



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura

Estudi, avaluació i proposta d'intervenció estructural d'un
edifici existent davant un futur canvi d'ús

Treball Fi de Grau

Grau en Fonaments de l'Arquitectura

AUTOR/A: Belda Miquel, David

Tutor/a: Almerich Chulia, Ana Isabel

Cotutor/a: Moreno Puchalt, Jèssica

CURS ACADÈMIC: 2021/2022

TREBALL DE FI DE GRAU

ESTUDI, AVALUACIÓ I PROPOSTA
D'INTERVENCIÓ ESTRUCTURAL D'UN
EDIFICI EXISTENT DAVANT UN FUTUR
CANVI D'ÚS.



Figura 1: Hospital Municipal Vell (Carlet, València)

AUTOR:

Belda Miquel, David

TUTORS ACADÈMICS:

Almerich Chulia, Ana Isabel

Moreno Puchalt, Jésica

RESUM

El present Treball de fi de Grau (TFG) té com a objectiu la diagnosi i intervenció en l'estructura d'un edifici de principi del segle XX. L'obra en qüestió forma part del patrimoni arquitectònic de Carlet, raó per la qual es proposa establir criteris per millorar el seu comportament estructural davant d'un futur canvi d'ús.

Primerament, es descriurà l'edifici junt a la seua planimetria i una sèrie d'imatges, tot després d'haver explicat el context històric i el seu emplaçament.

A continuació, es farà un repàs dels distints elements constructius, la seua materialitat i comportament.

Finalment, s'exposarà l'anàlisi estructural, incidint en la proposta d'intervenció i el mode de procedir, els resultats i la conclusió.

PARAULES CLAU: Avaluació estructural; Canvi d'ús; Intervenció; Estructura

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Grado (TFG) tiene como objetivo la diagnosis e intervención en la estructura de un edificio de principios del siglo XX. La obra en cuestión forma parte del patrimonio arquitectónico de Carlet, razón por la cual se propone establecer criterios para mejorar su comportamiento estructural delante de un futuro cambio de uso.

Primeramente, se describe el edificio junto a su planimetría y una serie de imágenes, todo después de haber explicado el contexto histórico i su emplazamiento.

A continuación, se hará un repaso de los distintos elementos constructivos, su materialidad y comportamiento.

Finalmente, se expondrá el análisis estructural, incidiendo en la propuesta de intervención y el modo de proceder, los resultados y la conclusión.

PALABRAS CLAVE: Evaluación estructural; Cambio de uso; Intervención; Estructura

ABSTRACT

The present Final Degree Project (TFG) aims to diagnose and intervene in the structure of a building of the early 20th century. The studied building is part of the architectural heritage of Carlet, which is why it is proposed to establish criteria to improve its structural behavior for a future change of use.

First, the building is described with its planimetry and a succession of images, after explaining the historical context and location.

Next, there will be a review of the different constructive elements, their materiality and behavior.

Finally, the structural analysis will be presented, focusing on the intervention proposal, the way of proceeding, the results, and the conclusion.

KEYWORDS: Structural evaluation; Change of use; Intervention; Structure

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ.....	6
1.1	Objectiu del TFG.....	6
1.2	Objectius de Desenvolupament Sostenible.....	7
2	INFORMACIÓ GENERAL I EMPLAÇAMENT DE L'EDIFICI.....	7
3	EL CONJUNT EDIFICAT	11
3.1	Actualment.....	12
3.2	Planimetria.....	12
3.3	Fotografia.....	17
3.4	Quadre de superfícies.....	18
4	ELEMENTS CONSTRUCTIUS I SISTEMA ESTRUCTURAL	20
4.1	Fonamentació.....	21
4.2	Forjat	21
4.3	Murs de càrrega.....	24
4.4	Suports	24
4.5	Coberta.....	25
5	PROPOSTA CANVI D'ÚS	26
6	MODEL DE L'EDIFICI	29
7	ESTIMACIÓ DE CÀRREGUES.....	32
7.1	Estat inicial (norma NBE-AE-88).....	32
7.2	Estat proposat (norma CTE-DB-SE-AE)	37
7.3	Combinacions de càrregues.....	43
8	ANÀLISI DELS RESULTATS DE LA PROPOSTA	46
8.1	Bigues	46
8.2	Pilars.....	49
8.3	Murs de càrrega.....	50
8.4	Peritatge.....	53
9	PROPOSTA INTERVENCIÓ.....	56
9.1	Bigues	56
9.2	Pilars.....	62
10	CONCLUSIONS	65
11	BIBLIOGRAFIA.....	67
11.1	Bibliografia.....	67
11.2	Figures.....	69
12	ANNEX	72
12.1	Disposició de l'estructura.....	72
12.2	Direcció del forjat.....	73

1 INTRODUCCIÓ

L'anàlisi estructural dels edificis històrics no es tracta solament d'agafar les dades requerides, segons el mètode i programa de càlcul a emprar per a assolir un model i el seu posterior diagnòstic, sinó que requereix el coneixement de l'edifici en si i del seu entorn directe. L'obtenció de les dades rellevants, en relació amb la seua evolució constructiva, i els processos patològics actius, seran ferramentes fonamentals per a la interpretació dels resultats amb la intenció d'emprendre un projecte de forma rigorosa.

Protegir el patrimoni arquitectònic no ha de limitar-se a reparar les destrosses del pas del temps, sinó que ha de garantir la seua funcionalitat futura i la seua durabilitat en el temps, respectant el seu caràcter històric. Per això, s'ha de reflexionar amb caràcter exhaustiu sobre la capacitat i disseny de les intervencions, de manera que aquestes siguen òptimes i siguen capaces d'afrontar accions agressives futures.

Prenent com a base diversos textos i treballs sobre anàlisi d'obres, es planteja un model de càlcul que permet estudiar l'equilibri estàtic del conjunt enfront les accions externes que poden afectar o incidir sobre l'edifici. Els valors obtinguts de tensions i deformades permeten determinar el grau de seguretat de l'estructura.

1.1 OBJECTIU DEL TFG

El present treball de fi de grau es planteja per la necessitat pròpia com a alumne i futur professional de desenvolupar un estudi més profund sobre un cas real de diagnòstic estructural. El principal objectiu és avaluar el comportament estructural de l'edificació i la seua resposta davant del nou ús a què es destinarà. L'avaluació de l'estat final es realitza mitjançant el programa ANGLE [1], que és una aplicació informàtica orientada al disseny i anàlisi d'estructures.

L'elecció de desenvolupar aquest estudi sobre aquesta tipologia edificatòria està motivada principalment per la busca de coneixement en el camp dels estudis previs a un Projecte de Restauració i els coneixements específics relacionats amb el comportament estructural, ja que durant la pràctica professional se succeïxen constantment situacions en què es fan necessaris aquests estudis i intervencions estructurals.

Per a aconseguir aquest objectiu es realitza un model estructural tridimensional de l'edifici. Sent aquest l'objecte d'estudi i partint del model estructural, s'avaluarà el seu comportament enfront de càrregues externes.

1.2 OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE



Figura 2: ODS [2]

En 2015 va ser aprovada l'Agenda 2030 de Desenvolupament Sostenible, amb els objectius d'eliminar la pobresa, lluitar contra la desigualtat i la injustícia, i posar fre al canvi climàtic. Aquesta agenda marcarà l'acció global per el desenvolupament fins al 2030 i, conjuntament amb la resta d'agendes globals, configurarà una fulla d'actuació connectada entre si per aconseguir un objectiu comú, el desenvolupament mundial sostenible.

L'Agenda 2030 és integral i multidimensional (econòmica, social i ambiental), i d'aplicació universal, desplegant-se mitjançant un sistema de 17 objectius de desenvolupament sostenible.

El TFG tracta sobre un estudi, avaluació i proposta d'intervenció estructural d'un edifici existent davant un futur canvi d'ús. Així que els objectius que es relacionen directament amb aquest són: "Salut i benestar"; "Energia assequible i no contaminant"; "Treball decent i creixement econòmic"; "Indústria, innovació i infraestructura", i "Ciutats i comunitats sostenibles".

D'aquests objectius, el més important a desenvolupar és "Indústria, innovació i infraestructura", ja que este ODS té com a objecte desenvolupar infraestructures fiables, resilientes i de qualitat. Demana que siguin sostenibles, que els seus beneficis econòmics i socials siguin clars i que el seu accés siga assequible i equitatiu. Tots aquests són punts importants a tindre en compte a l'hora d'analitzar una estructura i una possible intervenció.

2 INFORMACIÓ GENERAL I EMPLAÇAMENT DE L'EDIFICI

L'edifici en qüestió es troba ubicat en la ciutat de Carlet, a uns 30 km de la ciutat de València, a l'inici de la subcomarca de la Vall dels Alcalans.

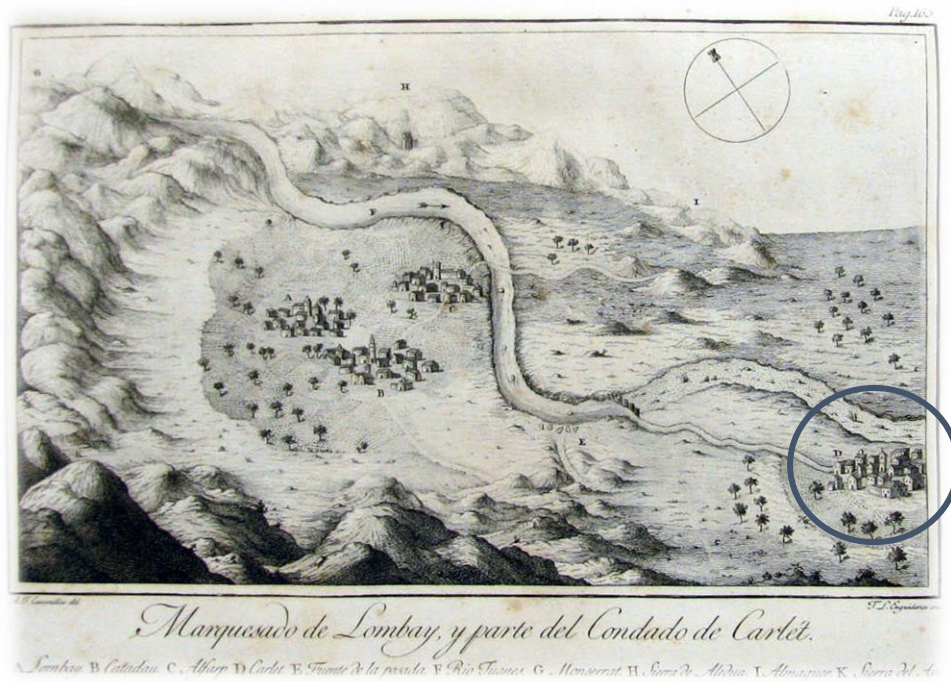


Figura 3: Mapa de la Vall dels Alcalans [3]

Les mencions més antigues de Carlet es varen escriure en el "Llibre del Repartiment" de 1238, designant-la com a alqueria principal de la Vall. Aquest llibre va servir per a anotar les donacions que Jaume el Conqueridor va fer dels territoris que conquistava. Però els primers testimonis de l'activitat humana referits a la ciutat fan remuntar els orígens a la prehistòria, ja que s'han trobat abundants restes de sílex procedents del Paleolític o Neolític.

Temps després es van trobar restes de l'època romana durant algunes labors agràries en diferents zones del municipi, com pitxers, ceràmica i monedes. Se'n van datar unes del segle III a.C. i altres de l'època de Vespasià, 69-79 a.C.

Tan sols s'han trobat troballes disperses que indiquen que la zona estava habitada, però no existia un nucli de població anterior als musulmans.

Carlet va ser una alqueria musulmana constituïda per camperols lliures i propietaris de terres, per això és probable que el nom resulte de l'àrab vulgar valencià "Qalaét" (Alcalans), o una altra possibilitat és que procedisca de l'antic occità, degut a la forma ortogonal del seu pla urbà que es va introduir a Espanya. [4]

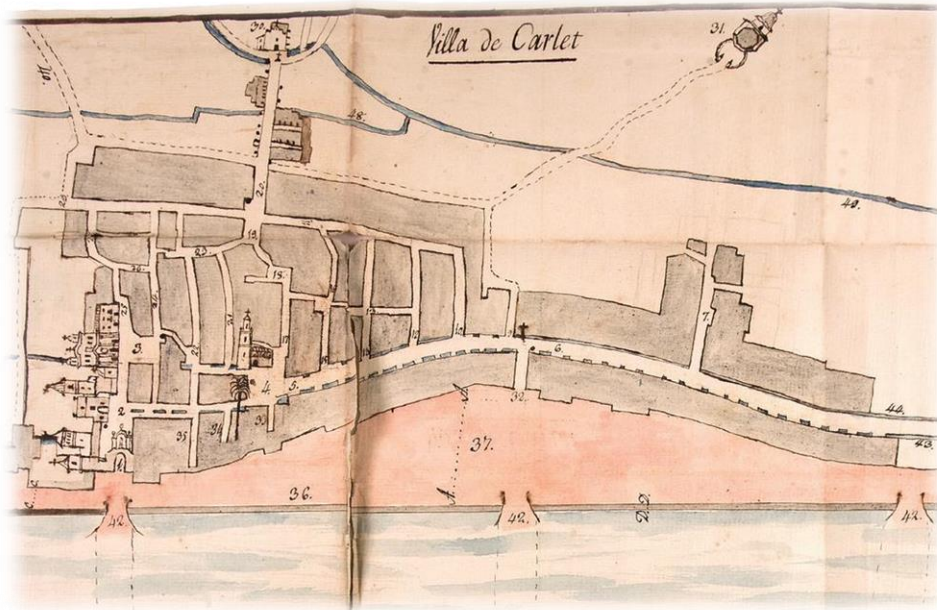
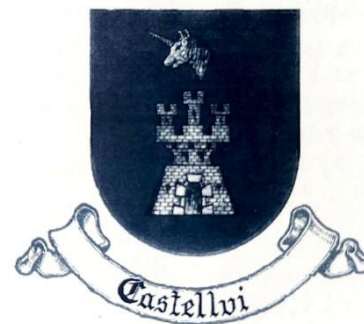


Figura 4: Mapa de la Vila de Carlet [5]

Carlet va patir la crisi de la Unió, aquesta vegada mentre estava a mans dels cavallers de Montagut, que establiren el fur aragonès, donant més completa llibertat de domini al senyor.

En transcórrer mals temps per a la ciutat de València, sobretot per la pesta i les guerres, els Montagut, sense descendència masculina, varen vendre la vila de Carlet al llinatge dels Castellví. Dos segles després, encara a mans d'aquests senyors, Felip III va concedir el comtat a Jordi de Castellví.



Escut d'armes Castellví

La "Carta Pobla" original data de l'any 1251, feta pel Fur d'Aragó, on el senyor territorial va dur 57 pobladors per al poble, però no va ser fins al 1926, durant el regnat d'Alfons XIII, quan va ser atorgat a Carlet el títol de ciutat. La història de Carlet es desenvolupa silenciosament dins dels seus murs, transformant-se de modestíssima població àrab a poderosa vila del Regne de València.

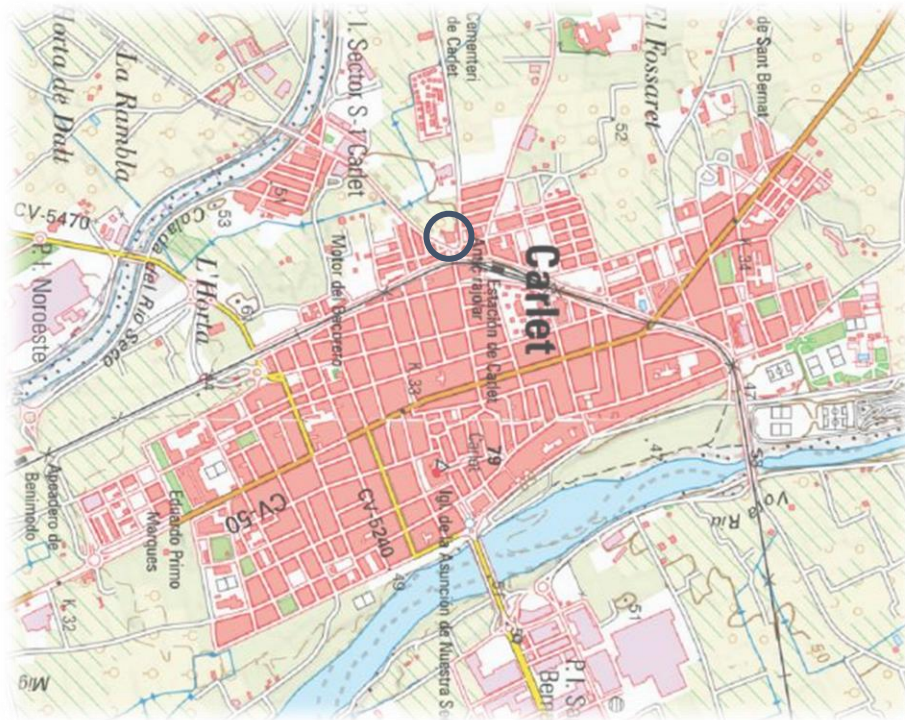


Figura 5: Mapa de Carlet, assenyalant la ubicació de la parcel·la [6]

Al llarg de la seua evolució històrica, Carlet ha vist com també s'engrandia el seu patrimoni edificat. Així, a més de l'Antic Hospital objecte d'este TFG, compta amb nombrosos monuments tant religiosos com civils [7]:

- Ermita de Sant Bernat: és una capella de planta central, que consta d'una doble planta de forma heptagonal per l'exterior, única a Europa, i circular a l'interior. És de 1766.
- Església Parroquial: formava part de l'antic convent, construït en el segle XVIII, on es guarda una imatge del segle XIII.
- Parc escolar: constituïx un preciós exemple d'arquitectura pedagògica, amb aules independents rodejades de jardins. Va ser inaugurat l'any 1926, obra de l'arquitecte Francisco Mora Berenguer.
- Mercat municipal: la seua façana principal és una bonica mostra d'art-déco presidida per l'escut republicà de Carlet.
- Teatre El Segle: construït en 1889, tenia una capacitat per a 550 persones. Pren com a referència el Teatre Princesa de València.
- Estació de metro: és obra també de l'arquitecte Francisco Mora Berenguer, en un llenguatge eclèctic, de l'any 1925. Posseïx un revestiment de ceràmica amb dissenys propis.
- Torre del Palau Comtal: té una coberta piramidal de base corba, revestida amb teula àrab de color verdós coronada per un floró.

3 EL CONJUNT EDIFICAT

L'Hospital Vell Municipal és el fons de perspectiva del carrer Ravalet, al llarg del qual es va estendre la població. Va ser construït sobre el 1904 en una parcel·la d'uns 1900m², repartits entre la part corresponent a l'edifici construït i al jardí que el rodeja, tancat tot amb un mur amb reixa. El cos central de l'edifici s'avança formant la façana principal, i els dos cossos laterals queden units per un claustre.

D'aspecte neoclàssic, la secció central es corona amb un frontó triangular, obrint-se ací l'accés principal a l'edifici. El cos avançat s'estructura també amb forma tripartida. Unes grans finestres i uns balcons en la segona planta ressalten les seccions laterals.

El pla de l'edifici és obra de l'enginyer Antonio Ferrer Gómez, i se n'adjudicaren les obres a Miguel Serra. Inicialment va ser destinat com a Hospital, però deixà de fer-se servir com ambulatori per a tindre posteriorment diversos usos. En l'any 2000 es va rehabilitar com a residència per a discapacitats psíquics lleugers. Aquesta reforma va generar molts canvis a l'edifici, on es van demolir certes parts i es van edificar de nou. Aquests canvis es nombraran més avant, corresponents a l'apartat d'elements constructius.

Està inclòs en el Catàleg del Patrimoni Historicoartístic de Carlet.

DADES IDENTIFICATIVES [8]:

Emplaçament: Camí de Villarrúbia, 2
Municipi: Carlet, 46240
Ref. del Cadastre: 3649103YJ1434N0001QF



Figura 6: Hospital Municipal [7]



Figura 7: Parcel·lari cadastral actual [8]

3.1 ACTUALMENT

Aquesta residència ofereix un lloc de relació i convivència per a persones que presenten distintes dificultats, ja siguen psíquiques o físiques, que impedeixen a la persona d'una autonomia pròpia i social. El centre aporta una assistència completa en totes les activitats del dia a dia, junt a una assistència bàsica de sanitat encarada a la reincorporació i recuperació de les capacitats dels tutelats.

L'edifici és de titularitat pública, autoritzat i acreditat per la Generalitat Valenciana. [9]

3.2 PLANIMETRIA

A partir de la informació obtinguda a través dels arxius de l'Ajuntament de Carlet [9] i de la recaptació de dades, s'han modelitzat les plantes i alçats de l'edifici en qüestió, d'autoria pròpia.

Plantes:

L'edifici ocupa una superfície de 564'34 metres quadrats, dels quals estan edificats 515'34 i la resta, 49 metres quadrats, estan destinats a pati central de llums. Similar a una forma de creu de 30'75 metres de longitud i 25'80 de latitud.

- Planta baixa: distribuïda en el pavelló d'administració, sales de malalts, clíniques de medicina, cirurgia i operacions. El pavelló posterior està destinat a capella i als seus costats sagristia i oratori. A banda, hi ha dos habitacions col·locades simètricament amb relació a la capella. La part dreta està destinada a la cuina i al respectiu menjador.

