el campament amb els sistemes d'abastiment públic com la incapacitat d'accedir a les connexions públiques donada la ubicació del campament, plantejant els elements alternatius per disposar dels recursos.

Per tal de donar continuïtat a l'estudi en un projecte futur s'ha d'estudiar el sistema de subministrament d'aigua i corrent elèctric al campament, ja que l'estudiat ha estat principalment la instal·lació dins l'habitatge. Per tal d'assegurar les pressions necessàries d'aigua a cada tram de distribució s'hauria de fer un càlcul detallat de les seccions de les canonades i les bombes d'aigua necessàries per a assegurar les condicions ideals de subministrament.



Finalment, de cara a un projecte futur s'hauria d'estudiar la possibilitat d'incorporar altres materials en lloc dels panells prefabricats escollits, ja que segons els canvis constant del mercat podríem arribar a trobar opcions més econòmiques o materials amb característiques més interessants per al nostre projecte com panells amb material reciclat, fet que baixaria encara més les implicacions ambientals del projecte.

16 Referències

- ACNUR COMITÉ ESPAÑOL, 2016. Infografía: Así son las tiendas donde viven los refugiados - ACNUR. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://eacnur.org/blog/asi-son-las-tiendas-donde-viven-los-refugiados/>>.
- ACNUR COMITÉ ESPAÑOL, 2018. La pirámide de Maslow y las necesidades básicas. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <https://eacnur.org/blog/necesidades-basicas-piramide-maslow-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/>.
- AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 2022. Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC. *Madrid* [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC>.
- @AMRANDADO, 2020. Mantenimiento eficiente de las instalaciones de suministro de agua en edificios. [en línea]. [Consulta: 17 June 2022]. Disponible en: <<https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/amrandado/mantenimiento-eficiente-de-las-instalaciones-de-suministro-de-agua-en-edificios/>>.
- AREATECNOLOGÍA, 2022a. Instalacion Eléctrica de una Casa o Vivienda. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <<https://www.areatecnologia.com/Instalacion-electrica-viviendas.htm>>.
- AREATECNOLOGÍA, 2022b. Línea General de Alimentación LGA. Características y Dimensionado. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <<https://www.areatecnologia.com/electricidad/lga.html>>.
- AUTOSOLAR, 2022a. Estructura 5 Paneles 30-45mm Coplanar Falcat. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://autosolar.es/estructuras-cubierta-metalica/estructura-5-paneles-30-45mm-coplanar-falcat>>.
- AUTOSOLAR, 2022b. Inversor Victron Phoenix 24V 1200VA. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://autosolar.es/inversores-24v/inversor-victron-phoenix-24v-1200va>>.
- AUTOSOLAR, 2022c. Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-340w-24v-policristalino-era>>.
- BLOG ENERGYGO, 2022. Cuánto se consume de agua en una ducha: cifras y consejos. [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <<https://blog.energygo.es/cuanto-se-consume-de-agua-en-una-ducha-cifras-y-consejos/>>.
- BORNAY ES, 2022. Wind +. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://www.bornay.com/es/productos/aerogeneradores/wind-plus>>.
- BRICOMETAL, 2020a. Chapa Acero Galvanizado 1 mm espesor, fabricada a medida – Bricometal.com-Tu tienda de metal a medida. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://bricometal.com/tienda/chapa-lisa/acero-galvanizado/chapa-acero-galvanizado-1-mm-espesor-fabricada-a-medida/>>.
- BRICOMETAL, 2020b. Chapa Acero Galvanizado 2 mm espesor, fabricada a medida – Bricometal.com-Tu tienda de metal a medida. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://bricometal.com/tienda/chapa-lisa/acero-galvanizado/chapa-lisa-en-acero-galvanizado-2-mm-de-espesor-2/>>.
- BUILDING PICTURES, 2015. Sistema constructivo modular de hormigón. [en línea]. [Consulta: 19 June 2022]. Disponible en:

- <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/779654/sistema-gomos-saas-samuel-goncalves>>.
- CARBONE, 2022. FICHA TÉCNICA DEL A CERO INOXIDABLE SERIE 300. [en línea]. [Consulta: 26 May 2022]. Disponible en: <<https://www.empresascarbhone.com/pdf/ficha-tecnica-del-acero-inoxidable.pdf>>.
- CELDRÁN, H., 2017. El refugio de Ikea para migrantes, mejor diseño del año | Ikea | Trasdós. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://blogs.20minutos.es/trasdos/tag/ikea/>>.
- COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE MADRID, 2022. INSTALACIONES DE VIVIENDAS, TRAZADO Y DISTANCIA ENTRE LAS MISMAS. [en línea]. S.l.: [Consulta: 6 June 2022]. Disponible en: <<https://www.aparejadoresmadrid.es/documents/20181/64632/GT816/bf2a84d5-4199-4832-9ffb-e64e062fcc2b>>.
- CONCRETE CANVAS®, 2022. CC Shelters. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <<https://www.concretcanvas.com/cc-shelters/>>.
- DISENOSOCIAL, 2012. Generar luz gracias a la fuerza del agua: ES Pipe Waterwheel. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://disenosocial.org/es-pipe-waterwheel/>>.
- EDITORIAL ARQUITECTURA VIVA, 2022. Viviendas temporales Container, Onagawa - Shigeru Ban | Arquitectura Viva. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-temporales-container>>.
- EFACTOLED, 2022. Bombilla LED E27 A60 12/24V DC 6W. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <https://www.efactoled.com/es/comprar-bombillas-led-e27-convencional/6421-bombilla-led-e27-a60-1224v-dc-6w.html?id_c=14981&gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx2p7ylcuvXb-1SR8DIk502yBgJ5WZ2moZmy2R7t22NHsvpLQgCelgBoCo2oQAvD_BwE>.
- EL AGUA POTABLE, 2020. Dimensiona correctamente la tubería principal de tu casa - blog. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://www.biopur-habitat.com/es/blog/9_el-tamano-de-la-tuberia-principal-de-suministro-de-agua-de-una-vivienda.html>.
- ELÉCTRICA ISLEÑA, 2022. Instalación eléctrica en vivienda. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <<https://xn--electricaislea-2nb.es/instalacion-electrica-en-vivienda>>.
- ELECTRICAAPLICADA, 2022. Elementos que se deben utilizar para empalmes entre cables electricos. [en línea]. [Consulta: 12 June 2022]. Disponible en: <<https://www.electricaplicada.com/empalmes-entre-cables/>>.
- FRANZ-HOLZ, 2022a. Bisagras de piano. , pp. 6.
- FRANZ-HOLZ, 2022b. Catálogo en español. [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://bisagras.franz-holz.com/images/holz/cataqlogo_Franz-Holz_es.pdf>.
- GALAN, A., 2018. A1 y A2 ¿Sabes en qué se diferencian? – El blog de la seguridad contra incendios. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/a1_y_a2_sabes_en_que_se_diferencian/>.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, S., 2018. *TRABAJO FIN DE GRADO - ARQUITECTURA DE EMERGENCIA. MODELOS ACTUALES TRANSITORIOS, VIDA ÚTIL Y SOSTENIBILIDAD* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en:

- <<https://1library.co/document/dzxmpp4y-arquitectura-emergencia-modelos-actuales-transitorios-vida-util-sostenibilidad.html>>.
- GENEBRE, 2022. GENE BRE: VALVULA DE RETENCION "YORK ". [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.genebre.es/valvula-de-retencion-york>>.
- GRIFFITH, E., 2015. Reaction Housing recauda \$10 millones para refugios de socorro en casos de desastre | Fortuna. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://fortune.com/2015/03/04/reaction-housing/>>.
- GROTE INDUSTRIES, 2022. Nylon Heat Shrinkable Butt Connectors. [en línea]. [Consulta: 12 June 2022]. Disponible en: <<https://www.grote.com/electrical-connections/electrical-terminals-connectors/heat-shrinkable-butt-connectors-nylon/>>.
- GRUPEL, 2022. Generador Insonorizado Perkins + Grupel 1000kVA, 50hz. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <https://grupel.eu/es/productos/generador-perkins-gr-sp-50hz-1000kva?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkdUHada592S0XT1iHFtY8DXagKABtPPzXWSvEPzdbrrtP7lmzXp7UhoC6tEQAvD_BwE>.
- HIERRO, L., 2016. Fotorrelato: Refugiados: Un refugio para cada uno | Planeta Futuro | EL PAÍS. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://elpais.com/elpais/2016/06/17/fotorrelato/1466174647_010511.html#foto_gal_22>.
- HIERROS ISERTE S.A., 2022. Hierros y aceros - Almacén Barcelona - Oxicorte. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<http://hierrosiserte.com/contacto/>>.
- HUICOULDTOOL, 2022. Adaptador de agua de 1/2 pulgadas a 1/4 pulgadas grifo filtro de agua válvula de bola de ósmosis inversa sistema de válvula de grifo para hardware del hogar : Amazon.es: Industria, empresas y ciencia. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.amazon.es/Adaptador-v%C3%A1lvula-inversa-sistema-Hardware/dp/B07Y7W3G3G>>.
- ITCPOWER-GRV POWER PRODUCTS, S.L., 2022. Grupo electrógeno diésel ITCPower 125 Kva's. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <https://generadoritcpower.com/grupo-electrogeno/201-grupo-electrogeno-trifasico-itcpower-insonorizado-dg125kse--0641022890271.html?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkaE3RjNtq7NpzysQjzcNnMSTBAwARB2t1A9wQBDiBZa3ppcZFJtdtRoCiEEQAvD_BwE>.
- JRUIVAL609, 2020. TIPOS DE TUBERÍAS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN | Integración de las TIC's en el Taller de Instalaciones. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/conectandoima/2020/01/24/tipos-de-tuberias-segun-el-tipo-de-instalacion/>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022a. Cómo instalar tuberías multicapa. [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/hazlo-tu-mismo/consejos/instalar-tuberias-multicapa>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022b. Enlace Comprensión de Ø20 mm Hembra 3/4". [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82070077/enlace-comprension-de-20-mm-hembra-3-4>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022c. Filtro angular 1/2" · LEROY MERLIN. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82478631/filtro-angular-1-2>>.

- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022d. Instalación de canalizaciones y desagüe. [en línea]. [Consulta: 7 June 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/hazlo-tu-mismo/consejos/instalacion-de-canalizaciones-y-desague-en-casa-tuberias-y-arquetas>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022e. Latiguillo EQUATION 30cm H3/4-H3/4 DN13 INOX. [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82661558/latiguillo-equation-30cm-h3-4-h3-4-dn13-inox>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022f. Latiguillo EQUATION 30cm M3/4-H3/4 DN13 INOX. [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82661560/latiguillo-equation-30cm-m3-4-h3-4-dn13-inox>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022g. Latiguillo para grifo EQUATION 30cm H3/8-I15 m10 DN8 INOX · LEROY MERLIN. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82661533/latiguillo-para-grifo-equation-30cm-h3-8-I15-m10-dn8-inox>>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022h. Termo eléctrico EQUATION EQ2 30L. [en línea]. [Consulta: 9 June 2022]. Disponible en: <https://www.leroymerlin.es/fp/82005348/termo-electrico-equation-eq2-30l?keyword=&ds_kid=92700068915562730&ds_ag=Todas+Categorias&ds_c=LM_Empoderar_AO_SmartShopping_Todas_Categoria/final_Google_Conversion_OMD&source=google&adtype=&gclid=CjwKCAjwIaVBhBkEiwAsr7-c0f-fv4SPNPgehKLhk8sTpNeNaTTgrBRcu171cAQOYIgmFCvVor_RoCkekQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds>.
- LEROY MERLÍN ESPAÑA S.L.U, 2022i. Tubo de multicapa 2 metros Ø20 mm · LEROY MERLIN. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.leroymerlin.es/fp/82069863/tubo-de-multicapa-2-metros-20-mm>>.
- LUCIEN WALD, THIERRY RANCHIN and ALBERTO TROCCOLI, 2018. Optimal tilt angles taken from the PV-GIS website... [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/figure/a-Optimal-tilt-angles-taken-from-the-PV-GIS-website_fig3_324899317>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES, M. y A.U., 2019. Documento Básico HS Salubridad. [en línea], [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>>.
- MIRUNA HILCU, 2020. ¿Cómo Funcionan las Placas Solares Fotovoltaicas? [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://www.otovo.es/blog/placas-solares/como-funcionan-placas-solares-fotovoltaicas/>>.
- MULTIPANEL, 2020. Perfiboard  Panel de Rehabilitacion de Fachada e Interiores. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.multipanel.es/obra-rapida/perfiboard/>>.
- MULTIPANEL, 2022a. Descarga Fichas Técnicas de Panel y Cubierta Sandwich. [en línea]. [Consulta: 14 June 2022]. Disponible en: <https://www.multipanel.es/wp-content/uploads/2022/04/Triptico-MultiTherm-2022_ES_EN_d_final5.pdf>.
- MULTIPANEL, 2022b. *Información sobre Perfilboard* [en línea]. 2022. S.l.: s.n. [Consulta: 14 June 2022]. Disponible en: <www.multipanel.es>.
- MULTIPANEL, 2022c. MultiTherm  Sistema de Construcción Prefabricado | **[Multipanel]** . [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.multipanel.es/multitherm/>>.