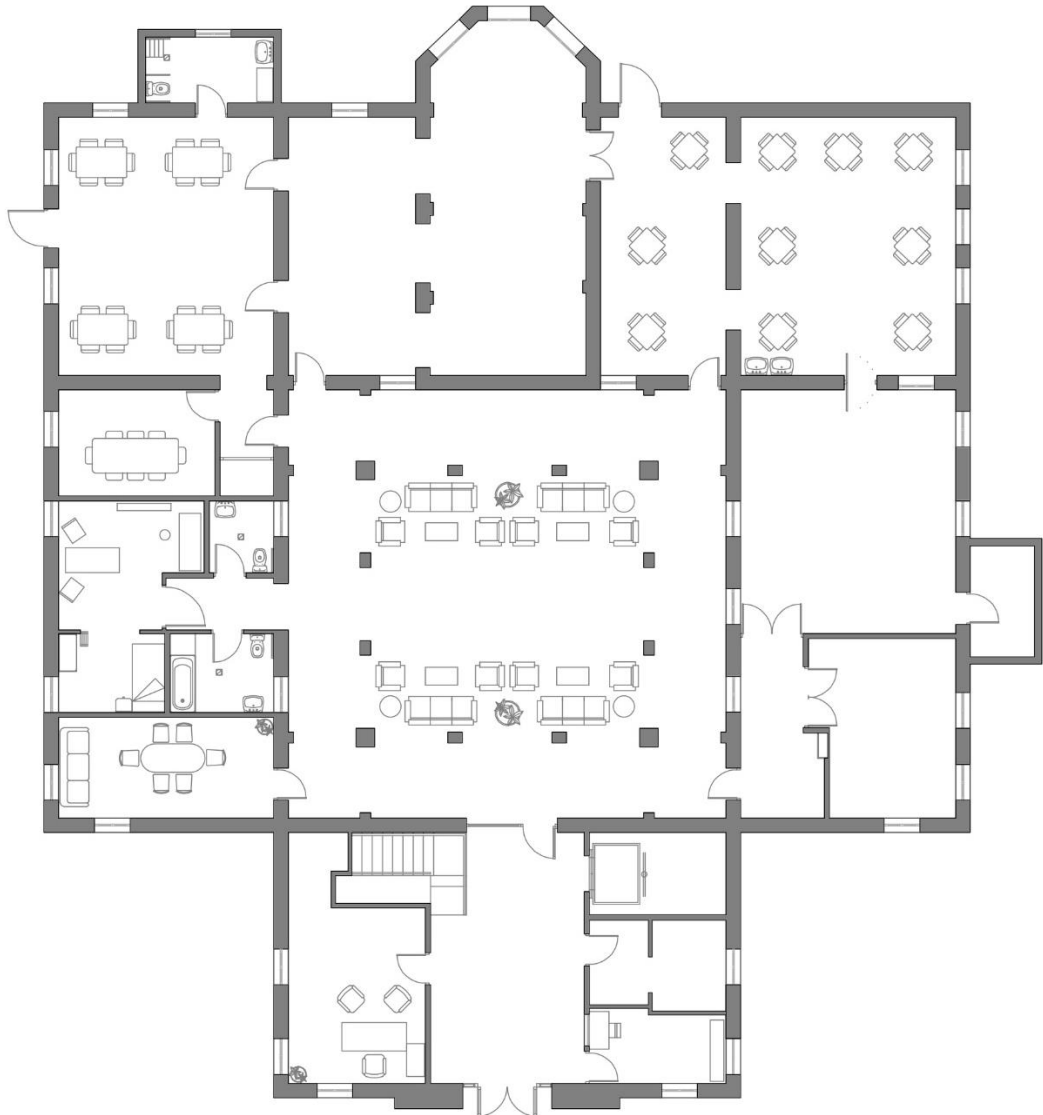


Figura 8: Planta baixa – Actual (Autoria pròpia)

- Planta primera: també destinada a infermeria, seguint la mateixa distribució, a excepció de la sala per a convalsents. Hi ha una sala destinada exclusivament a infecciosos, per a evitar una ràpida expansió de malalties. Estan també els banys, una habitació per a monges amb avantsala i un xicotet local per a l'infermer o infermera.

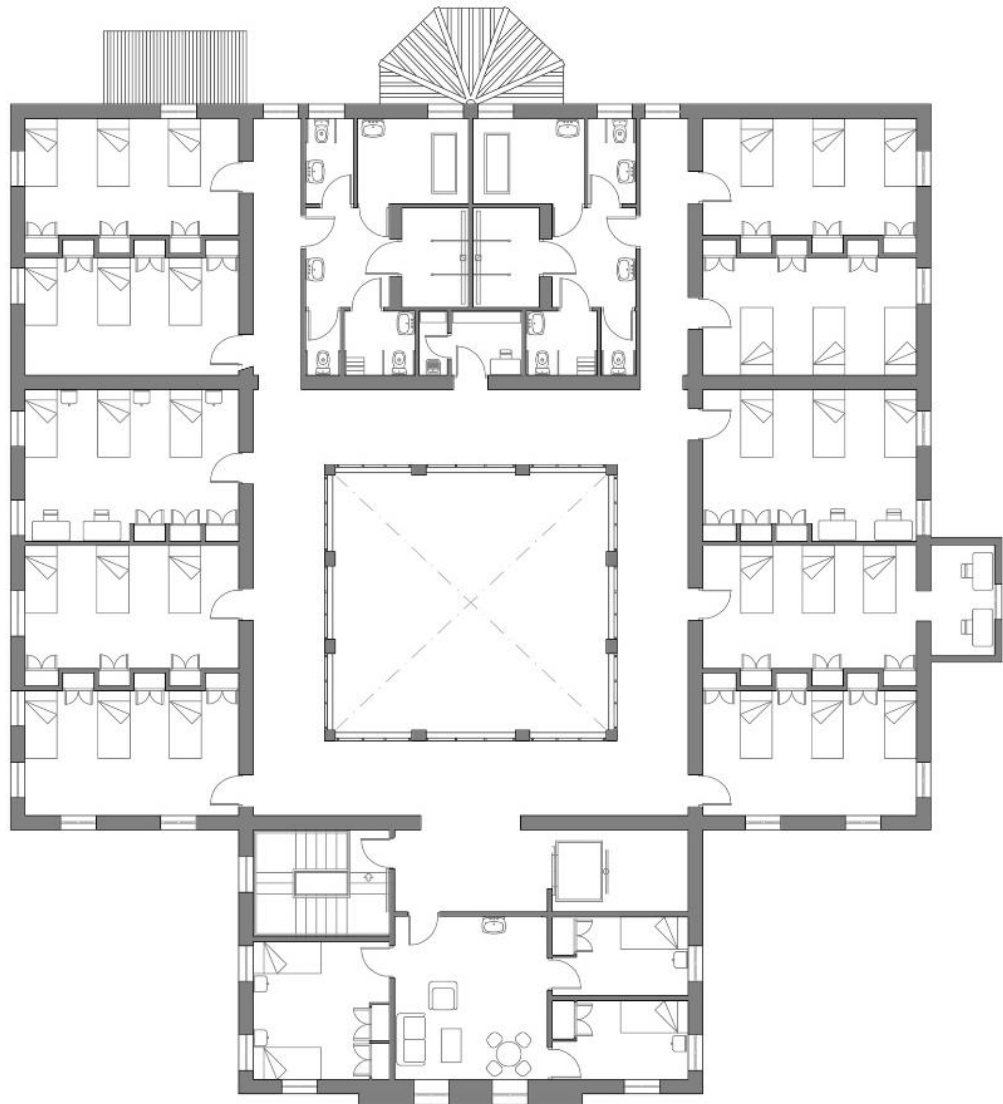


Figura 9: Planta primera – Actual (Autoria pròpia)

- Planta coberta: la coberta transitable és d'ús exclusiu de manteniment, sense formar part del programa de l'edifici. Les cobertes inclinades són de teula àrab per facilitar l'evacuació de les aigües pluvials.

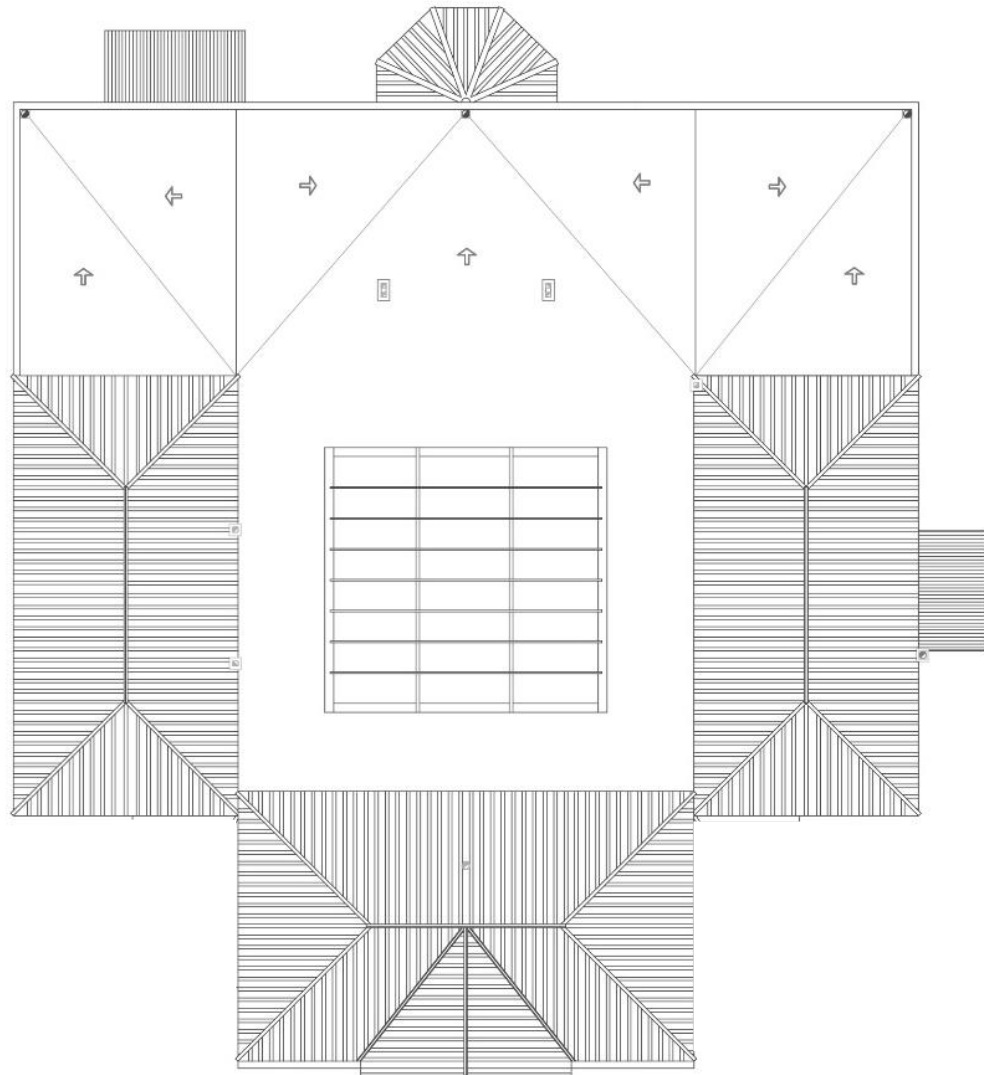


Figura 10: Planta coberta – Actual (Autoria pròpia)

Alçats:

Els quatre alçats tenen el mateix tractament, ja que és un edifici aïllat sense edificis confrontants, és a dir, amb les quatre façanes vistes. És clar que l'alçat principal posseïx més decoració per a diferenciar-lo, sent aquesta un rematat de diferent color, remarcant el cos central.

En les façanes es van obrint una sèrie de finestres esveltes, que en molts casos es repetixen tant en planta baixa com en planta primera. A nivel cromàtic es compon de tons vermellosos, ataronjats i ocres.

- Alçat principal:



Figura 11: Alçat frontal (Autoria pròpia)

- Alçat lateral:

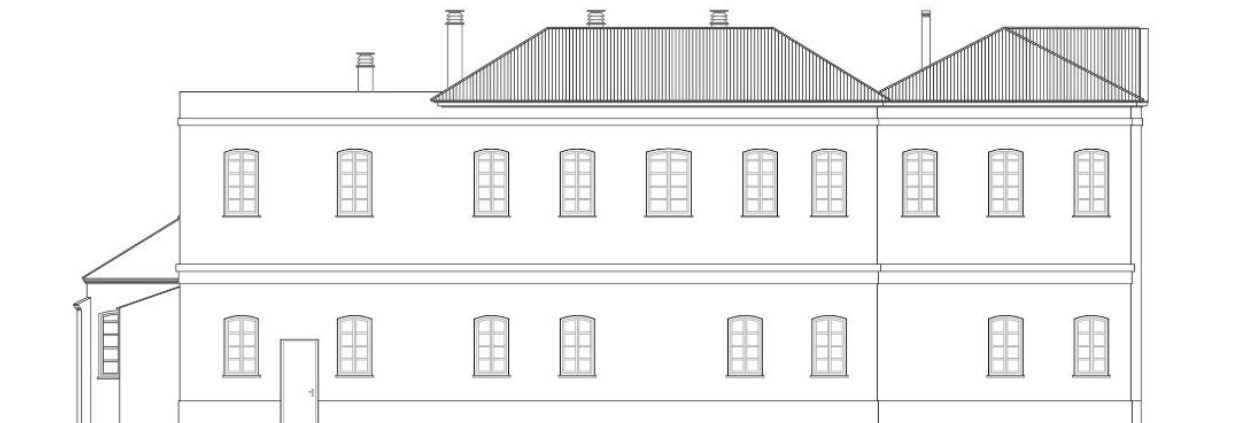


Figura 12: Alçat lateral (Autoria pròpia)

- Secció frontal:

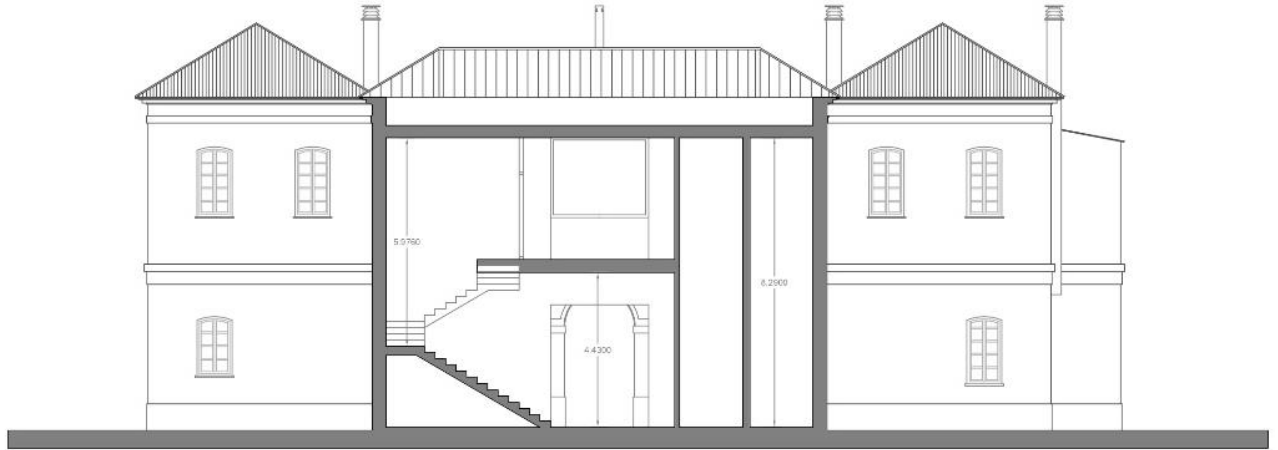


Figura 13: Secció (Autoria pròpia)

3.3 FOTOGRAFIA

Les fotografies són d'autoria pròpia, fetes a data de juny del 2022.

- Façana principal:



Figura 14: Façana principal (Autoria pròpia)

- Façana lateral:



Figura 15: Façana lateral (Autoria pròpia)

3.4 QUADRE DE SUPERFÍCIES

A continuació es mostra les sales originals de l'edifici amb la seua superfície útil [10]:

ZONES		SUP. ÚTIL (m ²)
PLANTA BAIXA	Vestíbul	30'10
	Consergeria	7'50
	Centralització	6
	Ascensor	8'80
	Escala	4'50
	Direcció	21'28
	Vestíbul de personal	6'21
	Vestidor de personal	5'94
	Sala de personal	16'80
	Vestíbul Servici sanitari	4'20
	Bany	6'38
	Lavabo	3'60
	Psiquiatria	12'84
	Dormitori Infermeria	6'60
	Sala Usos múltiples	144
	Bany	3'50

PLANTA BAIXA	Vestíbul Intendència	11'88
	Vestidor Intendència	6'05
	Governanta i bugaderia	22
	Cuina i ofici	37'20
	Dispensa	5'58
	Menjador	71'28
	Vestíbul Centre de dia	3
	(Taller)	12'90
	Sala 1	43'20
	Sala 2	25'92
	Sala 3	41'16
	Bany	5'40

PLANTA ALTA	Vestíbul	9'66
	Escala	11'40
	Ascensor	8'80
	Dormitori 1 (triple)	21'60
	Dormitori 2 (triple)	21'60
	Dormitori 3 (triple)	25'50
	Dormitori 4 (triple)	22'50
	Dormitori 5 (triple)	22'50
	Dormitori 6 (triple)	21'60
	Dormitori 7 (triple)	21'60
	Dormitori 8 (triple)	25'50
	Dormitori 9 (triple)	29'32
	Dormitori 10 (triple)	22'50
	Sala restringida	19'78
	Dormitori 11 (doble)	14'06
	Dormitori 12 (senzill)	8'36
	Dormitori 13 (senzill)	8'36
	Vigilància	5'10
	Lavabo discapacitats	5'10
	Serveis higiènics homes	27'37
Serveis higiènics dones	27'37	
Corredor Claustre	78'80	
Corredor esquerre	10'27	
Corredor Eixida emergència	10'27	

4 ELEMENTS CONSTRUCTIUS I SISTEMA ESTRUCTURAL

L'edifici té un sistema estructural relacionat directament amb la seua pròpia materialitat, on els murs de càrrega estan formats per murs de fàbrica de rajola, i els pilars i bigues són de formigó armat.

Gràcies a la informació obtinguda investigant l'obra de paleta, es pot saber que les particions i els esglaons de l'escala estan constituïts per rajola buida del 9; la resta de particions verticals per rajola buida del 7; i els murs de càrrega per rajola perforada del 11. L'última filada sempre està presa amb algeps. [10]

No s'ha pogut obtenir informació de la disposició de l'estructura, per això s'ha recorregut a fer una hipòtesi d'aquesta, on es pot observar la distribució de suports i murs, i les mesures corresponents.

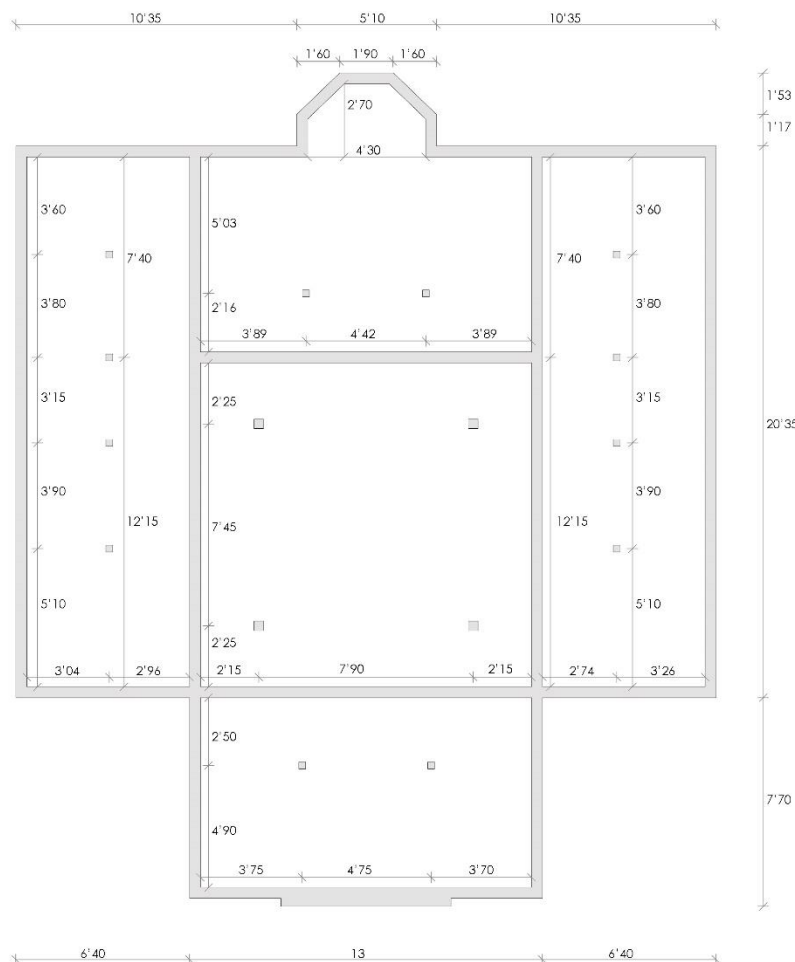


Figura 16: Disposició de l'estructura (Autoria pròpia – Veure annex 12.1)

4.1 FONAMENTACIÓ

És l'element constructiu més comprometedor, ja que no és apreciable en cap punt del terreny, fent que a partir de certes referències es puguin estimar les seues característiques.

Una problemàtica existent és que el terreny és argilenc en la seua cara superior, i a majors profunditats apareixen graves i llastos en general, amb una orografia sensiblement horitzontal. [11]

En l'última remodelació i rehabilitació efectuada a l'edifici al 2000, per a l'execució de la fonamentació dels nous pilars, es va procedir a un buidatge previ fins a una profunditat d'un metre sobre el nivell actual del terreny, sent argilenc en aquest nivell. En aquesta fase de la construcció es va tractar la fonamentació mitjançant sabates aïllades armades, esbiaixades segons el projecte amb profunditats variables, mai menors de 80 cm per davall de la cota natural del terreny.

Pel que fa als murs de càrrega, s'estima que l'edifici disposa d'una fonamentació correguda davall d'ells. Segons l'exposat sobre les fonamentacions en edificació històrica per la catedràtica de construcció de la Universitat Politècnica de València, Liliانا Palaia Pérez, les profunditats que s'aconsegueixen en aquest tipus de fonamentació són d'entre 1'50 i 4'50 m, sempre depenent de les característiques de l'obra construïda i de les càrregues que es transmeten al terreny. [12]

La fonamentació està realitzada amb formigó H-170 armat en la part reformada, i de maçoneria i argamassa baix dels murs.

4.2 FORJAT

Un forjat és un element estructural superficial compost per diversos elements i materials, que en el seu conjunt formen una superfície plana. Aquesta superfície és l'encarregada de la formació de pisos i plans de coberta. El seu objectiu és rebre les càrregues que graviten sobre ell i transmetre-les a les bigues o murs de càrrega. [13]

En aquest edifici conviuen dos tipologies de forjats parcialment diferents quant a la materialitat, segons una estimació. En primer lloc, junt a la façana principal trobem un forjat unidireccional amb revoltos de formigó, biguetes autorresistents i jàssera plana (Tipus 1), mentre que en segon lloc apareix un forjat amb biguetes de fusta i entrebigat ceràmic (Tipus 2).

També s'ha fet una hipòtesi del forjat, degut a la poca informació que s'ha pogut recol·lectar. A continuació es mostra un esquema de la possible disposició del forjat:

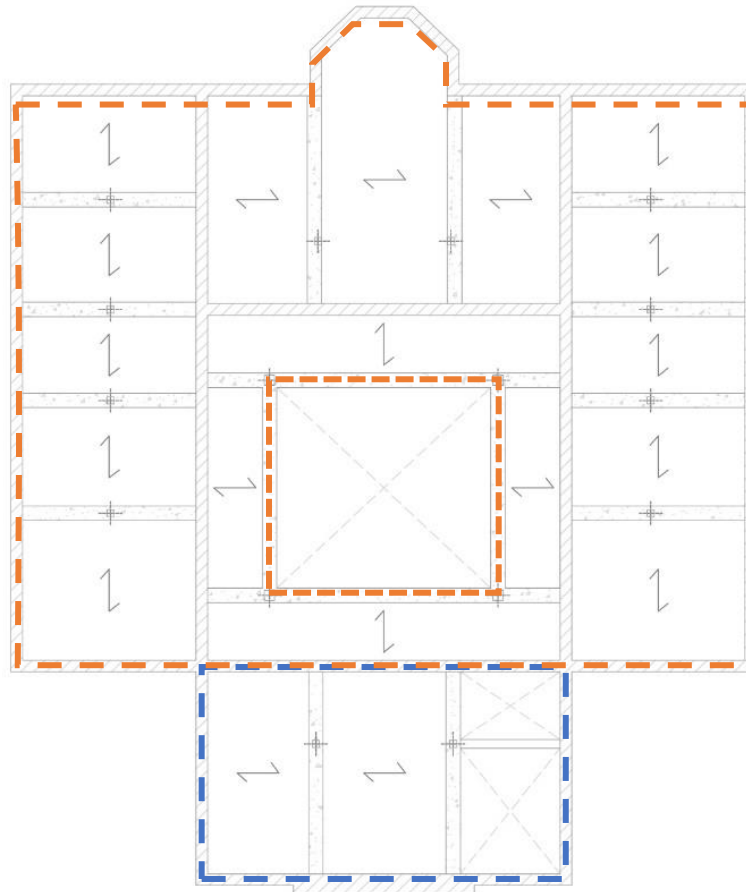


Figura 17: Direcció del forjat (Autoria pròpia – Veure annex 12.2)

Tipus 1 — —

Tipus 2 — —

Tipus 1

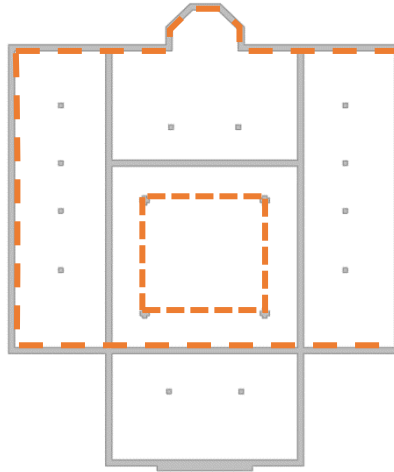
Es tracta d'un forjat unidireccional de 30 cm de cantell, compost per biguetes autorresistents i entrebigat de revoltons de formigó prefabricat, i jàssera plana, amb el corresponent paviment d'acabat.

Aquest forjat va ser constituït en la reforma de l'any 2000, a conseqüència del canvi d'ús, i pel deteriorament de l'anterior. No es va afegir una nova cruïxa al primer nivell, però el forjat de coberta va ser transformat per complet amb aquest tipus.

Tipus 2

La tipologia emprada en aquesta part és la composta per biguetes de fusta i entrebigat ceràmic, molt comú en la regió valenciana per la seua simplicitat i rapidesa d'execució.

Una seqüència de biguetes suporten xicotetes voltes rebaixades de canó, conformades per rajoles ceràmiques massisses. Damunt d'aquestes rajoles es disposa una xicoteta capa de compressió formada per morter o per arena, després una capa de morter de subjecció i finalment el paviment. La configuració general d'aquest tipus de forjat es formalitza introduint els caps de les bigues en els murs, sense estructura secundària, però en aquest cas, en la sala central sí que s'utilitza estructura secundària degut a la doble altura o pati de llums.



Les biguetes són els elements que suporten el pes propi del forjat i transmeten les càrregues. En aquest cas no ha sigut possible saber les dimensions de les esquadres de fusta, com tampoc el tipus de fusta utilitzat.

En la regió de València, el tipus de fusta més utilitzat en la construcció és el pertanyent a la família de la Pinaceae, més concretament el *Pinus nigra* i el *Pinus sylvestris*, ambdós coníferes.

- *Pinus nigra*: també s'anomena Pi negral o *laricio*. Té l'escorça gris cendra o platejada en exemplars joves i castanya obscura en els adults. Les rames tenen tons vermellorsos o ataronjats, i pot sobrepassar els 40 m d'altura. La qualitat de la fusta varia depenent de la regió on es troba. Bastant resinós, s'utilitza en construcció, en fusteria i en construcció naval. [14]
- *Pinus sylvestris*: Arbre de gran port que pot assolir els 40 m d'altura. El tronc és gros i es caracteritza perquè la seua part superior adquireix un to ataronjat al perdre la part grossa de l'escorça i deixar descoberta la part interna. Té la fusta més apreciada de tots els pins ibèrics. S'utilitza en construcció i fusteria, especialment en entramats i bigam. [15]

4.3 MURS DE CÀRREGA

Són elements superficials disposats verticalment, que formen part de l'estructura portant. La tipologia corresponent als de l'edifici és la de murs de càrrega de rajola ceràmica. Formen les façanes principals i algunes particions de mitgeria.

La fàbrica de rajola sol ser pròpia de les zones de caràcter més urbà. La seua grossària habitual varia de mig peu a dos peus, encara que l'habitual és trobar murs d'un a mig peu. Les rajoles, que tenien una dimensió aproximada de 5 x 12 x 25 cm, es rebien mitjançant morter de calç, algeps o la mescla dels dos. La grossària de les juntes varia segons els recursos econòmics. Menys recursos, juntes de major grossària. [16].

Segons la informació recollida, els murs tenen una amplària de 40 cm.

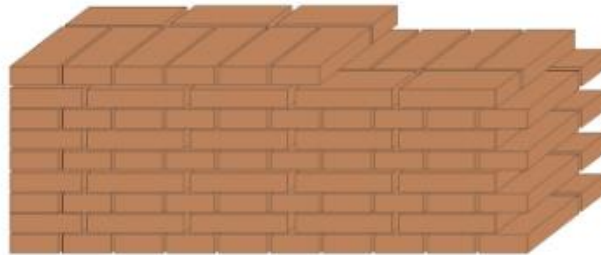
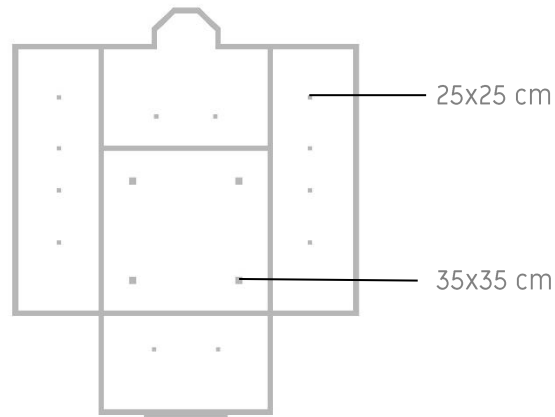


Figura 18: Possible esquema de col·locació [17]

4.4 SUPORTS

Els suports disposats a l'edifici són de formigó armat, de planta quadrada i les dimensions oscil·len entre dos tipus. Els pilars de 25 x 25 cm conformen les sales laterals, la sala principal i la sala posterior, sempre les que donen a l'exterior. L'altre tipus té una dimensió de 35 x 35 cm, i estan disposats en la sala central i formant un quadrat. Aquest quadrat és el corresponent a la doble altura central. Aquests mateixos pilars, en la planta de dalt es fan de 25 x 25 cm, i també delimiten la doble altura.

A continuació es mostra un esquema per a diferenciar la disposició dels pilars en planta baixa:



4.5 COBERTA

En la coberta podem trobar dos tipus completament diferents. Un és una coberta inclinada amb teula àrab sobre un tauler ceràmic recolzat en paredó *palomero* i aïllant tèrmic, definit en la figura 21, i l'altre és una coberta plana transitable amb formació de pendent conformada per formigó alleugerat i impermeabilització amb tela asfàltica.

El paredó *palomero* o *conejero* s'utilitza per a dotar de certa pendent les cobertes de teula, i evitar així que l'aigua de pluja es pugui clavar davall de les teules i provocar goteres innecessàries. Les rajoles han d'estar separades per crear buits de ventilació, d'aquesta forma aconseguim un doble objectiu: formar la pendent necessària i evitar els efectes de condensació.

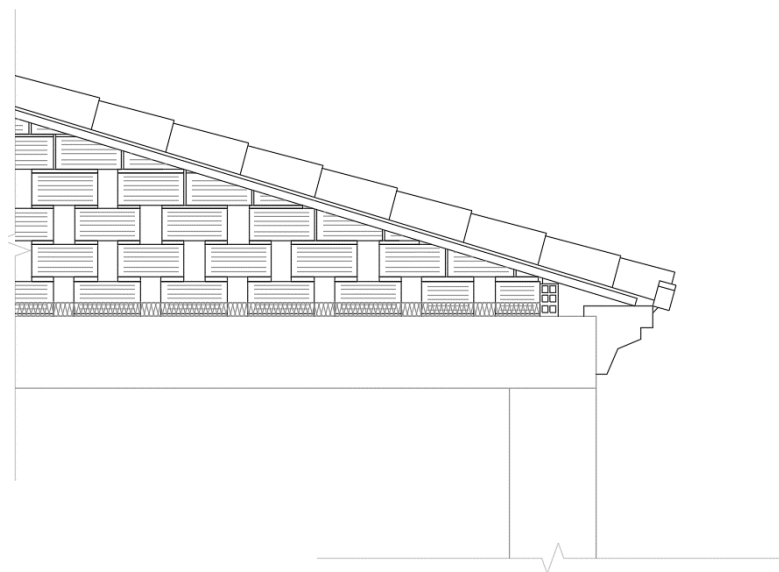


Figura 19: Coberta inclinada (Autoria pròpia)

La coberta plana transitable és va construir quan es va fer la remodelació a l'any 2000, ubicant-se en la zona on es van efectuar les demolicions per a adaptar l'edifici a les condicions necessàries i requerides.

5 PROPOSTA CANVI D'ÚS

L'ús actual de l'edifici és el de residència per a persones amb discapacitats psíquiques, però en aquest TFG es va a analitzar un canvi d'ús. El proposat és un futur museu, degut a que és un edifici públic que permet el lliure moviment de les persones.

Per a efectuar aquest canvi cal realitzar reformes, demolicions o canvis en la distribució actual. Així s'obté una millor composició del conjunt al que es va a destinar, formant sales més diàfanes per a acompanyar la comunicació establida.

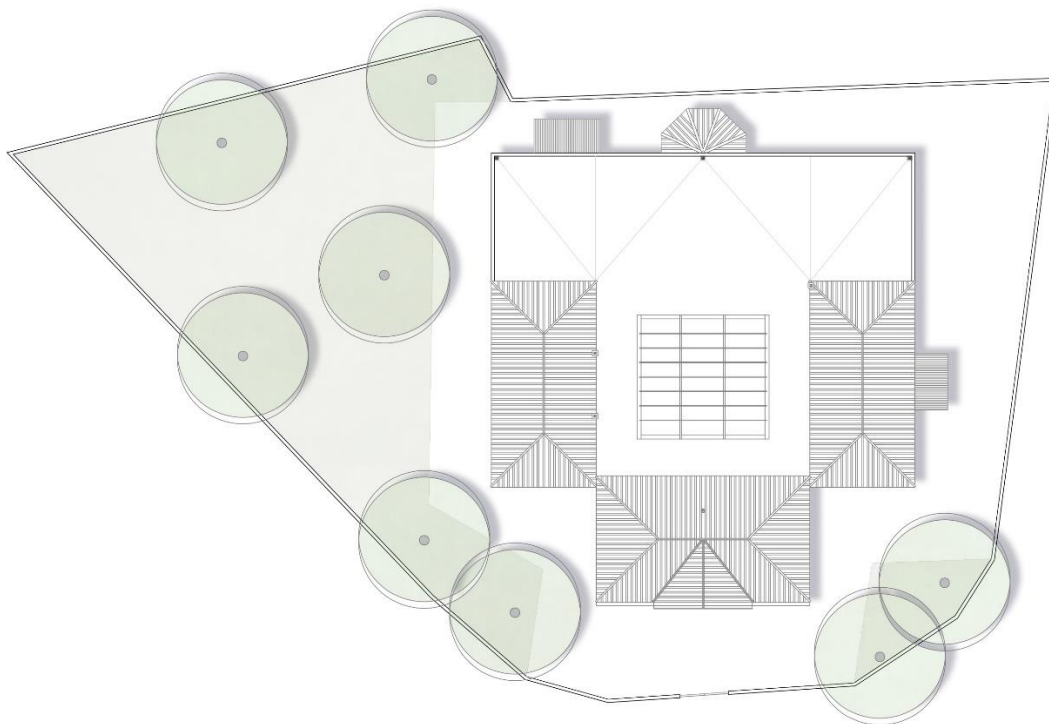


Figura 20: Planta entorn - Projecte (Autoria pròpia)

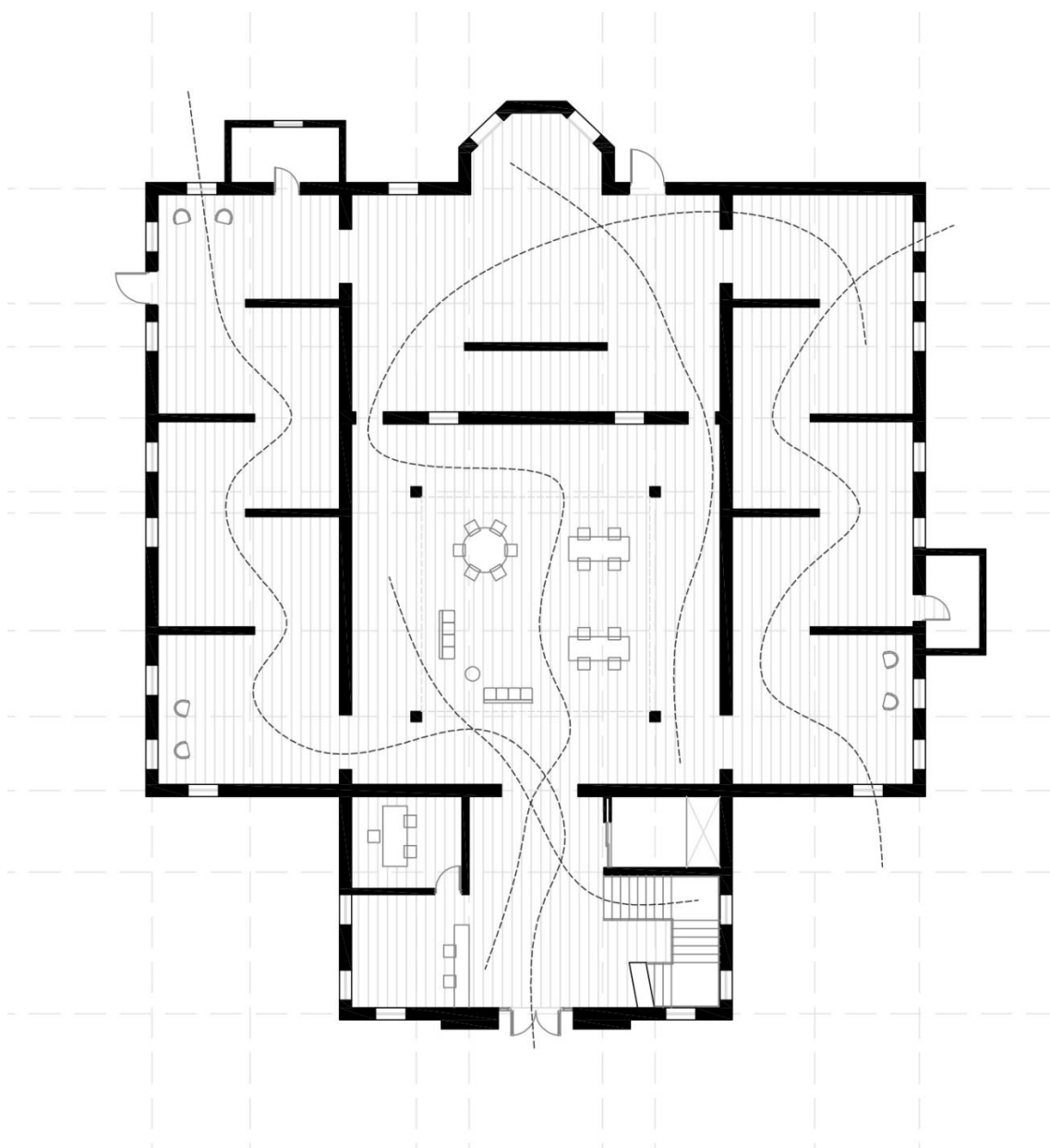


Figura 21: Planta baixa - Projecte (Autoria pròpia)

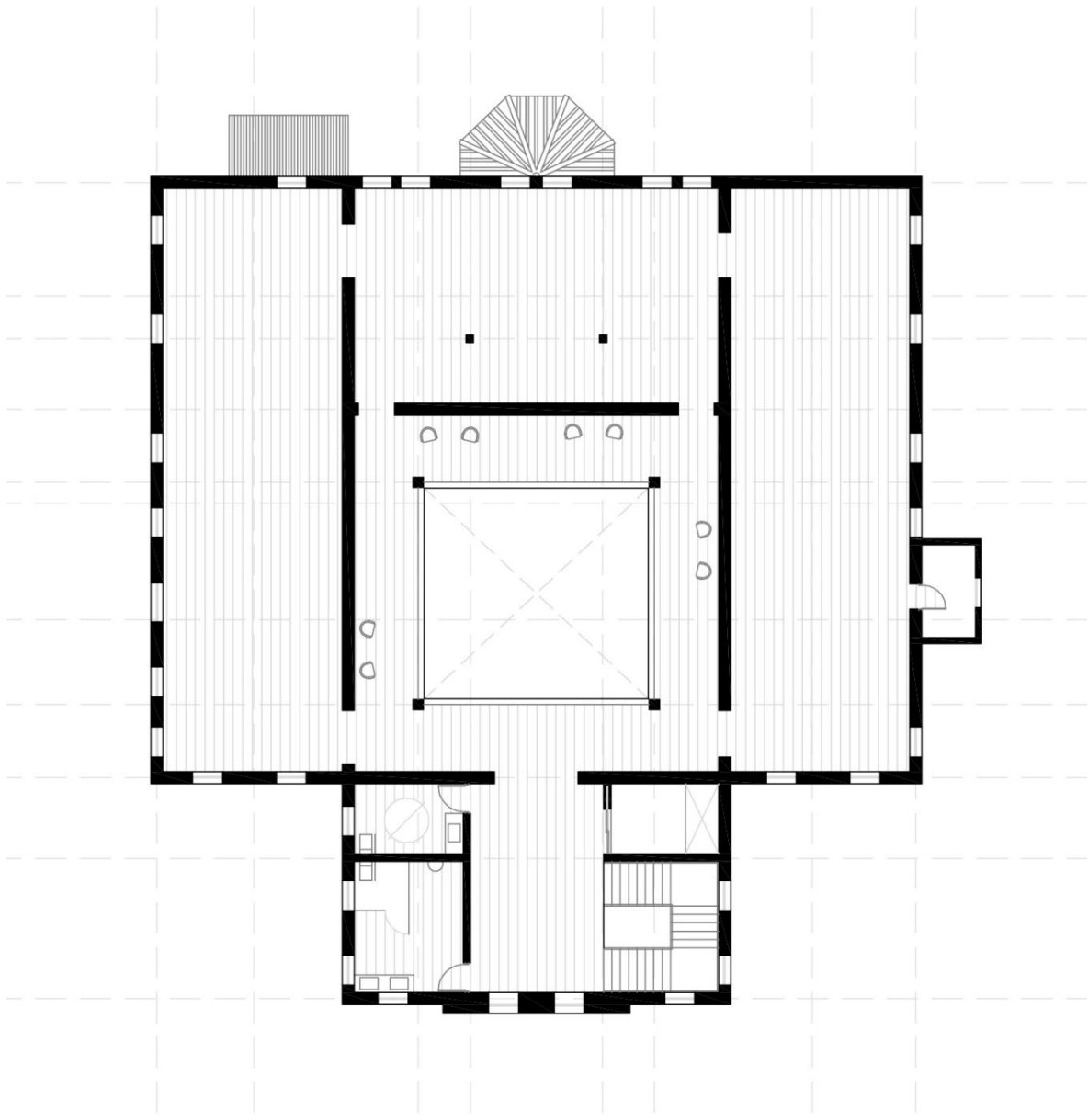


Figura 22: Planta primera - Projecte (Autoria pròpia)

Respecte als alçats, s'ha decidit mantenir-los com són actualment, degut a que l'aspecte exterior de l'edifici no ha canviat pràcticament al llarg del temps. Per això, deixar-lo com és i sent l'ús destinat un museu històric, la millor opció és no actuar en ells.