- MULTIPANEL, 2022d. *PANELES PREFABRICADOS PARA CONSTRUCCIÓN PREFABRICATED PANELS FOR CONSTRUCTION* [en línea]. 2022. S.l.: s.n. [Consulta: 14 June 2022]. Disponible en: <www.multipanel.es>.
- MUNDO RIEGO, 2022. Tubería PE 40 alimentario ø20mm 6atm. R:100m - Mundoriego. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://mundoriego.es/producto/tuberia-pe-40-alimentario-20mm-6atm-100m/>>.
- MUÑOZ MÍNGUEZ, L., 2015. *ARQUITECTURA DE EMERGENCIA PROTOTIPOS CONTEMPORÁNEOS EFÍMEROS* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://core.ac.uk/download/pdf/211097695.pdf>>.
- OREAMUNO, C., 2016. César Oreamuno | Cápsula habitable como refugio ante desastres naturales y antrópicos | ArchDaily México. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.archdaily.mx/mx/tag/cesar-oreamuno>>.
- PLC MADRID, S.L.U., 2022. ITC-BT-13 – Cajas generales de protección. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <<https://www.plcmadrid.es/rebt/itc-bt-13-cajas-generales-de-proteccion/>>.
- PROYECTOS WIKIMEDIA, 2022a. Caja general de protección. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_general_de_protecci%C3%B3n>.
- PROYECTOS WIKIMEDIA, 2022b. Campo de refugiados - Wikipedia, la enciclopedia libre. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Campo_de_refugiados>.
- RAMOS-QUINTERO, M.T., CAMPOZANO-RIOFRIO, R.E. and NARANJO-VARGAS, E.M., 2022. Análisis y simulación de fuerzas en el trabajo de una prensa hidráulica a planchas de acero de distintos espesores aplicadas en perfiles estructurales angulares - Dialnet. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional, Vol. 7, N. 2* [en línea]. [Consulta: 26 May 2022]. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8354891>>.
- RIETEMAN MADRID S.L.U, 2022. Tipos de tuberías de agua: ¿cuál elegir? - Reiteman. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.reiteman.com/tipos-de-tuberias-de-agua-cual-elegir/>>.
- SHIGERU, B., 1995. Paper log house - Réunion des Musées Nationaux-Grand Palais -. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.photo.rmn.fr/archive/13-517408-2C6NU0DIA7YR.html>>.
- SILJA, 2019. Pendiente mínima en saneamiento CTE. [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <<https://www.certicalia.com/blog/pendiente-minima-saneamiento-cte>>.
- SOFÍA VILLASUR, 2022. Cómo tener energía eólica para casa: precio y tipo de kits. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://energia.roams.es/energia-renovable/energia-eolica/domestica/>>.
- SUINGA, 2022a. Suinga VALVULA ESFERA MARIPOSA METAL 1/2" PN30. Llave de paso ALTA CALIDAD utilizada en tuberías de POLIETILENO y PVC 20 MM. : Amazon.es: Bricolaje y herramientas. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://www.amazon.es/VALVULA-MARIPOSA-utilizada-tuber%C3%ADas-POLIETILENO/dp/B07X5B6MFH/ref=sr_1_8?adgrpid=136847076708&gclid=Cj0KCQjwmuiTBhDoARIsAPiv6L-JagXE2b5eA7itf7WqDzDnylp_Rj6Bh9GF60z2DbG18Teisaj23YaAkbxEALw_wcB&hvadid=551770610308&hvdev=c&hvlocphy=1005424&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrand=11823023657258950416&hvtargid=kwd->

1456941971211&hydadcr=29260_1776050&keywords=llave+paso+20mm&qid=1652182512&sr=8-8>.