Per poder executar açò, les finestres sofriran un tractament per fer-les més opaques, i així no condemnar les obres a contrallum. D'aquesta manera, s'evita el deteriorament per efecte fotoquímic, efecte similar al del flash que trenca alguns pigments de les obres.

6 MODEL DE L'EDIFICI

Primerament s'ha realitzat el model de l'edifici amb ANGLE junt a AutoCad. Amb aquestes aplicacions s'ha modelitzat i s'ha fet l'anàlisi estructural, tenint en compte que es tracta d'un edifici del segle XX. El procés s'ha dut mitjançant un alçament de les distintes plantes.

La ferramenta ANGLE es desenvolupa en dos mòduls, un primer que se implementa sobre un programa de CAD, amb menús i ordres, en el que es realitza el model de càlcul. Ací, cada barra i element finit te assignat un material i una secció, apart de les càrregues que suporta. El segon mòdul és el propi programa en el que es realitza el càlcul, l'anàlisi de sol·licitacions, el dimensionament de l'estructura i l'obtenció de dades i resultats.

Aquesta aplicació té una versatilitat total que permet calcular tot aquell que es pot dibuixar, ja siguen obres o elements singulars.

Per a poder disposar les càrregues, s'han modelitzat les superfícies que les suporten mitjançant àrees de repartiment. Aquestes no són visibles en el model 3D que es mostra a continuació.

També s'ha utilitzat diferents colors en la materialització, per tal de veure una clara diferència entre ells.

El model de les imatges següents s'ha realitzat amb Architrave® [18], degut a la senzillesa de poder veure i traure el model en 3D.

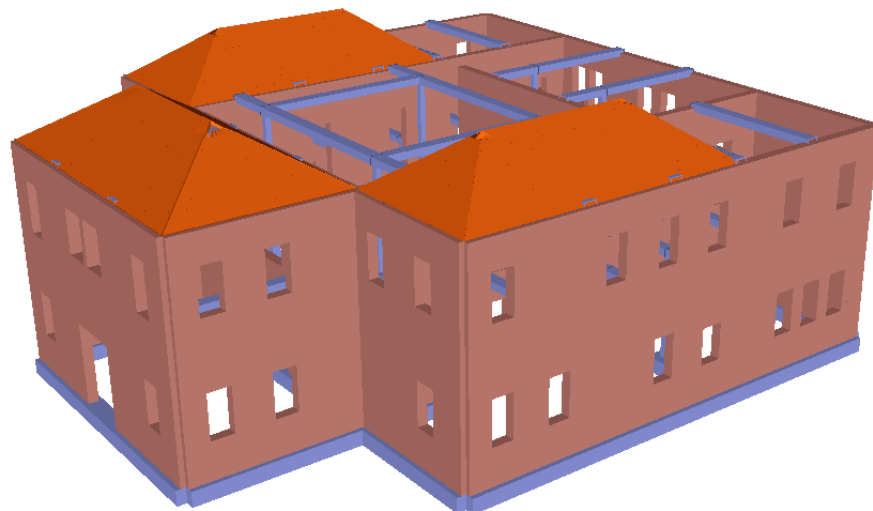


Figura 23: Modelització de l'edifici (Autoria pròpia)

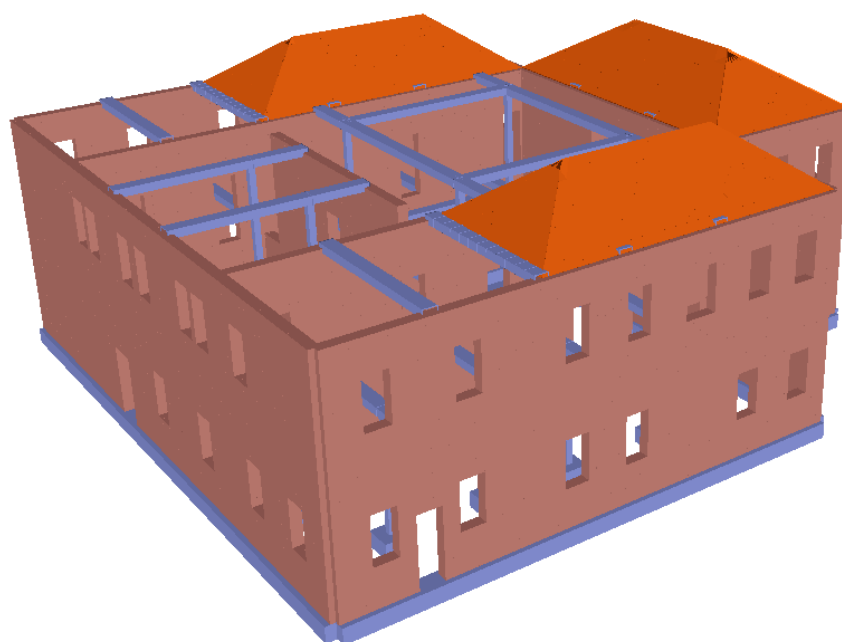


Figura 24: Modelització de l'edifici (Autoria pròpia)

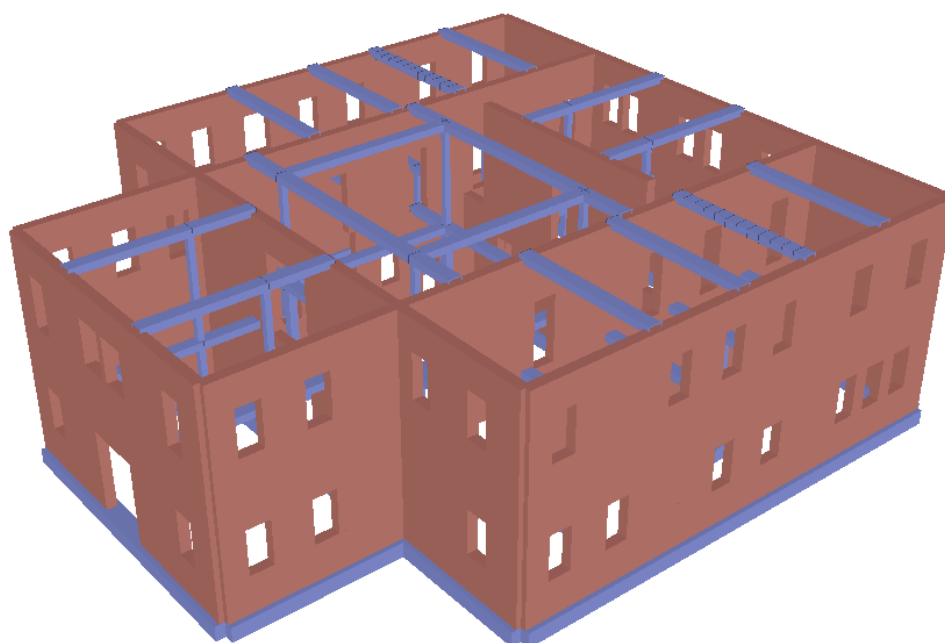


Figura 25: Modelització de l'edifici sense coberta (Autoria pròpia)

En les següents figures es mostra l'aspecte general de la distribució de l'estructura, per poder diferenciar l'entramat format per pilars i bigues.

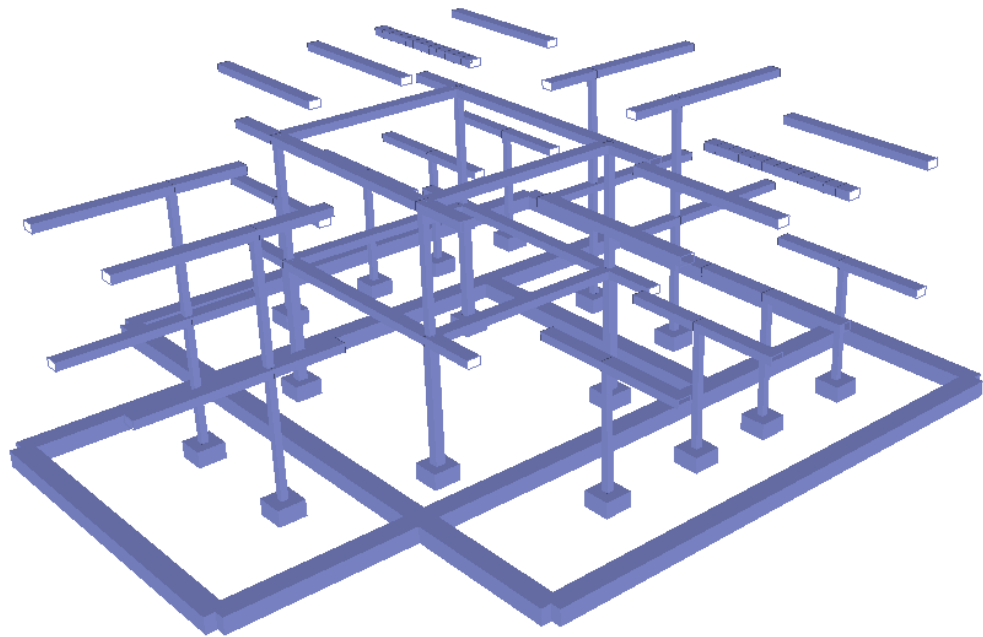


Figura 26: Modelització de l'estructura (Autoria pròpia)

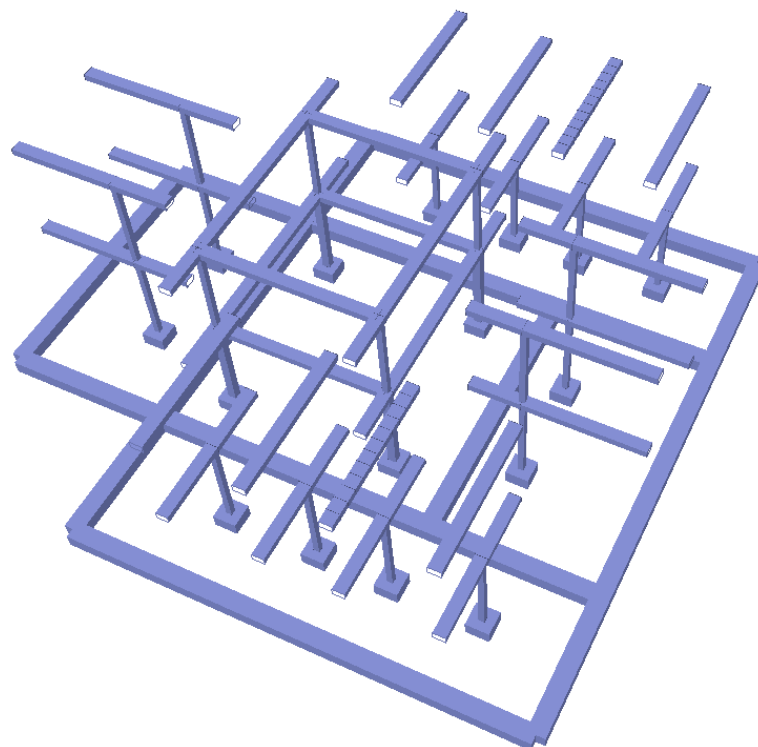


Figura 27: Modelització de l'estructura (Autoria pròpia)

7 ESTIMACIÓ DE CÀRREGUES

Com s'ha comentat abans, l'objectiu principal d'aquest TFG és determinar la viabilitat del canvi d'ús actual a un amb més càrrega. Per a fer açò, cal analitzar les accions que intervenen en el conjunt edificat. Com que la data inaugural de l'edifici és de 1900, no és possible estimar les accions que en el seu dia es varen tindre en compte. Però sí és possible estimar les vigents a la data de la reforma, on estava en vigor la Normativa d'Accions en l'Edificació de l'any 1988. Seran aquestes dades les que considerem com a inicials, i compararem amb les actuals corresponents al Codi Tècnic de l'Edificació.

7.1 ESTAT INICIAL (NORMA NBE-AE-88)

GRAVITATÒRIES HIP - 01

A partir de les tables de la NBE-AE-88 [19] s'estimen els pesos propis dels elements estructurals i constructius.

Pes propi del forjat Tipus 1

Forjat unidireccional de 30 cm de cantell, compost per biguetes autorresistents i entrebigat de revoltos de formigó prefabricat, amb el corresponent paviment d'acabat.

Forjat amb bigueta autorresistent i revoltó de formigó	1'80 KN/m ²
Capa de compressió de morter	1'25 KN/m ²
Linòleum de goma + capa de morter	0'50 KN/m ²
Fals sostre d'escaiola	0'25 KN/m ²
Particions de rajola buida del 9 + arrebossat d'algeps a ambdós costats	1'24 KN/m ²
Total	5'04 KN/m²

Pes propi del forjat Tipus 2

Forjat unidireccional de biguetes de fusta amb entrebigat de volta ceràmica, capa de compressió de morter i paviment.

Forjat amb bigueta de fusta i volta ceràmica	1'60 KN/m ²
Capa de compressió de morter	1'25 KN/m ²
Linòleum de goma + capa de morter	0'50 KN/m ²
Fals sostre d'escaiola	0'25 KN/m ²
Particions de rajola buida del 9 + arrebossat d'algeps a ambdós costats	1'24 KN/m ²
Total	4'84 KN/m²

Per calcular el pes propi del forjat amb bigueta de fusta i volta ceràmica d'1'60 KN/m² s'ha recorregut als següents procediments:

De la tabla mostrada a continuació s'agafa el forjat amb un IPN240 de doble *rasilla*, sent el més desfavorable del seu grup. Aquest forjat té un pes equivalent de 2'50 KN/m².

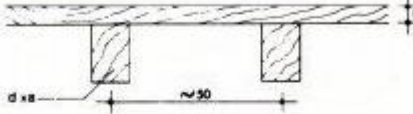
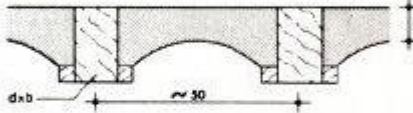
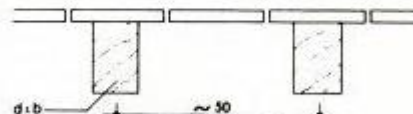
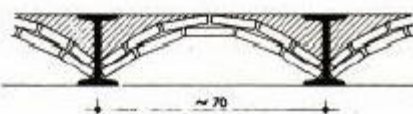
Tabla 2.5 (Continuación)						
Peso de elementos constructivos						
F. Pisos	Dimensiones		Peso kg/m ²			
Viguetas de madera y entarimado 	<i>t</i>	<i>d</i> × <i>b</i> (cm)				
	2,5 cm	16 × 10		40		
	3,0 cm	20 × 12		55		
	3,5 cm	24 × 14		70		
Viguetas de madera y bovedillas de yeso 	<i>t</i>	<i>d</i> × <i>b</i> (cm)				
	8 cm	16 × 10		100		
	10 cm	20 × 12		130		
	12 cm	24 × 14		160		
Viguetas de madera y tablero de ladrillo 	Tablero	<i>d</i> × <i>b</i> (cm)				
	Tablero de rasilla (3 cm)	16 × 10 20 × 12 24 × 14		60 70 80		
	Tablero de hueco (4,5 cm)	16 × 10 20 × 12 24 × 14		80 90 100		
	Tablero doble de rasilla (2 × 3 + 1 = 7 cm)	16 × 10 20 × 12 24 × 14		120 130 140		
	Viguetas metálicas y bovedillas de ladrillo 	Bovedilla		PN (cm)		
		Bovedilla doble de rasilla		10 16 20 24		130 170 210 250
		Bovedilla triple de rasilla (3 × 3 + 2 = 11 cm)		16 20 24		200 240 280

Figura 28: Tabla NBE-AE-88 [19]

El perfil metàl·lic corresponent té un pes propi de 36'00 Kg/m, que dividit per la seua altura en metres ens dona un valor de 150 Kg/m². Aquest pes és equivalent a 1'50 KN/m².

Al restar-li el pes del perfil al forjat ens queda un valor d'1'00 KN/m². Ara, al afegir-li el pes específic aparent de la fusta de pi estimada que és de 600 Kg/ m³, ens dona el resultat d'1'60 KN/m² mostrat en el desglossament anterior.

C. Maderas	
Maderas resinosas:	
Pino, pinabete, abeto	600
Pino tea, pino melis	800
Maderas frondosas:	
Castaño, roble, nogal	800

Figura 29: Tabla NBE-AE-88 [19]

Pes propi dels tancaments de façana i mitgeria

Mur de càrrega conformat per rajola perforada	15'00 KN/m²
Particions de rajola buida del 9 + arrebossat d'algeps a ambdós costats	1'24 KN/m²

Pes propi de l'acabament de coberta sobre forjat

Coberta no transitable inclinada, amb teula àrab sobre un tauler ceràmic recolzat en paredó *palomero* i aïllant tèrmic. Ací no es compta el forjat, sols els elements que conformen la coberta.

Teula àrab corrent	0'50 KN/m ²
Tauler ceràmic de 1 fulla + algeps	0'50 KN/m ²
Paredó <i>palomero</i> de rajola buida	0'60 KN/m ²
Total	1'60 KN/m²

Tabla 2.3 Peso específico de líquidos	
Material	Peso específico kg/m ³
Aceite de creosota	1.100
Aceite de linaza	940
Aceite de oliva	920
Aceite de ricino	970
Aceite mineral	930
Acetona	790
Acido clorhídrico al 40%	1.200
Acido nítrico al 40%	1.250
Acido sulfúrico al 50%	1.400
Agua	1.000
Alcohol etílico	800
Anilina	1.040
Bencina	700
Benzol	900
Carveza	1.030
Gasolina	750
Leche	1.030
Petróleo	800
Sulfuro de carbono	1.290
Vino	1.000

Tabla 2.4 Peso de fábricas y macizos	
Elemento	Peso kg/m ³
A. Sillería	
De basalto	3.000
De granito	2.800
De caliza compacta o mármol	2.800
De arenisca	2.600
De arenisca porosa o caliza porosa	2.400
B. Mampostería con mortero	
De arenisca	2.400
De basalto	2.700
De caliza compacta	2.600
De granito	2.600
C. Fábrica de ladrillo	
Cerámico macizo	1.800
Cerámico perforado	1.500
Cerámico hueco	1.200
Silicocalcáreo cerámico	2.000
D. Fábrica de bloques	
Bloque hueco de mortero (pesado)	1.600
Bloque hueco de mortero (ligero)	1.300
Bloque hueco de yeso	1.000
E. Hormigones	
Armado	2.500
En masa	2.300
De cascots de ladrillo	1.900
De escoria	1.600

Tabla 2.5 Peso elementos constructivos	
	Peso kg / m ²
A. Tabiques (sin revestir)	
Tabique de rasilla (3 cm) .	40
Tabique de ladrillo hueco (4,5 cm) .	60
Tabicón de ladrillo hueco (9 cm) .	100
Tabicón de ladrillo hueco (12 cm) .	140
B. Revestimientos (por cm de grueso)	
Enfoscado o revoco de cemento	20
Revoco de cal, estuco	16
Guarnecido de yeso	12
C. Pavimentos	
Baldosa hidráulica o cerámica:	
Grueso total, incluso relleno: 3 cm.	50
Grueso total, incluso relleno: 5 cm.	80
Grueso total, incluso relleno: 7 cm.	110
Tarima de 2 cm sobre rastrel recibido con yeso	30
Parquet sobre tarima de 2 cm y rastrel	40
Corcho aglomerado sobre tarima de 2 cm con rastrel	40
Terrazo sobre mortero (5 cm de espesor total)	80
Linóleo o losetas de goma sobre capa de mortero de 2 cm.	50
D. Forjados de cubierta	
Enlistonado	5
Tablero de madera de 2,5 cm.	15
Tablero de rasilla (1 hoja)	40
Tablero de rasilla (2 hojas)	100
Tablero de rasilla (1 hoja), tendido de yeso	50
E. Materiales de cobertura	
Una capa de cartón embreado	5
Dos capas de cartón embreado	15
Pizarra (1/2 vista)	20
Pizarra (1/3 vista)	30
Plancha ondulada de fibroasfalto	5
Plancha ondulada de fibrocemento	15
Plancha de plomo (1,5 mm)	18
Plancha de zinc (1 a 1,2 mm)	10
Teja curva ligera (1,6 kg por pieza)	40
Teja curva corriente (2,0 kg por pieza)	50
Teja curva pesada (2,4 kg por pieza)	60
Teja plana ligera (2,4 kg por pieza)	30
Teja plana corriente (3,0 kg por pieza)	40
Teja plana pesada (3,6 kg por pieza)	50

Figura 30: Tables NBE-AE-88 [19]

SOBRECÀRREGA D'ÚS HIP – 02

Les sobrecàrregues d'ús per a les distintes zones a analitzar són:

Forjat en zona de dormitori	2 KN/m²
Forjat en coberta sols per a manteniment	1 KN/m²
Forjat en zona comú	3 KN/m²

NEU HIP – 03

Segons l'article 4.4 de la NBE-AE-88 [19]:

4.4. Sobrecarga sobre superficie inclinada

La sobrecarga de nieve sobre una superficie de cubierta que forme el ángulo α con el plano horizontal, que no ofrezca impedimento al deslizamiento de la nieve, tendrá por metro cuadrado de proyección horizontal el valor siguiente:

$$\begin{array}{ll} \alpha \leq 60^\circ & p \cdot \cos \alpha \\ \alpha > 60^\circ & \text{cero} \end{array}$$

siendo p el valor de la sobrecarga sobre superficie horizontal

Cuando la superficie de cubierta tenga resaltos u otros obstáculos que impidan el deslizamiento natural de la nieve, se tomará, cualquiera que sea el ángulo α , sobrecarga por metro cuadrado de proyección horizontal de valor p .

Carlet, on es situa l'edifici, té una altitud topogràfica de 48 metres sobre el nivell del mar. Aquesta baixa altitud es deu a que es troba molt prop del mar.

Altitud topográfica h m	Sobrecarga de nieve kg/m ²
0 a 200	40
201 a 400	50
401 a 600	60
601 a 800	80
800 a 1.000	100
1.001 a 1.200	120
> 1.200	$h: 10$

Figura 31: Tabla NBE-AE-88 [19]

En el cas de l'edifici, l'angle $\alpha = 30^\circ$, per tant $\alpha \leq 60^\circ$. El valor de la neu s'obté com $p (= 0,4) \cdot \cos \alpha (= \cos 30) = \mathbf{0'346 \text{ KN/m}^2}$.

7.2 ESTAT PROPOSAT (NORMA CTE-DB-SE-AE)

PERMANENTS HIP - 01

Pes propi del forjat Tipus 1

Forjat unidireccional de 30 cm de cantell, compost per biguetes autorresistents i entrebigat de revoltons de formigó prefabricat, amb el corresponent paviment d'acabat.

Forjat unidireccional	4'00 KN/m ²
Parqué sobre <i>rastreles</i>	0'40 KN/m ²
Fals sostre d'escaiola	0'20 KN/m ²
Particions autoportants d'algeps (15+46+15)	0'27 KN/m ²
Total	4'87 KN/m²

Pes propi del forjat Tipus 2

Forjat unidireccional de biguetes de fusta amb entrebigat de volta ceràmica, capa de compressió de morter i paviment.

Forjat amb bigueta de fusta i volta ceràmica	1'60 KN/m ²
Capa de compressió de morter	1'25 KN/m ²
Parqué sobre <i>rastreles</i>	0'40 KN/m ²
Fals sostre d'escaiola	0'20 KN/m ²
Particions autoportants d'algeps (15+46+15)	0'27 KN/m ²
Total	3'72 KN/m²

Els dos tipus de forjats redueixen el seu pes propi de la norma AE-88 a la DB-AE degut a que s'han dissenyat elements constructius més lleugers.

Pes propi dels tancaments de façana i mitgeria

Mur de càrrega conformat per doble fulla de rajola perforada	7'00 KN/m²
Particions autoportants d'algeps (15+46+15)	0'27 KN/m²

Pes propi de la coberta

Coberta no transitable inclinada, amb teula àrab sobre un tauler ceràmic recolzat en paredó *palomero* i aïllant tèrmic.

Teula àrab	0'50 KN/m ²
Tauler ceràmic de 1 fulla + algeps	0'50 KN/m ²
Paredó palomero de rajola buida	1'00 KN/m ²
Aïllant tèrmic	0'02 KN/m ²
Total	2'02 KN/m²

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañoado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Materiales y elementos	Peso kN/m ²	Materiales y elementos	Peso kN/m ²
Aislante (lana de vidrio o roca)		Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de rasilla, una hoja	
Chapas grecadas, canto 80 mm,		una hoja sin revestir	0,40
Acero 0,8 mm espesor	0,12	una hoja más tendido de yeso	0,50
Aluminio, 0 8 mm espesor	0,04	Tejas planas (sin enlistonado)	
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Cartón embreado, por capa	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Enlistonado	0,05	Tejas curvas (sin enlistonado)	
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
Pizarra, sin enlistonado		corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
solape simple	0,20	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
solape doble	0,30	Vidriera (incluida la carpintería)	
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
		vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

Materiales y elementos	Peso kN/m ²	Materiales y elementos	Peso kN/m ²
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre)		Linóleo o loseta de goma y mortero	
0,03 m de espesor total	0,50	20 mm de espesor total	0,50
0,05 m de espesor total	0,80	Parque y tarima de 20 mm de espesor sobre rastreles	0,40
0,07 m de espesor total	1,10	Tarima de 20 mm de espesor rastreles recibidos con yeso	0,30
Corcho aglomerado		Terrazo sobre mortero, 50 mm espesor	0,80
tarima de 20 mm y rastrel	0,40		

Tabiques (sin revestir)	Peso kN/m ²	Revestimientos (por cara)	Peso kN/m ²
Rasilla, 30 mm de espesor	0,40	Enfoscado o revoco de cemento	0,20
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor	0,60	Revoco de cal, estuco	0,15
de 90 mm de espesor	1,00	Guarnecido y enlucido de yeso	0,15

Figura 32: Tables CTE DB-SE-AE [20]

SOBRECÀRREGA D'ÚS HIP – 02

Les sobrecàrregues d'ús per a les distintes zones a analitzar són:

Forjat en zona pública sense obstacles que impedisquen el lliure moviment de les persones	5 KN/m²
Forjat en coberta sols per a manteniment	1 KN/m²

NEU HIP – 03

Segons indica el CTE DB-SE-AE en l'article 3.5 [20]:

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve. En cubiertas accesibles para personas o vehículos, deben considerarse las posibles acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de la nieve. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta

En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° (para valores intermedios se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación.

sk valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

Capital	Altitud m	Sk kN/m ²	Capital	Altitud m	Sk kN/m ²	Capital	Altitud m	Sk kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,2	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	0	0,2
Córdoba	100	0,6	Oviedo	230	0,4	Valladolid	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,2	Palencia	740	0,5	Vitoria / Gasteiz	520	0,7
Cuenca	0	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,4
Gerona / Girona	1.010	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	70	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Ceuta y Melilla	0	0,2
	690	0,5			0,7			

Figura 33: Tabla CTE DB-SE-AE [20]

En el nostre cas, com que la coberta té una inclinació de 30° el valor $\mu = 1$, i al situar-se Carlet prop de València, el valor $s_k = 0,2$. El resultat de la càrrega de neu és de **0,2 KN/m²**.

VENT HIP – 04

Segons indica el CTE DB-SE-AE en l'article 3.3 [20]:

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

En general, los edificios ordinarios no son sensibles a los efectos dinámicos del viento. Este Documento Básico no cubre las construcciones de esbeltez superior a 6, en las que sí deben tenerse en cuenta dichos efectos.

La acción del viento puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

q_b presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m².

C_e coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2'0.

c_p coeficiente eólico o de presión

	Esbeltz en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coefficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

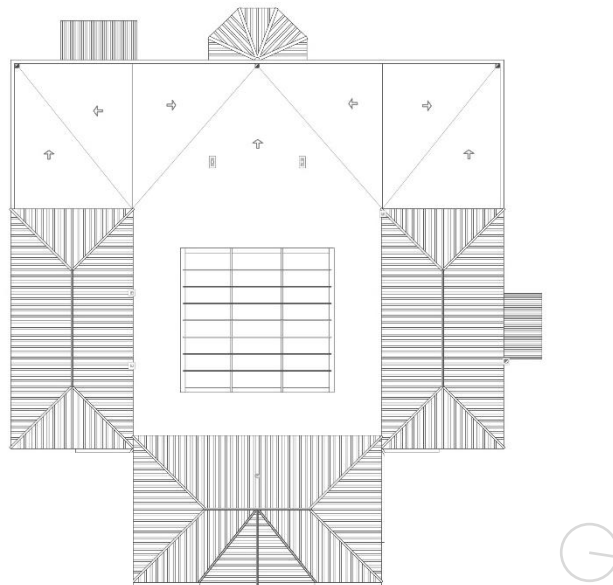
Figura 34: Tabla CTE DB-SE-AE [20]

Com l'Antic Hospital té una longitud de 30'75 m i una altura total d'uns 11 m, on l'esveltesa és el quocient entre la màxima altura i l'ample total en la direcció del vent. 11 dividit entre 30'75 ens dona un quocient de 0'36, per el que $c_p = 0'7$ i $c_s = -0'35$. La seua latitud és de 25'80 m, que al dividir 11 entre aquesta mesura ens dona un quocient de 0'42. Ací els valors de c_p i c_s són molt similars a l'anterior esveltesa, pel que s'utilitza els calculats abans. És un edifici massic amb continuïtat del forjat. Com a resultat final s'obtenen les següents pressions per als paraments verticals:

$$q_{e1} = 0'50 \cdot 2'00 \cdot 0'7 = 0'7 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{e2} = 0'50 \cdot 2'00 \cdot -0'35 = -0'35 \text{ KN/m}^2$$

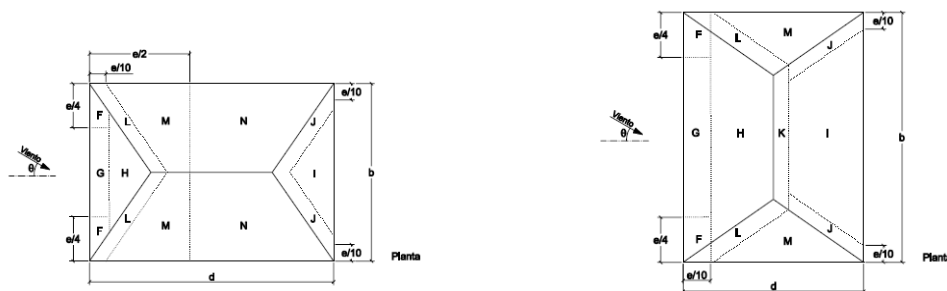
En el cas de les cobertes, l'edifici compta amb tres cobertes a quatre aigües, dos d'elles orientades en el mateix sentit i l'altra perpendicularment. A continuació es mostra com són aquestes cobertes i la seua orientació.



El vent principal que té més freqüència a Carlet és el del nord-oest, corresponent al 12'8% del vent total. Aquest, junt als vents que formen el ventall des de l'oest fins al nord, formen quasi el 45% de la direcció total general. Açò és una aproximació, degut a que depèn en gran part de la topografia local i altres factors.

La ratxa mitjana és d'uns 13'853 km/h, però varia lleugerament en cada estació al llarg de l'any. Encara que siga una ratxa suau, s'han registrat rangs totals de 130 km/h. [21]

Com el vent predominant és el d'oest, les cobertes paral·leles el reben pel tram d'inclinació més xicotet, mentre que el tram principal perpendicular ho rep pel tram més gran. En les tres cobertes es té un àrea d'influència major a 10 m². A continuació es mostren els esquemes corresponents de forma respectiva, així com els valors que adopta el coeficient c_p en cadascuna d'elles:



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)									
		F	G	H	I	J	K	L	M	N	
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0	-0,3	-0,6	-0,6	-1,2	-0,6	-0,4	
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2,0 +0,0	-1,2 +0,0	-0,3	-0,6	-0,6	-2,0	-1,2	-0,4	
15°	≥ 10	-0,9 +0,2	-0,8 +0,2	-0,3 +0,2	-0,5	-1,0	-1,2	-1,4	-0,6	-0,3	
	≤ 1	-2,0 +0,2	-1,5 +0,2	-0,3 +0,2	-0,5	-1,5	-2,0	-2,0	-1,2	-0,3	
30°	≥ 10	-0,5 +0,5	-0,5 +0,7	-0,2 +0,4	-0,4	-0,7	-0,5	-1,4	-0,8	-0,2	
	≤ 1	-1,5 +0,5	-1,5 +0,7	-0,2 +0,4	-0,4	-1,2	-0,5	-2,0	-1,2	-0,2	
45°	≥ 10	-0,0 +0,7	-0,0 +0,7	-0,0 +0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-1,3	-0,8	-0,2	
	≤ 1	-0,0 +0,7	-0,0 +0,7	-0,0 +0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-2,0	-1,2	-0,2	
60°	≥ 10	+0,7 +0,7	+0,7 +0,7	+0,7 +0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-1,2	-0,4	-0,2	
	≤ 1	+0,7 +0,7	+0,7 +0,7	+0,7 +0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-2,0	-0,4	-0,2	
75°	≥ 10	+0,8 +0,8	+0,8 +0,8	+0,8 +0,8	-0,3	-0,6	-0,3	-1,2	-0,4	-0,2	
	≤ 1	+0,8 +0,8	+0,8 +0,8	+0,8 +0,8	-0,3	-0,6	-0,3	-2,0	-0,4	-0,2	

Figura 35: Tabla i esquemes CTE DB-SE-AE [20]

SISME HIP – 05

Segons la NCSE-02 en el seu apartat 1.2:

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto:

...En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c , es igual o mayor de 0,08g. [22]

Carlet compta amb una acceleració sísmica bàsica de 0'07 segons la Norma NCSE-02 [22], i al tractar-se d'un edifici de tan sols 2 plantes d'altura ben esbiaixat, no es té en compte l'acció sísmica.

7.3 COMBINACIONS DE CÀRREGUES

Les combinacions de càrregues les realitza de forma directa l'aplicació ANGLE, assignant els valors de ponderació i combinació de les accions. Aquests valors van en acord en l'apartat 4 del Codi Tècnic de l'Edificació – Seguretat Estructural (DB – SE).

ESTATS LÍMIT ÚLTIMS

Segons l'apartat 3.2.1 del DB-SE, els estats límit últims són els que, de ser superats, constitueixen un risc per a les persones, bé per una posta fora de servei de l'edifici o bé per el col·lapse total o parcial d'aquest.

Per a la combinació d'accions es seguirà el punt 4.2.2 del DB-SE.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, ψ , se establecen en la tabla 4.2

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

Figura 36: Text CTE DB-SE [23]

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.4)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción accidental cualquiera, en valor de cálculo (A_d), debiendo analizarse sucesivamente con cada una de ellas.
- una acción variable, en valor de cálculo frecuente ($\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal, una tras otra sucesivamente en distintos análisis con cada acción accidental considerada.
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo casi permanente ($\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$).

En situación extraordinaria, todos los coeficientes de seguridad ($\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$), son iguales a cero si su efecto es favorable, o a la unidad si es desfavorable, en los términos anteriores.

En los casos en los que la acción accidental sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.5)$$

Figura 37: Text CTE DB-SE [23]

Els coeficient parcials, és a dir, els de seguretat i simultaneïtat nombrats en les anteriors imatges, s'obindran de les tables 4.1 i 4.2 següents:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 38: Tabla CTE DB-SE [23]

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		⁽¹⁾	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes \leq 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Figura 39: Tabla CTE DB-SE [23]

Amb la informació anterior, tenim que:

ELU 01: Resistència amb la variable ús com a persistent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'35	1'50	0'75	0'90

ELU 02: Resistència amb la variable neu com a persistent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'35	1'05	1'50	0'90

ELU 03: Resistència amb la variable vent com a persistent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'35	1'05	0'75	1'50

ESTATS LÍMIT DE SERVEI

Els estats límit de servei són els que de ser superats, afecten al confort i el benestar dels usuaris o de terceres persones, al correcte funcionament de l'edifici o a l'aparença de la construcció, segons l'apartat 3.2.2.

Per a la combinació d'accions es seguirà el punt 4.3.2 del DB-SE.

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i=1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.6)$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \cdot Q_k$).

Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.7)$$

siendo

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- una acción variable cualquiera, en valor frecuente ($\psi_1 \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 \cdot Q_k$).

Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + P + \sum_{i=1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.8)$$

siendo:

- todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- todas las acciones variables, en valor casi permanente ($\psi_2 \cdot Q_k$).

Figura 40: Text CTE DB-SE [23]

Les combinacions d'aquests estats són:

ELS 01: Característica Ús

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	1'00	0'50	0'60

ELS 02: Característica Neu

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'70	1'00	0'60

ELS 03: Característica Vent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'70	0'50	1'00

ELS 04: Freqüent Ús

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'70	0	0

ELS 05: Freqüent Neu

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'60	0'20	0

ELS 06: Freqüent Vent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'60	0	0'50

ELS 07: Quasi Permanent

HIP 01	HIP 02	HIP 03	HIP 04
1'00	0'60	0	0

8 ANÀLISI DELS RESULTATS DE LA PROPOSTA

En aquest apartat s'analitza els resultats de la posta en càrrega del model donats per la ferramenta de càlcul ANGLE. Gràcies a açò, s'obtenen unes conclusions del conjunt de l'estructura segons les càrregues que suporta del pes propi, de l'ús, de la neu i del vent,

Mitjançant l'aplicació obtenim tant els valors de les tensions, els moments flectors, axials i tallants, com la deformació que es produeix.

Aquesta anàlisi té com objecte determinar si la part de l'edifici sotmès al canvi d'ús és apta o no a tal efecte. Es va a fer una anàlisi global del conjunt en l'estat proposat, per ser aquest el que varia els seus pesos i sobrecàrregues degut al nou ús.

L'anàlisi dels esforços s'ha dut a terme amb la combinació ELU 01, donat que és la que genera els esforços més desfavorables en tots els elements estructurals.

8.1 BIGUES

Com ja s'ha comentat abans, hi ha dos tipus de forjat unidireccional. Un és de biguetes de formigó, i l'altre està format per biguetes de fusta. Les bigues son totes de formigó.

AXIALS

Aquests esforços són quasi inexistent degut a la rigidesa que proporcionen els murs de càrrega. Apareixen axials sobretot en les bigues del forjat superior, on no hi ha pilar intermedi, i les bigues es recolzen directament en els murs.

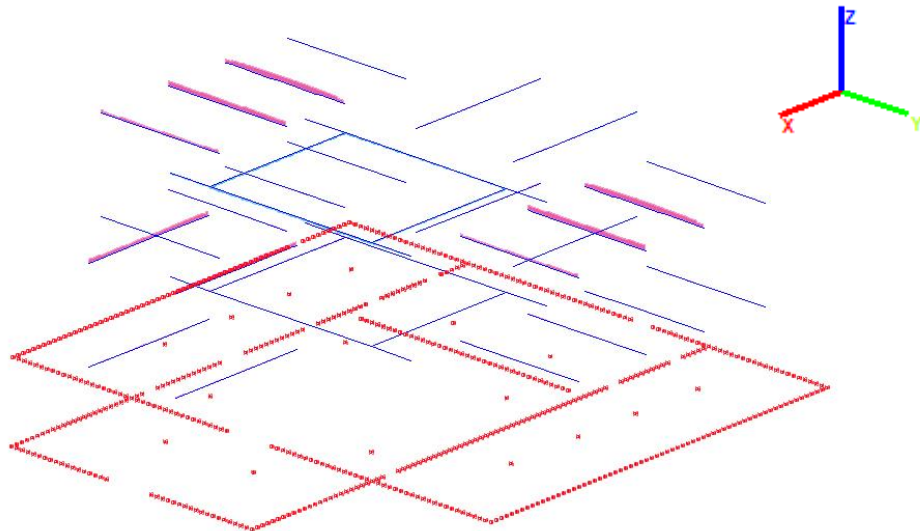


Figura 41: Axials (Imatge del model en el programa ANGLE)

FLECTORS

Es pot observar un repartiment bastant regular en el cos central de l'edifici, però molt elevat en els laterals. La planta superior mostra els màxims moments, sent els representats en blau els moments positius.

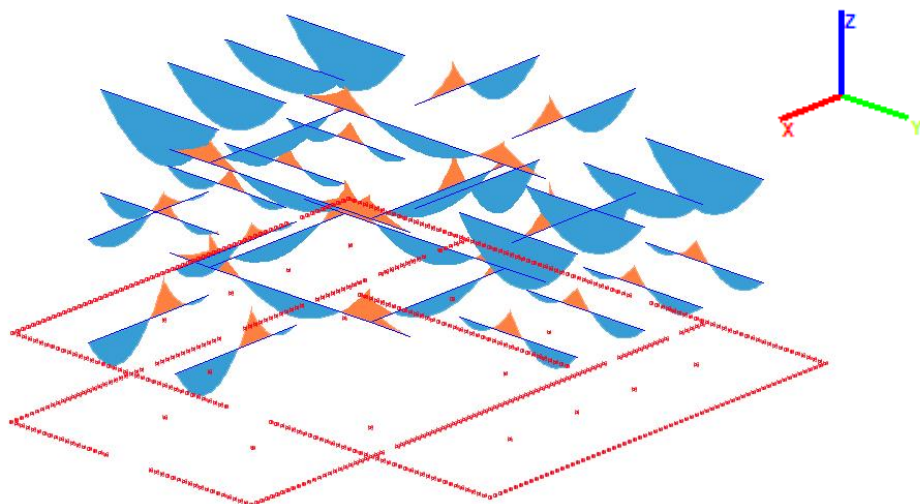


Figura 42: Flectors (Imatge del model en el programa ANGLE)

TALLANTS

Els esforços tallants segueixen el mateix patró que els moments flectors, on el tallant és la derivada del flector. Això vol dir que el moment és màxim on el tallant és nul, o passa per zero.

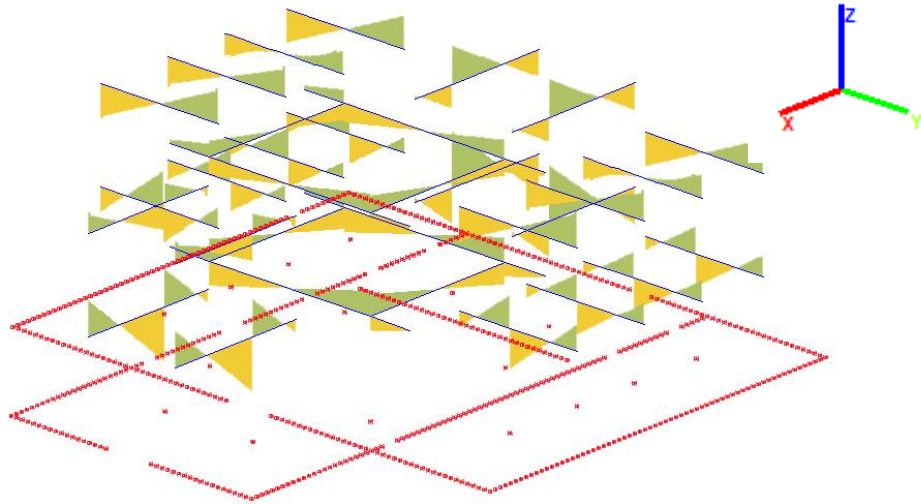


Figura 43: Tallants (Imatge del model en el programa ANGLE)

DEFORMADA

Apart de l'anàlisi dels esforços, també s'ha realitzat l'anàlisi de les deformacions, utilitzant la combinació ELS 01 de càrrega dominant l'ús.