SUINGA, 2022b. Suinga VALVULA ESFERA MARIPOSA METAL 3/4" PN30. Llave de paso ALTA CALIDAD utilizada en tuberías de POLIETILENO y PVC 25 MM. : Amazon.es: Bricolaje y herramientas. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <https://www.amazon.es/VALVULA-MARIPOSA-utilizada-tuber%C3%ADAsPOLIETILENO/dp/B07X36W97D/ref=sr_1_1?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3QQWALNGTKRC&keywords=VALVULA+ESFERA+MARIPOSA+METAL+3%2F4&qid=1652430902&srefix=valvula+esfera+mariposa+metal+3+%2Caps%2C109&sr=8-1>.

TAN, V., 2012. ACNUR - ACNUR transporta por aire 3.500 tiendas de campaña para personas desplazadas por la fuerza en Myanmar. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.unhcr.org/news/makingdifference/2012/11/50af92fe9/unhcr-airlifts-3500-tents-forcibly-displaced-myanmar.html>>.

TECHBLOG, 2016. Los refugios de lona de concreto están hechos de tela especial que se vuelve sólida después de ser rociada con agua - TechEBlog. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.techblog.com/concrete-canvas-shelters-are-made-from-special-fabric-that-turns-rock-solid-after-being-sprayed-with-water/>>.

UNHCR WASH, 2016. D-320/2016a Circular Water Reservoir 90m3 (Ferrocement) Design and BoQ (UNHCR, 2016). [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <<https://wash.unhcr.org/download/ferrocement-water-reservoir-90m3/>>.

UNHCR WASH, 2022. UNHCR WASH Technical Designs for Refugee Settings. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <<https://wash.unhcr.org/wash-technical-designs/>>.

VÁLVULAS ARCO, 2019. Válvula de retención: cómo funcionan y dónde se colocan. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://blog.valvulasarco.com/valvula-de-retencion-como-funcionan-donde-se-colocan>>.

VÁLVULAS ARCO, 2022. Válvula acometida arqueta h-h 3/4" sil antical latón: información y PVP actual de Ref. C1234AC de ARCO. [en línea]. [Consulta: 20 May 2022]. Disponible en: <<https://www.matmax.es/valvuleria-y-conexiones-agua-gas/productos/arco/c1234ac-valvula-acometida-arqueta-h-h-3-4-sil-antical-laton-0314025096>>.

VIDAXL, 2022. Placa vitrocerámica 2 quemadores control táctil 3000 W | vidaXL.es. [en línea]. [Consulta: 10 June 2022]. Disponible en: <https://www.vidaxl.es/e/vidaxl-placa-vitrocaramica-2-quemadores-control-tactil-3000-w/8718475730750.html?gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx3aauHTs2Q6Br7GnxZBx02OddzheyqXtfFNvMwPa72qIDINHaoQrWhoCA1oQAvD_BwE>.

YIRKA BOB, 2011. 24 hour deployable concrete tents back in the news as disasters mount. [en línea]. [Consulta: 16 June 2022]. Disponible en: <<https://phys.org/news/2011-05-hour-deployable-concrete-tents-news.html>>.

YIWU MAILONG TRADING CO., 2022. 304 Stainless Steel Bars Sizes. [en línea]. [Consulta: 8 June 2022]. Disponible en: <https://www.stainless-ml.com/products/stainless_steel_round_bar/304_stainless_steel_bar_stock.html>.

YOUTUBE - AUTOCONSUMO SOLAR FÁCIL, 2021. Explicado: autoconsumo en 5 min. con facturas de electricidad - YouTube. [en línea]. [Consulta: 13 June 2022]. Disponible en: <<https://www.youtube.com/watch?v=R5dLoipTQz4&t=459s>>.