Com es pot observar, i relacionat al diagrama de flectors, la màxima deformada és dona en les bigues amb màxim moment.

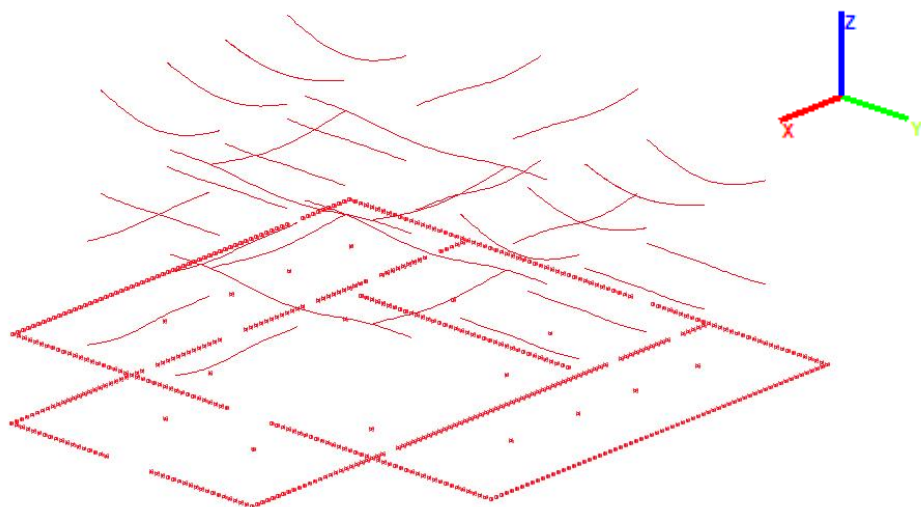


Figura 44: Deformada (Imatge del model en el programa ANGLE)

8.2 PILARS

AXIALS

Es pot apreciar que l'axial és major en planta baixa, açò és degut a una major transmissió de càrregues entre les distintes plantes.

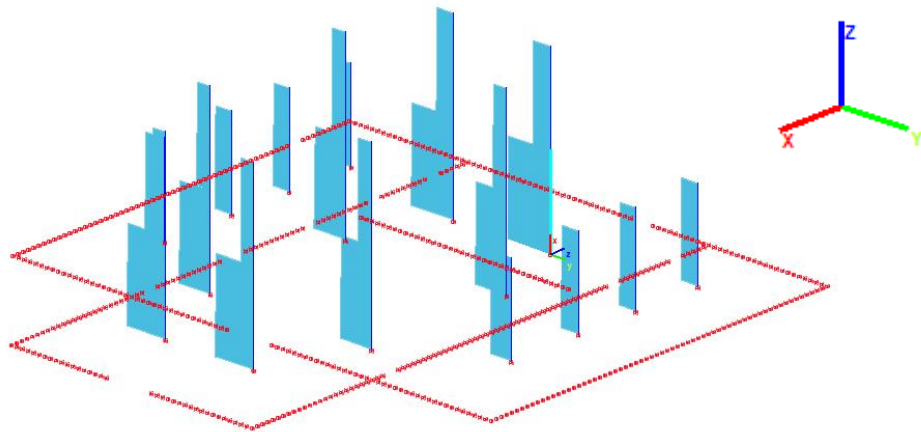


Figura 45: Axials (Imatge del model en el programa ANGLE)

FLECTORS

Els flectors més desfavorables apareixen en els pilars que suporten les bigues amb les llums més grans. Açò és degut a que la pròpia flexió de la biga flecta el suport. Així i tot, representen valors més xicotets que els axials.

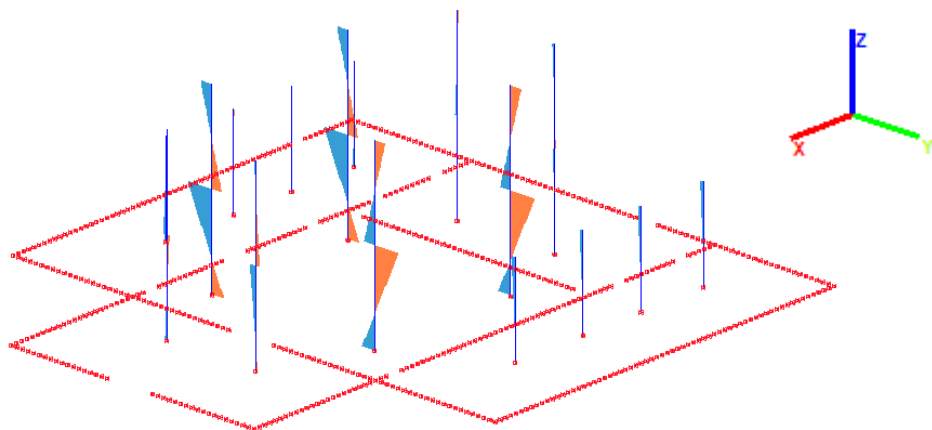


Figura 46: Flectors (Imatge del model en el programa ANGLE)

DEFORMADA

Els pilars no sofreixen una deformada gran, pel que no és preocupant o desfavorable.

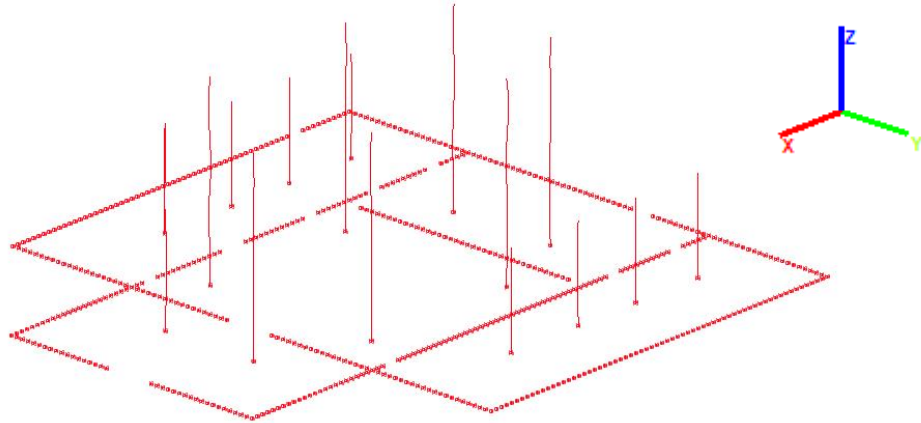


Figura 47: Deformada (Imatge del model en el programa ANGLE)

8.3 MURS DE CÀRREGA

A diferència dels punts anteriors, per a entendre com treballa un mur hi ha que estudiar-lo a nivell de conjunt, degut a que és continu en tota la seua esveltesa.

S'analitza les tensions en ambdós direccions, ja que és un edifici exempt sense edificació esbiaixada envoltant-lo. El valor màxim absolut de les tensions, és a dir, el més desfavorable, és menor que la resistència del mur.

En quan a la deformada, es va a analitzar la vertical i la horitzontal en dues direccions. Aquestes són la D_z , la D_x i la D_y respectivament. S'utilitza la combinació ELS 01.

TENSIONS S_x

Com es pot observar, els seus punts són quasi tots nuls, apareixent els arcs de descàrrega al voltant dels buits practicats al mur. Com que la rajola no suporta les tensions de tracció, el valor més desfavorable és de $-2'26$ MPa a compressió.

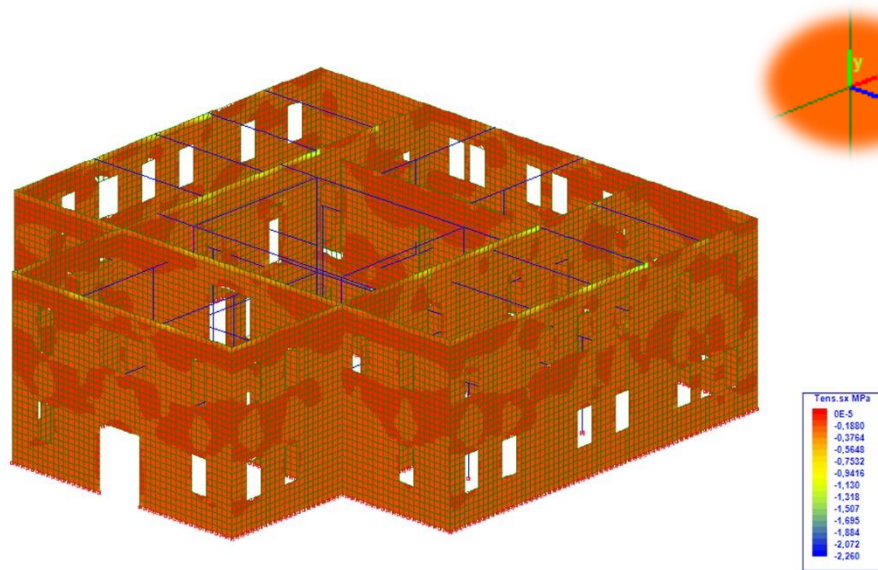


Figura 48: Tensions S_x (Imatge del model en el programa ANGLE)

TENSIONS S_y

En aquest cas els valors són menors que les tensions en x, però la distribució es dona de forma més irregular. També apareixen els arcs de descàrrega en la part superior dels buits. El valor més desfavorable és de -1'32 MPa.

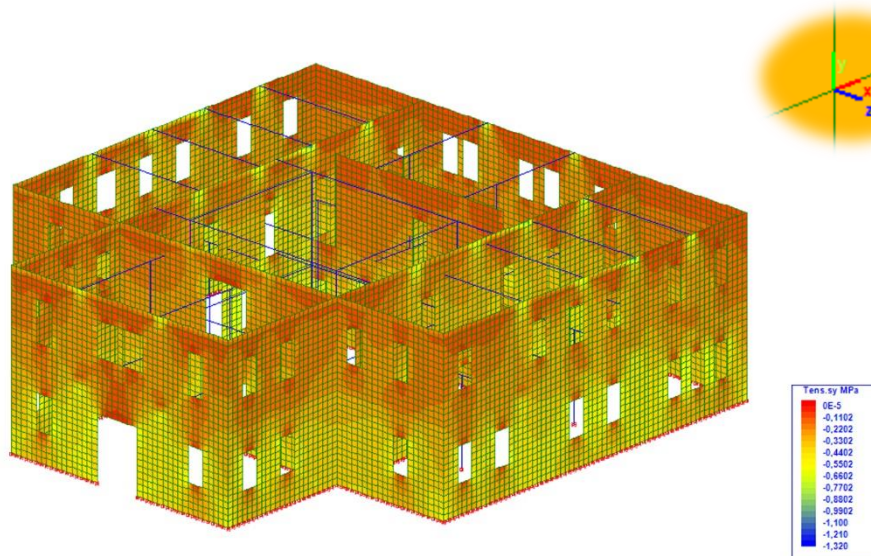


Figura 49: Tensions S_y (Imatge del model en el programa ANGLE)

DEFORMADA DZ

Les majors deformacions es donen en la coronació dels murs de càrrega interiors, a diferència del mur de façana on les deformacions són més simètriques. La màxima deformació que s'aconsegueix és de 0'0388 cm.

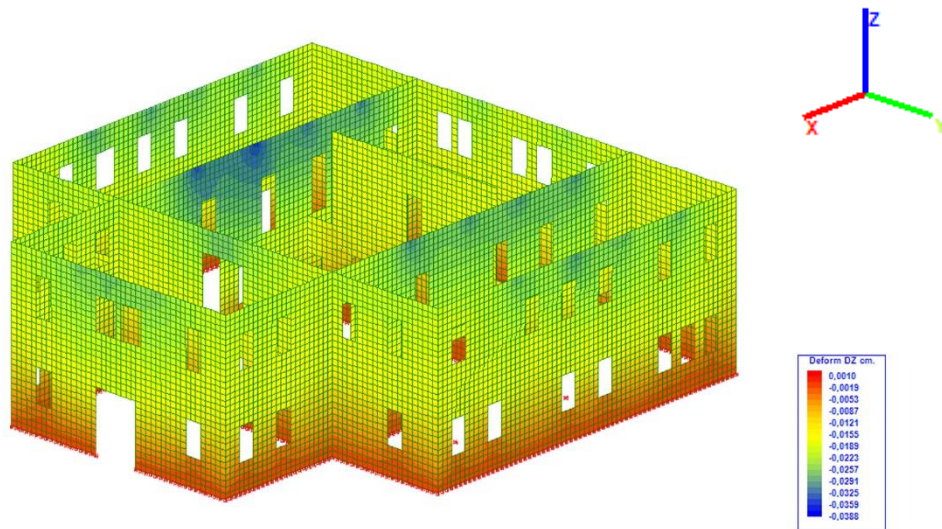


Figura 50: Deformada z (Imatge del model en el programa ANGLE)

DEFORMADA DX

Aquesta deformada és perpendicular als murs en la direcció est-oest. I al igual que l'anterior, els màxims desplaçament ocorren en la coronació dels murs. És la més desfavorable de les tres, on el valor més gran en absolut és de 0'1216 cm.

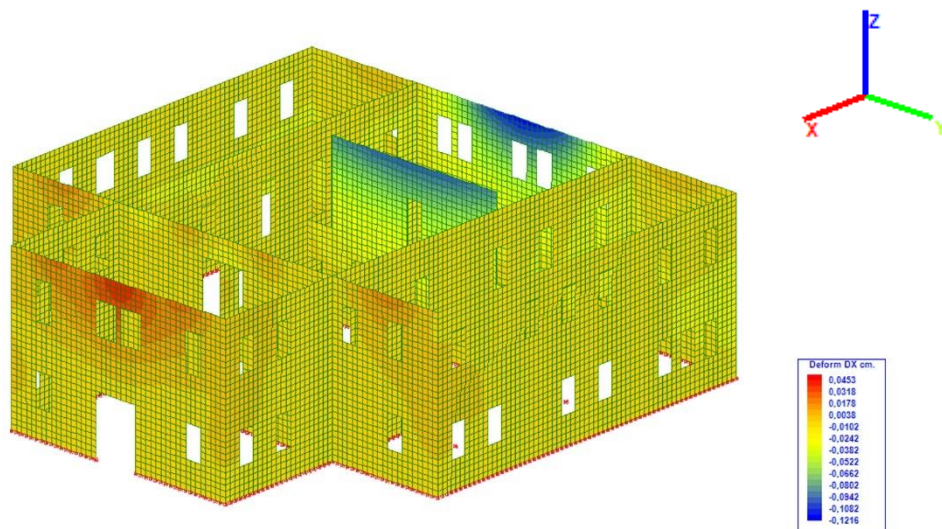


Figura 51: Deformada x (Imatge del model en el programa ANGLE)

DEFORMADA DY

També és perpendicular als murs, però aquesta vegada en direcció nord-sud. En pràcticament la totalitat de la façana els valors són nuls, excepte en alguns punts de la coronació, on sí que s'observen desplaçaments.

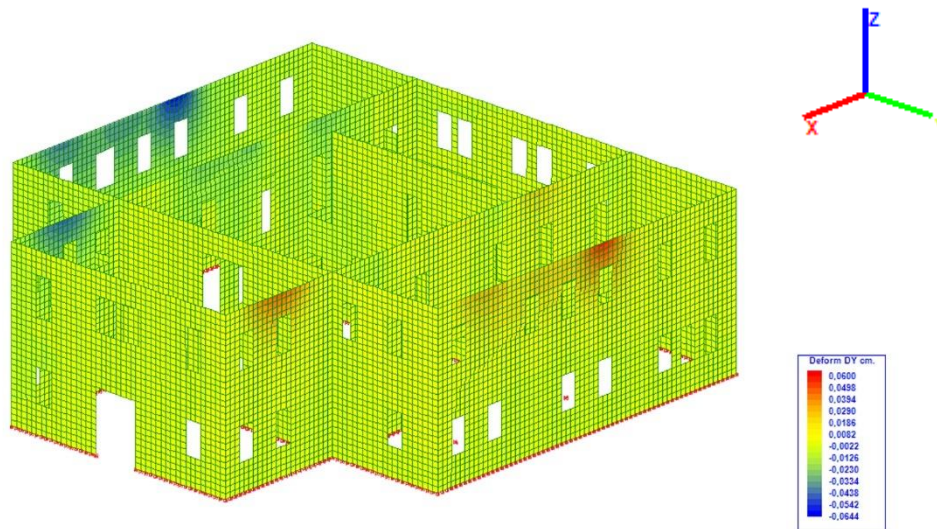


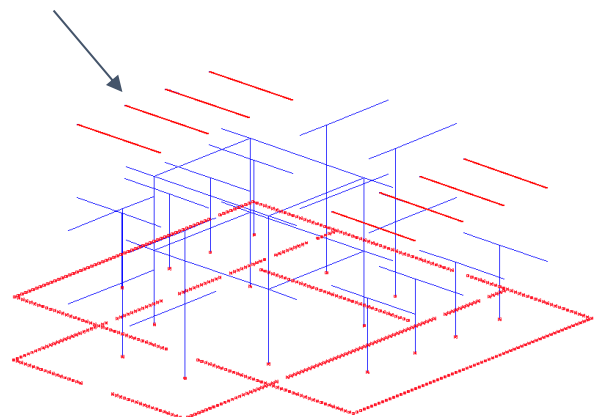
Figura 52: Deformada y (Imatge del model en el programa ANGLE)

8.4 PERITATGE

Havent predimensionat els elements estructurals durant la modelització i realitzat l'anàlisi de la mateixa, a continuació es mostren els resultats obtinguts en la comprovació/peritatge. Com no és possible conèixer l'armadura corresponent a cada element estructural, s'ha acceptat la donada pel programa en els diferents casos.

BIGUES

Les bigues que no compleixen són les que formen part dels cossos laterals de la planta superior, degut a que no tenen un suport intermedi. Com es podia analitzar en els flexors, són les bigues que tenien una flexió positiva molt elevada.



La biga assenyalada és l'elegida per a la intervenció, degut a que del conjunt de quatre bigues és la central amb moment major, de 152'21 KNm.

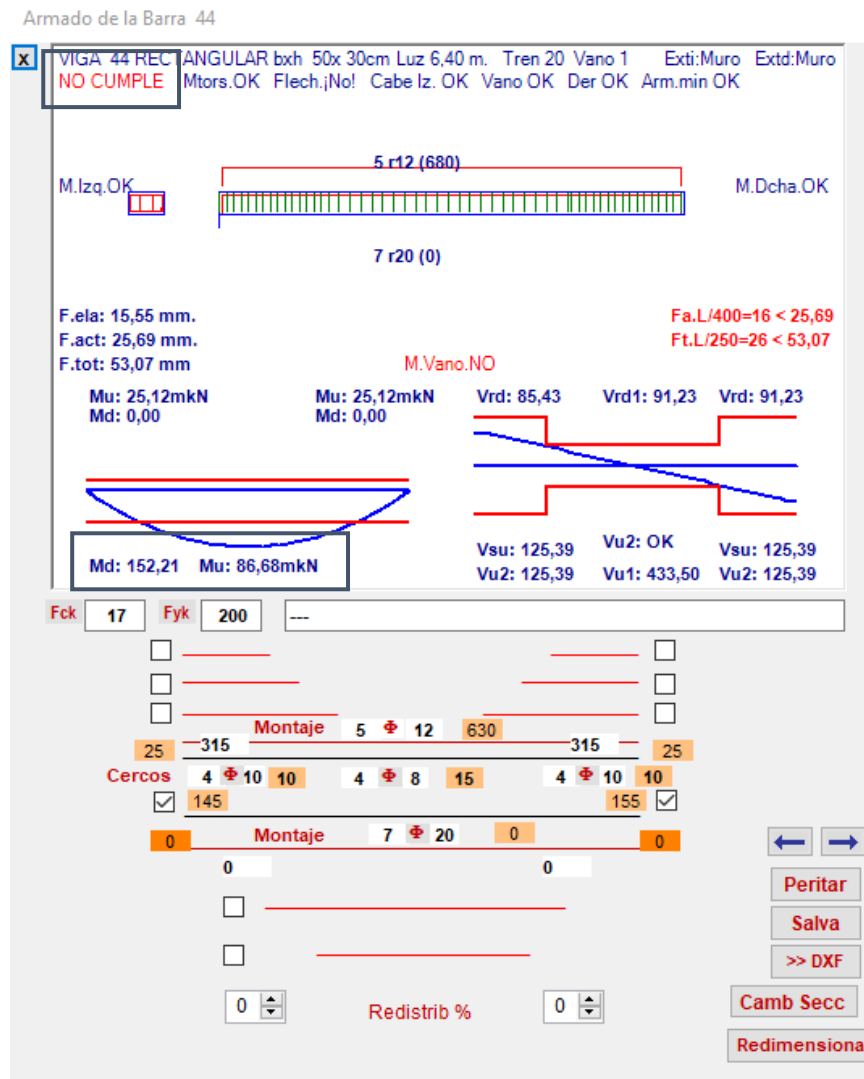


Figura 53: Biga 44 (Imatge de pantalla del programa ANGLE)

PILARS

En el cas dels suports ocorre una cosa distinta a la de les bigues, i és que amb la materialitat i secció que tenen compleixen tots. El problema és que alguns d'ells estan molt carregats, treballant quasi al seu 100%, pel que es va proposar un reforç. Açò és degut a estar del costat de la seguretat i evitar un possible col·lapse. En les imatges següents es mostra el que s'acaba de comentar.

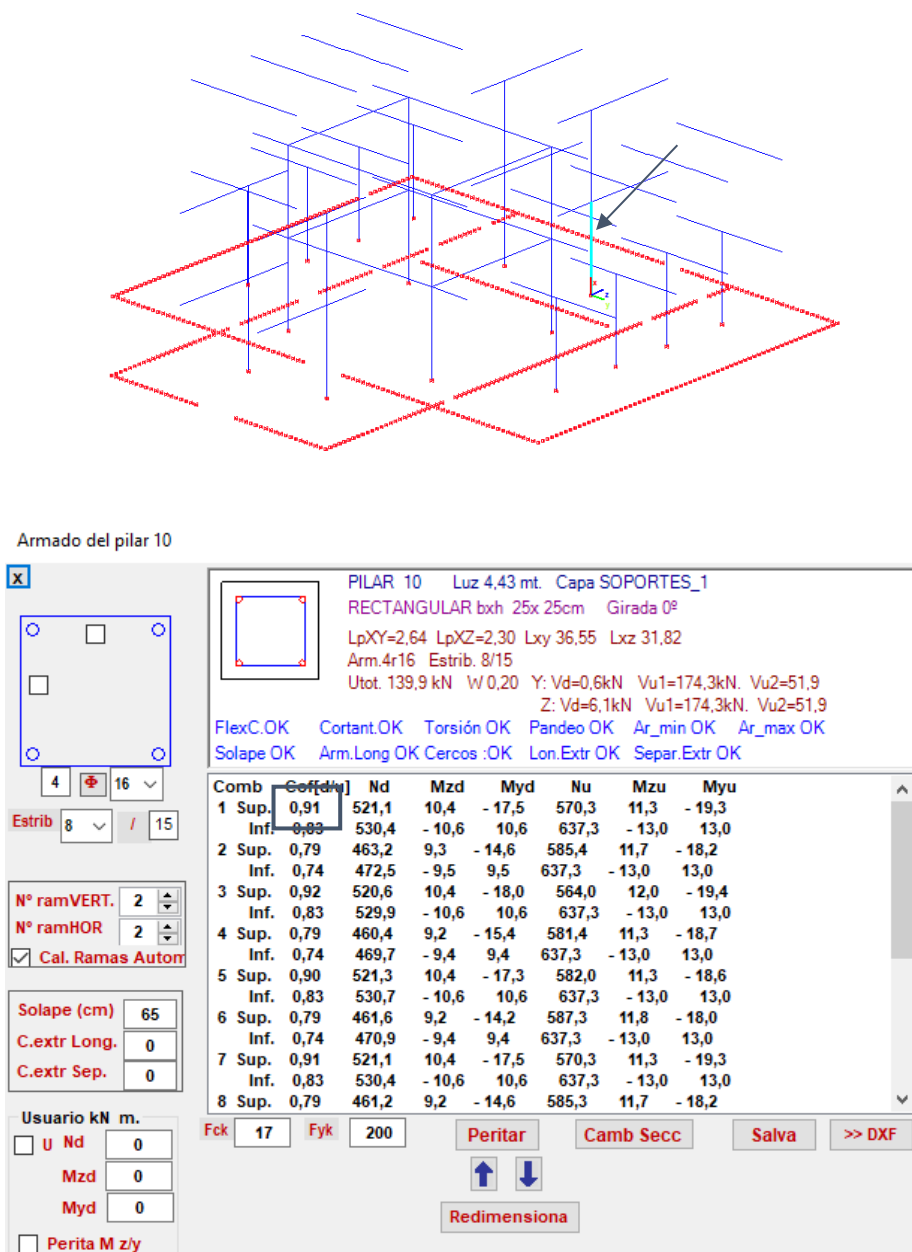


Figura 54: Pilar 10 (Imatge de pantalla del programa ANGLE)

Com s'observa al requadre, el pilar està treballant al 91% de la seua capacitat, un valor molt elevat sense quasi marge d'error.

MURS DE CÀRREGA

La distribució de les sol·licitacions en el conjunt dels murs donen valors menors que la seua pròpia resistència. Es pot concloure per tant que tenen un comportament adequat davant dels Estats Límits.

Respecte a les deformacions totals, mencionar que són menors en pràcticament la totalitat del mur, pel que són aptes també.

9 PROPOSTA INTERVENCIÓ

En aquest apartat es va a abordar de forma senzilla tècniques de reforç d'un element estructural, requerit per l'adequació a l'ús establert.

En el cas present en aquest TFG es va a utilitzar el reforç amb fibres de carboni, degut a que és una tècnica nova i una alternativa òptima als sistemes tradicionals de reforç estructural. Les fibres de carboni són més lleugeres que l'acer, però en canvi són aproximadament quinze vegades més resistents per a iguals espessors.

A Espanya no existeix normativa alguna per a reforçar estructures de formigó amb polímers reforçats amb fibres (FRP - Fiber Reinforced Polymer). [24] En conseqüència, aquests productes i sistemes de reforç deuen considerar-se com innovadors, en aplicació de l'article 5.2 *Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales* del CTE. L'apartat declara que els sistemes que compleixen amb les exigències bàsiques del Codi referents als elements constructius, mitjançant una avaluació tècnica favorable, es consideraran conformes. Per altra part, a nivell europeu si existeixen guies de disseny amb materials FRP, destacant la CEB-FIB fib 14 *Externally bonded FRP reinforcement for RC structures*.

A més, si hi ha estudis que han donat lloc a uns criteris a l'hora d'utilitzar els FRP com a reforç. Un dels resultats d'eixos estudis és el monogràfic 1 "La fibra de carboni en reforç d'estructures de formigó" de l'Institut d'Estudis Estructurals [25]. Esta serà la guia que es va a seguir en el càlcul de la proposta de intervenció, junt a una fulla Excel facilitada per les tutores i ampliada per mi, i que s'utilitza com una eina de treball per facilitar els càlculs. Aquesta elecció està donada perquè la guia s'adapta al CTE i a la Instrucció de Formigó Estructural EHE-08, complint amb els criteris de disseny de la CEB-FIB fib14.

9.1 BIGUES

El reforç de bigues de formigó normalment ve motivat per un augment de càrrega o per un canvi en la geometria. En el nostre cas, al haver un canvi d'ús, ve per la primera opció.

CÀLCUL

Com s'ha comentat abans, el procediment de càlcul es realitza mitjançant el programa Excel. Ací es van inserir les dades corresponents i el propi software fa el càlcul. En les tables següents es destaca els camps d'entrada de dades.

REFORÇ DE SECCIÓ A FLEXIÓ
 GUIA "LA FIBRA DE CARBONI EN REFORÇ D'ESTRUCTURES DE FORMIGÓ"
 INSTITUT D'ESTUDIS ESTRUCTURALS.

En les primeres tables la informació que es sol·licita són les mesures i característiques dels dos materials del formigó armat. Segons la normativa en la que es basa la Guia, EHE, $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ i $f_{cm} = f_{ck} + 8$, i en quant al mòdul de deformació secant la seua fórmula és:

$$E_c = 8500 \cdot f_{cm}^{1/3}$$

FORMIGÓ (SECCIÓ RECTANGULAR)

b	500	mm	Base de la biga
h	300	mm	Cantell de la biga
r _s	30	mm	Distància eix armat a tracció a fibra més traccionada
d	270	mm	Distància eix armat a tracció a fibra més comprimida
f _{ck}	17	N/mm ²	Resistència característica
f _{cd}	11,33	N/mm ²	Resistència de càlcul
f _{cm}	25	N/mm ²	Resistència mitjana
f _{ct}	1,98	N/mm ²	Resistència a tracció
E _c	2,49E+04	N/mm ²	Mòdul de deformació secant

Igual que per al formigó, el límit de càlcul de l'acer és $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15}$. La secció de l'armadura es calcula com a:

$$A_s = n^\circ \varnothing \cdot \pi \cdot \varnothing^2 \cdot 0'25$$

ACER (REDONS A TRACCIÓ)

∅	20	mm	Diàmetre de barres
n° ∅	7	ud	Nombre de barres
A _s	2199,11	mm ²	Secció armadura
f _y	200	N/mm ²	Límit elàstic
f _{yd}	173,91	N/mm ²	Límit de càlcul
E _s	2,00E+05	N/mm ²	Mòdul d'elasticitat

En quant a les sol·licitacions, el moment de càlcul requerit per a la secció reforçada és de $M_{fd} = 152'21$ mKN. Aquesta informació està treta del peritatge de la biga corresponent.

A més cal verificar des d'un punt de vista de rendibilitat i eficàcia si procedeix el reforç, basant-se en la teoria dels dominis de deformació de càlcul a flexió (Figura 54). En els dominis de deformació, un valor per a la deformació màxima admissible del reforç (ϵ_{Rd}) que es sol considerar és

6'5‰, i mai superior al 10‰, corresponent a la rotura de l'acer. Això implica que s'aprofita al màxim la capacitat de l'acer. Aplicant les equacions d'equilibri, podem conèixer dos moments de referència de la secció reforçada:

- El moment de referència M_{lim} , corresponent al pla límit de la situació elàstica de l'acer de tracció.

$$M_{lim} = 0'42 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot h - 0'104 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 - A_s \cdot f_{yd} \cdot (h - d)$$

- El moment M_{RB} , corresponent al pla de màxima deformació de la fibra de carboni.

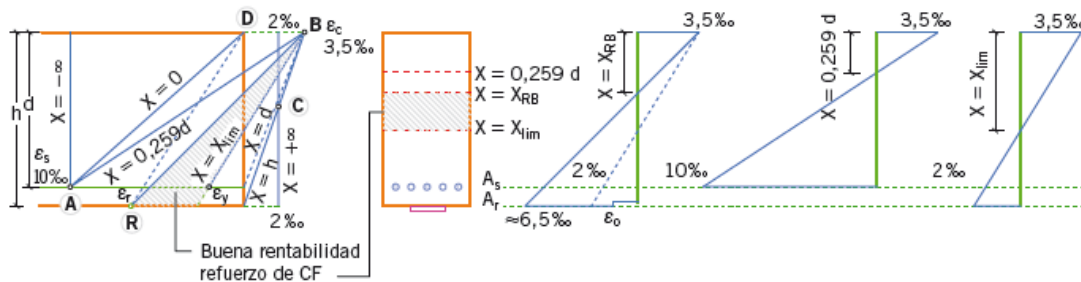


Figura 55: Dominis de deformació [25]

El domini acotat per aquests dos plans defineix l'entorn on el reforç és més rentable.

DOMINIS DE DEFORMACIÓ

ϵ_{Rd}	0,0065 %	Deformació màxima admissible del reforç (fabricant)
M_{RB}	9,74E+07 mm·N	Moment en el pla dels pivots R-B
M_{lim}	1,38E+08 mm·N	Moment en el pla <<límit>>.

A més, cal conèixer el moment últim de la secció. En la Guia s'aplica el mètode simplificat previst en l'EHE, anexe 7. La distància a la fibra més comprimida de formigó es calcula com a $X_u = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{(b \cdot f_{cd} \cdot 0'68)}$. Donat aquest valor, es calcula el moment últim que pot resistir la secció, amb la fórmula $M_u = b \cdot X_u \cdot f_{cd} \cdot 0'68 \cdot (d - 0'4 \cdot X_u)$.

E.L.U SECCIÓ

X_u	99,25 mm	Distància de fibra neutra a fibra més comprimida de formigó
M_u	8,81E+07 mm·N	Moment últim de la secció
M_u	88,08 m·kN	Canvi d'unitats

En la situació reforçada cal tornar a inserir unes dades per tal de completar el càlcul. Aquestes dades són les corresponents al tipus de laminat de fibra de carboni triat. Ha estat optat en base a que és una biga plana, on la base d'aquesta és de grans dimensions.

SITUACIÓ REFORÇADA

E_r	1,70E+05	N/mm ²	Mòdul d'elasticitat de la fibra de carboni
b_r	150	mm	Ample de la banda en contacte amb el formigó
t	1,4	mm	Grossària (eficaç) de la banda
n_r	2	ud	Unitats de banda CF per que $M_r > M_{fd}$
A_r	420	mm ²	Secció de CF de reforç adherida al formigó traccionat
ϵ_{rd}	0,0065	%	Deformació màxima de càlcul CF (fabricant)
σ_{fd}	1700	N/mm ²	Tensió de càlcul CF (fabricant)

Amb aquestes dades, es calcula el moment últim de la secció reforçada, verificant que és superior al moment requerit a causa del nou estat de càrregues, així com que la tensió de treball de la fibra és inferior a la tensió de càlcul prevista.

$$M_r = U_{sd} \cdot (d - 0'4 \cdot X_r) + U_{rd} \cdot (h - 0'4 \cdot X_r) = 168'10 \text{ mKN}$$

$$\sigma_r = \epsilon_r \cdot E_r = 30'43 \text{ N/mm}^2$$

A més de les comprovacions resistents, també cal comprovar que no ocorregi cap errada d'adherència. Existeixen dos conjunts de causes principals de fallada: a flexió i a tallant. La longitud final (L_a) que s'adopta ha de complir amb totes elles.

La longitud d'ancoratge pròpia (L_{anc}) obtinguda a partir de les característiques dels materials, ens dona el valor mínim a considerar. En la biga seleccionada, al ser de flexió positiva en la seua totalitat, la llum de càlcul entre eixos de suport i la llum entre punts de moment nul coincideix. Pel que fa a la longitud final (L_a), s'ha adoptat una mesura de 1000 mm a cada costat, comptant des del centre de la biga, reforçant així un terç del total. Amb estos valors, es comprova si la longitud final compleix.

A partir del mòdul d'elasticitat de la fibra de carboni i de la resistència a tracció del formigó, es defineix una longitud efectiva d'ancoratge, que deu ser superada per la longitud final d'ancoratge. La longitud efectiva o d'adherència (L_a) introdueix un factor K_b , que depèn de l'ample de la fibra i de la biga.

$$L_a = \left(\frac{E_r \cdot t}{0'64 \cdot f_{ct}} \right)^{0'5}$$

FALLADA A FLEXIÓ PER PÈRDUA D'ADHERÈNCIA DE LA CF

L_a	433,00	mm	Longitud d'adherència
k_b	1,18		Factor geomètric
σ_a	333,17	N/mm ²	Resistència d'adherència

El següent punt a considerar és la fallada per fissures de tallant, on la resistència a tallant d'enlairament (V_c) deu ser superior que la contribució del formigó a tallant sense considerar estreps (V_{cu}).

$$V_{cu} = \frac{(0'1 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b \cdot d)}{10^3}$$

$$\tau_k = 0'38 + 151 \cdot \rho_s$$

$$V_c = \frac{\tau_k \cdot b \cdot d}{10^3}$$

FALLADA PER FISSURES DE TALLANT (PEELING-OFF)

ρ_l	1,63E-02	Quantia de l'armadura a tracció ancorada eficaçment
ξ	1,86	Factor intermedi per al càlcul de V_{cu}
V_{cu}	76,00 kN	Contribució del formigó a resistència a tallant
τ_k	2,84 N/mm ²	Tensió tallant d'enlairament del laminatge
ρ_{eq}	1,67E-02	Quantia de l'armadura total ($A_s + A_r$) longitudinal equivalent
V_c	383,37 kN	Resistència a tallant d'enlairament

El mètode de càlcul empíric *Jansze* contempla dos condicions, una referent al tallant d'esquinçament i un altra que té en compte dos factors geomètrics. Ambdues deuen complir-se a la vegada.

Per a calcular el tallant d'esquinçament s'utilitza l'equació següent:

$$V_{rd} = \frac{\tau_{rd} \cdot b \cdot d}{10^3}$$

En el referit a les condicions dels factors geomètrics, trobem unes condicions que depenen entre altres valors de la distància del final del reforç al punt de moment nul.

ESQUINÇAMENT EXTREM CF I RECOBRIMENT DE FORMIGÓ (RIP-OFF)

L_n	12,60 mm	Distància de seguretat a inici de fissura tallant
a_L	70,87 mm	Distància de l'extrem superior de la fissura tallant al suport
τ_{rd}	1,87 N/mm ²	Tensió de cisallament
V_{rd}	251,90 Kn	Tallant de càlcul
L_{fr}	2200,00 mm	Distància de l'extrem CF a l'eix de suport
Cond_1	282,60	Condició 1 (geomètrica)
Cond_2	3200,00	Condició 2 (geomètrica)

A continuació es mostra un resum del vist en aquest punt, junt a les comprovacions per saber si el reforç és efectiu o no.

RESUM DEL REFORÇ CALCULAT

En la tabla següent es mostra com el Moment de càlcul no compleix, raó per la qual és necessari el reforç. També mostra com el càlcul ha sigut positiu, perquè el Moment últim de la secció reforçada és major que el Moment de càlcul requerit ($M_r > M_{fd}$).

COMPROVACIÓ DE LES SOL·LICITACIONS

M_{id}	152,21	m·kN	Moment de càlcul	NO
M_{fd}	152,21	m·kN	Moment de càlcul requerit	
M_u	88,08	m·kN	Moment últim	
M_r	168,10	m·kN	Moment últim de la secció reforçada: $M_r > M_{fd}$	SÍ
σ_{fc}	1700,00	N/mm ²	Tensió de càlcul	
σ_r	30,43	N/mm ²	Tensió de reforç: $\sigma_r < \sigma_{fc}$	SÍ

La longitud d'ancoratge projectada és superior a la calculada i a la d'adherència, com s'ha vist abans, complint les dos comprovacions.

COMPROVACIÓ DE MANERES DE FALLADA

L_{anc}	21,48	mm	Longitud d'ancoratge calculada	
L_{ta}	1000,00	mm	Longitud d'ancoratge projectada: $L_{ta} > L_a$	SÍ

A FLEXIÓ PER PÈRDUA D'ADHERÈNCIA DEL LAMINATGE

L_a	433,00	mm	Longitud d'adherència	
-------	--------	----	-----------------------	--

Pel que fa a la resta de comprovacions, totes compleixen amb una gran diferència respecte als seus mínims. La condició necessària de cada una està indicada al costat del seu nom.

ESQUINÇAMENT EXTREM CF I RECOBRIMENT DE FORMIGÓ (RIP-OFF)

V_{cu}	76,00	kN	Contracció a tallant de formigó	
V_c	383,37	kN	Resistència a tallant d'enlairament: $V_c > V_{cu}$	SÍ

Condicions de resistència

V_{sd}	95,13	kN	Tallant en punt de moment nul	
V_{rd}	251,90	kN	Tallant de càlcul: $V_{rd} > V_{sd}$	SÍ

Condicions geomètriques

L_n	12,60	mm	Distància de seguretat a inici de fissura tallant	
L_o	6400	mm	Llum entre punts de moment nul	
a_L	70,87	mm	Distància de l'extrem superior de la fissura tallant al suport	
L_n+d	282,60	mm	Condicció 1: $L_n+d < L_o/2$	SÍ
$L_o/2$	3200	mm	Condicció 2: $L_o/2 > a_L$	SÍ

EXECUCIÓ

Sobre la superfície a reforçar, degudament preparada, s'aplica una capa d'aproximadament 1 mm de grossària d'adhesiu epoxi. També cal aplicar-lo sobre la làmina de carboni amb una grossària d'aproximadament 2 mm en el centre i 1 mm en les vores.

Col·locar la làmina de fibra de carboni, dins del temps de vida de l'adhesiu, sobre la superfície recoberta, pressionant amb un corró fins que desborda l'adhesiu. [26]



Figura 56: Aplicació de l'adhesiu i reforç de bigues planes [27]

9.2 PILARS

En suports el reforç ve donat generalment per la modificació de les plantes o simplement per l'increment de la sobrecàrrega al canviar d'ús. Aquestes alteracions provoquen un augment en l'esforç axial, acompanyat d'uns moments flectors i tallants significatius. Reforçar-lo és dotar-lo de la capacitat mecànica suficient per donar resposta a les sol·licitacions de compressió.

Com en el bloc de les bigues, ací també s'opta pel reforç amb fibra de carboni. Aquest mètode no augmenta el pes propi del pilar de forma considerable, i apart és ideal per afrontar el reforç de pilars d'una altra època confeccionats amb formigons de baixa resistència.

CÀLCUL

REFORÇ DE SECCIÓ A CONFINAMENT
 GUIA "LA FIBRA DE CARBONI EN REFORÇ D'ESTRUCTURES DE FORMIGÓ"
 INSTITUT D'ESTUDIS ESTRUCTURALS.

Les següents tables mostren les dades de partida per al càlcul final. Algunes d'aquestes dades són internes i s'utilitzen per a un posterior estudi o un més exhaustiu.

Donat que es tracta d'un suport quadrat, per a l'execució del mètode, primerament hi ha que procedir a arrodonir les quatre cantonades del suport. El radi ha de ser menor que el recobriment, per a no deixar vista l'armadura. En la Figura 56 es mostra la secció quadrada confinada. Donat que no es coneix el recobriment real, basant-se en el que es solia fer en l'època de construcció de l'edifici, s'ha suposat un recobriment de 3 cm, i per tant, es pren un radi de cantonada de 2 cm.

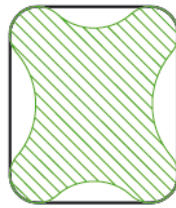


Figura 57: Secció del suport confinada [25]

Al igual que abans, $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ i $f_{cm} = f_{ck} + 8$, i el mòdul de deformació secant és:

$$E_c = 8500 \cdot f_{cm}^{1/3}$$

FORMIGÓ (SECCIÓ RECTANGULAR)

B	250	mm	Menor dimensió del pilar
D	250	mm	Major dimensió del pilar
D/B	1,00		Relació
r _s	30	mm	Recobriment a eix d'armadura
r _{esq}	20	mm	Radi de cantonada
A _{c,rec}	6,25E+04	mm ²	Àrea bruta de la secció del pilar
A _{n,rec}	6,17E+04	mm ²	Àrea neta de formigó
B _d	210	mm	Cantell per al factor de forma
D _d	210	mm	Cantell per al factor de forma
f _{ck}	17	N/mm ²	Resistència característica
f _{cd}	11,33	N/mm ²	Resistència de càlcul
f _{cm}	25	N/mm ²	Resistència mitjana
f _{ct}	1,98	N/mm ²	Resistència a tracció
E _c	2,49E+04	N/mm ²	Mòdul de deformació secant

Igual que per al formigó, el límit de càlcul de l'acer és $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15}$, i la secció de l'armadura es calcula com a:

$$A_{s,rec} = \pi \cdot n^{\circ} \cdot \varnothing \cdot \varnothing^2 \cdot 0'25$$

ACER (REDONS)

\varnothing	16	mm	Diàmetre de barres
$n^\circ \varnothing$	4	mm	Nombre de barres
$A_{s.rec}$	8,04E+02	mm ²	Secció armadura
f_{yk}	200	N/mm ²	Límit elàstic
f_{yd}	173,91	N/mm ²	Límit de càlcul
E_s	2,00E+05	N/mm ²	Mòdul d'elasticitat

A diferència de la biga, per al reforç s'ha optat per un teixit de fibra de carboni amb mesures de 300 mm d'amplària i 0'125 mm de grossària. Com realment el pilar no arriba a trencar, s'ha optat per una sola capa, per tal de rebaixar el percentatge de resistència en que treballa.

SITUACIÓ REFORÇADA

b_r	300	mm	Ample
t_f	0,125	mm	Grossària
n°	1		Capas
ϵ_{Lu}	1,60E-02		Allargament màxim de trencament
f_{ru}	4000	N/mm ²	Resistència última de tracció
E_r	2,40E+05	N/mm ²	Mòdul d'elasticitat
ϵ_{1L}	4,00E-03		Allargament admissible (el menor dels dos)
ϵ_{2L}	1,20E-02		

La Guia basa el seu càlcul en determinar la resistència final del formigó confinat amb CFRP mitjançant el coeficient de confinament ($K_{fin.rec}$) de la resistència a compressió del formigó, coeficient que pondera la resistència inicial a compressió del formigó del suport.

$$k_{fin.rec} = 2'254 \cdot \left(1 + 7'94 \cdot \frac{\sigma_{c.rec}}{f_{ck}}\right)^{0,5} - 2 \cdot \frac{\sigma_{c.rec}}{f_{ck}} - 1'254 = 1,191$$

Aquest coeficient, multiplicat per la resistència característica del formigó, ens dona la resistència del formigó confinat (f_{rk}).

$$\text{L'increment de resistència es calcula com } \Delta = \frac{f_{rk}}{f_{ck}} - 1.$$

RESUM DEL REFORÇ CALCULAT

f_{ck}	17	N/mm ²	Resistència característica inicial del formigó
f_{rk}	20,25	N/mm ²	Resistència característica del formigó confinat
Δ	19,15%		Increment de resistència

EXECUCIÓ

Es prepara la superfície, netejant-la per a eliminar possibles rebaves i desgast superficial, i s'arredoneixen les aristes.

S'aplica una capa de imprimació d'un adhesiu epoxi sobre la superfície preparada de formigó, on es col·loca la capa del teixit resultant per càlcul.

Finalment, s'estén una capa final d'acabat de resina epoxi, podent ser o no el revestiment final. [26]



Figura 58: Imprimació i aplicació del teixit en reforç de pilars [25]

10 CONCLUSIONS

El treball realitzat aborda el tema de l'anàlisi estructural d'un edifici ubicat en Carlet, datat a l'inici del segle XX i reformat a l'inici del segle XXI.

La seua composició arquitectònica fa referència al neoclassicisme. Desenvolupat a l'exterior de la ciutat, a poc a poc ha anat integrant-se amb aquesta degut a l'expansió implicada per l'augment demogràfic. Com a conseqüència d'açò, l'Hospital Vell Municipal ha format el fons de perspectiva d'un dels carrers més importants de la ciutat. La seua tipologia estructural es compon de mètodes tradicionals, sent els murs de càrrega de rajola ceràmica, i els pilars i bigues de formigó armat. També es troba una clara diferència entre els tipus de forjat.

Previ a l'anàlisi estructural es desenvolupa una fase d'alçament i presa de dades, que permet representar de forma més fidel la realitat de l'edifici. Així i tot s'ha trobat la impossibilitat de detallar de forma exacta i fidedigna les característiques d'alguns materials i elements.

La complexitat del model estructural resideix no en la tipologia, senzilla per la simplicitat de l'edifici junt a la seua estructura, sinó en la seua materialitat. Açò és degut a que està construït en materials antics, que no compten amb la resistència dels actuals, fent que augmenten els problemes a l'hora d'abordar un canvi d'ús.

Quant a l'anàlisi i càlcul, m'he trobat amb resultats similars. Referit als pilars, el reforç de la seua secció a confinament amb fibres de carboni ha segut positiu. Cal recordar que els pilars sí que complien amb la normativa abans de la intervenció, però que aquests estaven treballant al 91% de la seua resistència. Amb la intervenció efectuada, s'ha aconseguit un increment de resistència del 19'15%, fent que els suports actuen de forma menys desfavorable, sempre del costat de la seguretat. Ara treballen aproximadament al 70%, amb un bon marge d'error. En quant al bloc de les bigues, aquests elements constructius comptaven amb elevats moments de flexió positiva, fent que no compliren amb el CTE i fent difícil el seu reforç. A l'hora d'establir el tipus de fibra, i degut a les dimensions de les bigues planes existents, s'ha hagut d'optar per laminats de fibres de grans dimensions d'amplària i grossària, per tal de fer efectiu el reforç. Aquests laminats han fet que el Moment últim de la biga reforçada (M_r) no siga molt superior al Moment de càlcul requerit (M_{rd}), però sí suficient amb un valor de 168'10 mKN. Caldria vore si altre tipus de reforç, com el teixit, es comportaria millor.

La longitud d'ancoratge projectada és molt superior en comparació amb la longitud d'adherència, fent que es puga reduir, però la mesura triada fa que aquesta condició siga favorable en la majoria dels casos.

El conjunt dels resultats obtinguts indica que es compleixen les comprovacions de seguretat pertinents del CTE. Igualment, cal pensar que el conjunt no s'ha dissenyat en base a la normativa actual, ni tan sols a les Normes Bàsiques de l'Edificiació, prèvia a l'actual. Constitueix una tasca complicada que les estructures tradicionals puguen sotmetre les exigències d'aptitud del Codi Tècnic de l'Edificiació.

Per tant, es pot concloure que el conjunt **compleix** amb els requisits exigits amb la normativa actual, i per conseqüència es fa viable el canvi d'ús a museu.

A nivell personal, el desenvolupament del treball m'ha permès disfrutar de la meua passió per la història de la ciutat on residisc, i descobrir aquest edifici tant important. Conjuntament a açò, també he descobert el gran potencial que l'anàlisi estructural ofereix, i les ganes de seguir aprenent per poder avaluar de forma més exacta els resultats obtinguts. Cap mencionar també l'interés que ha despertat en mi la

tècnica contemporànea de reforç amb fibres de carboni. Augmenten la resistència mecànica dels elements, sense suposar ni un augment significatiu de les dimensions dels elements estructurals ni les seues dimensions.

11 BIBLIOGRAFIA

11.1 BIBLIOGRAFIA

[1] Alonso Durà, A. (2022) ANGLE CAD 2022. València, Universitat Politècnica de València, (Espanya).

[2] Ministeri de la Presidència (2019) Agenda 2030 i Objectius de Desenvolupament Sostenible. Madrid, (Espanya).

[3] López Enguïdanos, T. (1795) Marquesat de Llombai i part del Comtat de Carlet. Disponible en: <https://bibliotecafloridablanca.um.es/bibliotecafloridablanca/handle/1169/12118>

[4] Alcover Hervás, S. (1983) Història de Carlet. Caixa d'Estalvis. Alzira, (Espanya).

[5] Diputació de València (2015) Carlet: història, geografia, art i patrimoni. València, Universitat de València, (Espanya).

[6] Govern d'Espanya (2022) Institut Geogràfic Nacional [en línia]. Disponible en: <https://www.ign.es/iberpix2/visor/>

[7] Trullenque Esteve, R. (2010) Història de Carlet: dues mirades diacròniques. València, Universitat de València, (Espanya).

[8] Govern d'Espanya (2022) Seu Electrònica del Cadastre [en línia]. Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es/>

[9] Ajuntament de Carlet (2022) Residència per a discapacitats psíquics. Disponible en: [Residencia para discapacitados psíquicos 'la Llum' | Ajuntament de Carlet](#)

[10] Escandell, J. (1996) Projecte de rehabilitació de l'edifici públic "Antic Hospital". Carlet, (Espanya).

[11] BLAYA BETÓN, SL. (1999) Pla de Seguretat i Salut: Rehabilitació de l'Antic Hospital de Carlet. Carlet, (Espanya).

[12] Palaia Pérez, L., Gil Salvador, L., & López Mateu, S. (2022) Youtube. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=cWhxPd2CAn4&t=63s&index=28&list=WL>

[13] Fundació Laboral de la Construcció (2022) Diccionari de la construcció. Disponible en:
<http://www.diccionariodelaconstruccion.com/estructuras/estructuras-de-hormigon/forjado>

[14] Govern d'Espanya (2022) Arbolapp: pinus nigra. Disponible en:
<https://www.arbolapp.es/especies/ficha/pinus-nigra/>

[15] Govern d'Espanya (2022) Arbolapp: pinus nigra. Disponible en:
<https://www.arbolapp.es/especies/ficha/pinus-sylvestris/>

[16] Vegas, F., & Mileto, C. (2017) Aprentent a restaurar: un manual de restauració de l'arquitectura tradicional de la Comunitat Valenciana. València, Col·legi Oficial d'Arquitectes de la CV, (Espanya).

[17] Pérez Donaire (2022) Teoria sobre obra de paleta bàsica. Disponible en:
<http://fpdonaire-tab.blogspot.com/2012/02/obras-de-fabrica.html>

[18] Pérez-García, A., Alonso Durà, A., Gómez Martínez, F., Alonso Ávalos, J., & Lozano Lloret, P. (2019) Architrave 2019. València, Universitat Politècnica de València, (Espanya).

[19] Ministeri de Foment (1988) Norma Bàsica de l'Edificació NBE-AE/88. Madrid, (Espanya).

[20] Ministeri de Foment (2009) Document Bàsic SE-AE del Codi Tècnic de l'Edificació. Madrid, Consell Superior d'Investigacions Científiques, (Espanya).

[21] Meteotemplate (2022) MeteoCarlet. Disponible en:
<https://www.meteocarlet.com/template/pages/station/climate.php?var=&G>

[22] Ministeri de Foment (2002) Normativa de Construcció Sismorresistent NCSE-02. Madrid, Centre de Publicacions, Secretaria General Tècnica, (Espanya).

[23] Ministeri de Foment (2009) Document Bàsic SE del Codi Tècnic de l'Edificació. Madrid, Consell Superior d'Investigacions Científiques, (Espanya).

[24] Olmo Guillén, A. (2011) Estudi i reforç de bigues de formigó armat, mitjançant laminats compostos, degut al canvi d'ús, en àtic. Treball de Fi de Grau. València, Universitat Politècnica de València, (Espanya).

[25] Baquer Sistach, J., i altres (2014) LA FIBRA DE CARBONI EN REFORÇ D'ESTRUCTURES DE FORMIGÓ: MONOGRÀFIC 1. Barcelona, Institut d'Estudis Estructurals, (Espanya).

[26] Alonso Izquierdo, J. (2015) Guia pràctica de reforç de sistemes estructurals. Treball de Fi de Màster. Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, (Espanya).

[27] MAPEI (2019) Carboplate System. Milano, (Itàlia).

11.2 FIGURES

Figura 1: Hospital Municipal Vell

Figura 2: ODS [2]

Figura 3: Mapa de la Vall dels Alcalans [3]

Figura 4: Mapa de la Vila de Carlet [5]

Figura 5: Mapa de Carlet, assenyalant la ubicació de la parcel·la [6]

Figura 6: Hospital Municipal [7]

Figura 7: Parcel·lari cadastral actual [8]

Figura 8: Planta baixa – Actual

Figura 9: Planta primera – Actual

Figura 10: Planta coberta – Actual

Figura 11: Alçat frontal

Figura 12: Alçat lateral

Figura 13: Secció

Figura 14: Façana principal

Figura 15: Façana lateral

Figura 16: Disposició de l'estructura

Figura 17: Direcció del forjat

Figura 18: Possible esquema de col·locació [17]

- Figura 19: Coberta inclinada
- Figura 20: Planta entorn - Projecte
- Figura 21: Planta baixa - Projecte
- Figura 22: Planta primera - Projecte
- Figura 23: Modelització de l'edifici
- Figura 24: Modelització de l'edifici
- Figura 25: Modelització de l'edifici sense coberta
- Figura 26: Modelització de l'estructura
- Figura 27: Modelització de l'estructura
- Figura 28: Tabla NBE-AE-88 [19]
- Figura 29: Tabla NBE-AE-88 [19]
- Figura 30: Tables NBE-AE-88 [19]
- Figura 31: Tabla NBE-AE-88 [19]
- Figura 32: Tables CTE DB-SE-AE [20]
- Figura 33: Tabla CTE DB-SE-AE [20]
- Figura 34: Tabla CTE DB-SE-AE [20]
- Figura 35: Tabla i esquemes CTE DB-SE-AE [20]
- Figura 36: Text CTE DB-SE [23]
- Figura 37: Text CTE DB-SE [23]
- Figura 38: Tabla CTE DB-SE [23]
- Figura 39: Tabla CTE DB-SE [23]
- Figura 40: Text CTE DB-SE [23]
- Figura 41: Axials – Bigues
- Figura 42: Flectors - Bigues
- Figura 43: Tallants – Bigues
- Figura 44: Deformada – Bigues
- Figura 45: Axials – Suports
- Figura 46: Flectors – Suports
- Figura 47: Deformada – Suports

Figura 48: Tensions S_x - Murs

Figura 49: Tensions S_y - Murs

Figura 50: Deformada z - Murs

Figura 51: Deformada x - Murs

Figura 52: Deformada y - Murs

Figura 53: Biga 44

Figura 54: Pilar 10

Figura 55: Dominis de deformació [25]

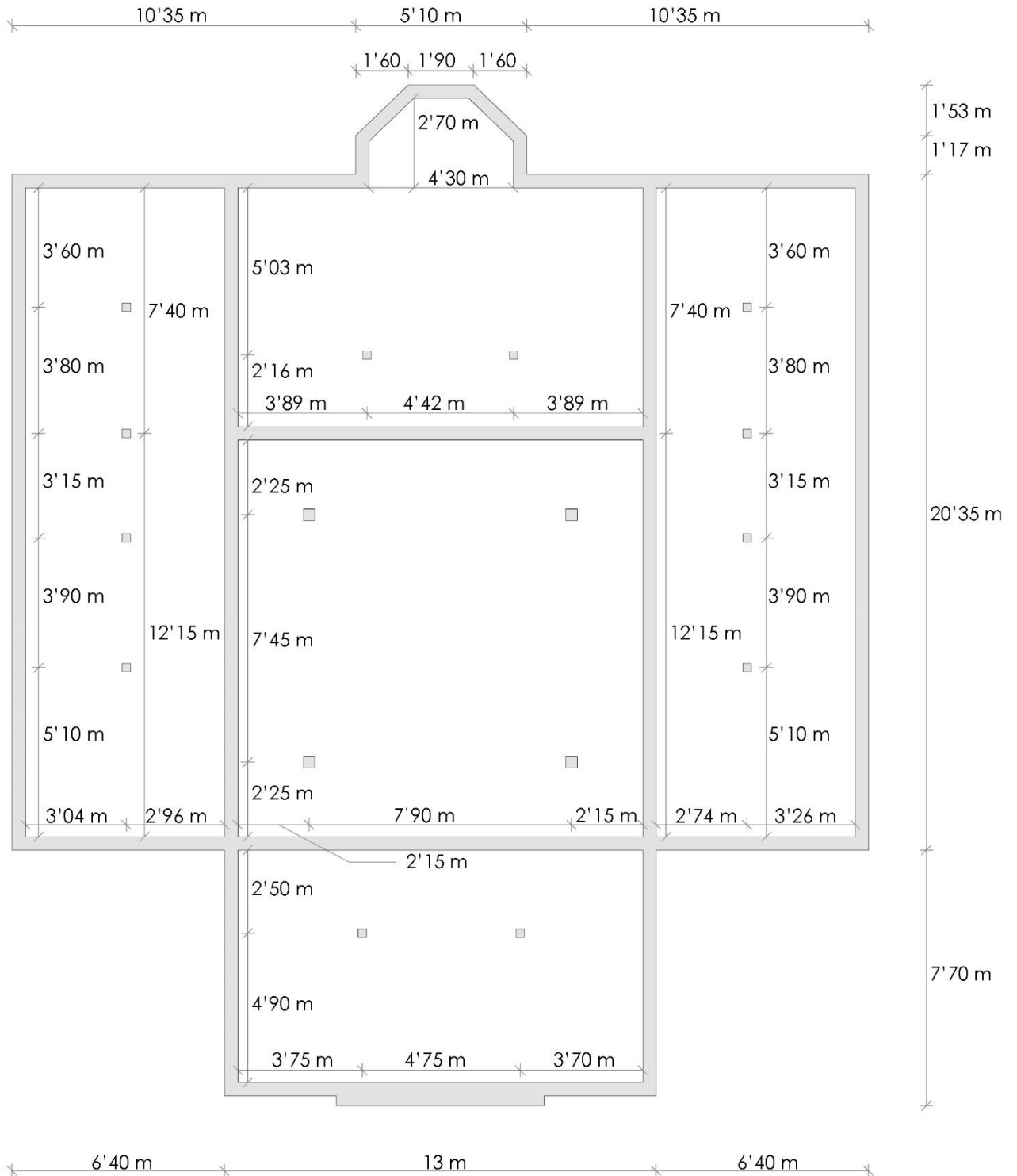
Figura 56: Aplicació de l'adhesiu i reforç de bigues planes [27]

Figura 57: Secció del suport confinada [25]

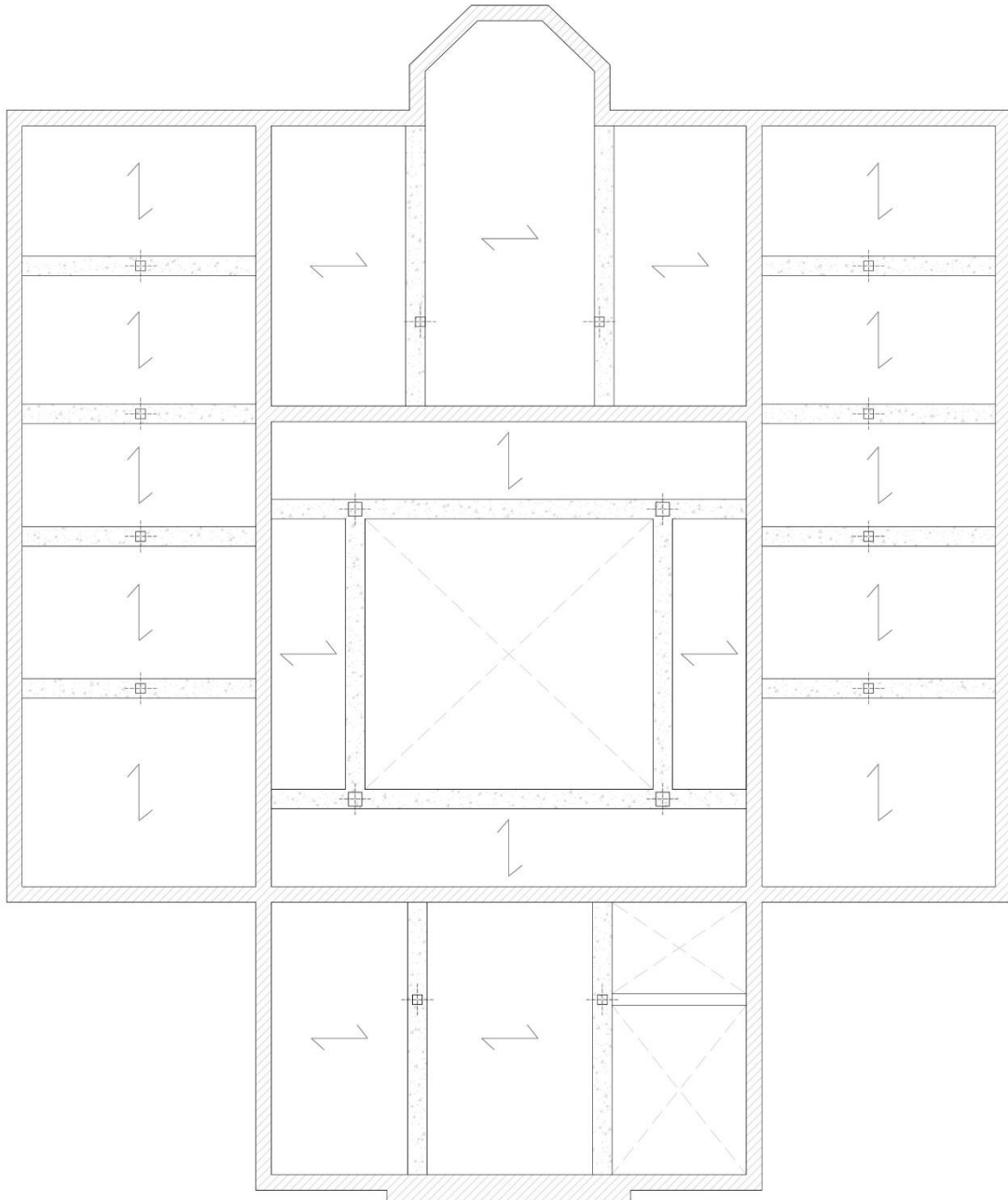
Figura 58: Imprimació i aplicació del teixit en reforç de pilars [25]

12 ANNEX

12.1 DISPOSICIÓ DE L'ESTRUCTURA



12.2 DIRECCIÓ DEL FORJAT



▨ Mur de càrrega

▬ Biga