

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Projecte de nau per a l'emmagatzematge de material tèxtil

Document: Memòria i annexos

Alumne: Joan Andreu Ribot Ferrer

Tutor: Dr. Lluís Torres Llinàs

Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Enginyeria de la construcció

Convocatòria (mes/any): Juny 2019

ÍNDIX

1.	INTRODUCCIÓ.....	9
1.1.	Antecedents	9
1.1.1.	Peticionari	9
1.1.2.	Entorn i croquis	9
1.1.3.	Exposició del problema	9
1.2.	Objecte del projecte.....	10
1.3.	Requeriments i abast	10
1.3.1.	Requeriments	10
1.3.2.	Abast del projecte	11
2.	ASPECTES GENERALS DE LA SOLUCIÓ	11
2.1.	Descripció de la parcel·la.....	11
2.1.1.	Distribució de l'edificació	12
2.1.2.	Ordenança municipal	13
2.2.	Descripció general de la nau	13
2.3.	Productes d'emmagatzematge	15
2.4.	Distribució del magatzem.....	16
2.5.	Estudi contra incendis	16
2.6.	Justificació del compliment del RD 2267/2004 sobre proteccions en cas d'incendi ..	17
2.6.1.	Classificació segons reglament.....	17
2.6.2.	Projecte de llicència d'activitat	17
2.7.	Compliment del REAL DECRET 105/2008 i el DECRET 89/2010, de 29 de juny, pel que es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.....	17
2.8.	Compliment del RD 375/1988 de desembre, sobre control de qualitat de l'edificació	18
2.9.	Seguretat i Higiene en el Treball	19
2.10.	Condicions Generals.....	19
3.	ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ.....	20

3.1.	Descripció dels elements estructurals	20
3.2.	Jàssera peraltada de coberta	20
3.3.	Pilars dels pòrtics.....	20
3.4.	Biguetes de coberta	21
3.5.	Canals de coberta.....	22
3.6.	Fonaments.....	23
3.7.	Elements de tancament	24
3.7.1.	Panells de façana.....	24
3.7.2.	Panells de coberta	24
3.7.3.	Portes nau	25
4.	NORMES D'APLICACIÓ.....	26
5.	RELACIÓ DE LA MAQUINÀRIA	27
6.	PROCÉS CONSTRUCTIU.....	28
6.1.	Fase 1.....	28
6.2.	Fase 2.....	29
6.3.	Fase 3.....	30
6.4.	Fase 4.....	31
7.	RESUM DEL PRESSUPOST	32
8.	CONCLUSIONS	32
9.	RELACIÓ DE DOCUMENTS	33
A.	CÀLCULS ESTRUCTURALS	35
A.1	INTRODUCCIÓ	35
A.2.	PREDIMENSIONAT DE L'ESTRUCTURA	35
A.3.	CÀLCUL D'ACCIONS	37
A.3.1.	Càrregues de coberta.....	37
A.3.1.1.	Càrregues permanents.....	37
A.3.1.2.	Càrregues variables.....	38
A.3.1.2.1.	Sobrecàrrega d'ús	38

A.3.1.2.2. Càrrega de vent.....	39
A.3.1.2.3. Càrrega de neu.....	46
A.3.2. Càrregues de façana.....	47
A.3.2.1. Càrregues permanents.....	47
A.3.2.2. Variables	48
A.4. COMBINACIÓ D'ACCIONS.....	52
A.4.1. Estat límit últim.....	52
A.4.2. Estat límit de servei.....	54
A.5. CÀLCULS AMB DIAMONDS.....	55
A.5.1. Plantejament de l'estructura i càrregues.....	55
A.5.2. Càlcul de les jàsseres peraltades.....	56
A.5.2.1. Pèrdua de càrrega de pretesat	56
A.5.2.2. Càlcul a flexió	57
A.5.2.3. Càlcul a tallant.....	59
A.5.2.4. Fletxa i fissures.....	61
A.5.3. Càlcul dels pilars.....	64
A.5.3.1. Comprovació de l'esveltesa als pilars interiors.....	66
A.5.3.2. Comprovació de l'esveltesa als pilars cantoners	70
A.5.3.3. Comprovació del tallant.....	71
A.5.3. Càlcul dels fonaments	74
A.5.3.1. Càrregues als fonaments	74
A.5.3.2. Dimensionament dels fonaments.....	74
A.5.3.3. Càlcul de l'armat inferior	76
A.5.3.4. Càlcul de l'armat del collarí.....	77
A.5.3.5. Comprovació de punxonament	78
A.6. BIBLIOGRAFIA.....	79
B. PROJECTE DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS.....	81
B.1. INFORMACIÓ GENERAL.....	81

B.2. ANTECEDENTS	81
B.3. REFERÈNCIES NORMATIVES	81
B.4. DADES GENERALS.....	82
B.4.1. Dades de l'emplaçament	82
B.4.2. Característiques de l'emplaçament	82
B.4.3. Característiques de l'edificació i del local	82
B.5. LÍMITS A L'EXTENSIÓ DE L'INCENDI	83
B.5.1. Sectorització interior.....	83
B.5.1.1. Càrrega de foc	83
B.5.2. Hipòtesi de càlcul	84
B.5.3. Requisits constructius	85
B.5.3.1. Materials constructius (Revestiments)	85
B.5.3.2. Estabilitat al foc elements portants	85
B.5.3.3. Resistència al foc dels elements constructius de mitjaneria o murs colindants amb altre establiment sense funció portant.....	85
B.5.4. Evacuació.....	86
B.5.5. Ventilació y eliminació de fums y gasos de combustió.....	87
B.5.6. Requisits en mesures contra incendis.....	87
B.5.6.1. Sistemes automàtics de detecció d'incendis	87
B.5.6.2. Sistemes manuals de detecció d'incendis.....	87
B.5.6.3. Sistemes de comunicació de alarma	87
B.5.6.4. Sistemes d'hidrants exteriors.....	87
B.5.6.5. Extintors	88
B.5.6.6. Sistemes de boques d'incendi equipades	88
B.5.6.7. Sistemes de columna seca	89
B.5.6.8. Sistemes d'aspersió automàtics d'aigua	89
B.5.6.9. Sistemes d'aigua polvoritzada	89
B.5.6.10. Sistemes d'escuma física.....	89

B.5.6.11. Sistemes d'extinció per pols	89
B.5.6.12. Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos	89
B.5.6.13. Enllumenat d'emergència	89
C. PROJECTE DE SEGURETAT I SALUT	92
C.1. INFORMACIÓ GENERAL	92
C.1.1. Justificació de l'estudi bàsic de seguretat i salut	92
C.1.2. Objecte	92
C.1.3. Promotor de la instal·lació	93
C.2. NORMES DE SEGURETAT APLICABLES A L'OBRA.....	93
C.3. MEMÒRIA DESCRIPTIVA.....	94
C.3.1. Previ	94
C.3.2. Instal·lacions provisionals	94
C.3.2.1. Instal·lació elèctrica provisional.....	94
C.3.2.2. Instal·lació contra incendis.....	95
C.3.2.3. Instal·lació de maquinaria	95
C.3.3. Instal·lacions d'higiene.....	96
C.3.4. Fases de l'execució de l'obra.....	96
C.3.4.1. Moviment de terres	96
C.3.4.2. Fonamentació	97
C.3.4.3. Col·locació dels elements prefabricats	97
C.3.4.4. Tancaments.....	98
C.3.4.5. Paviments.....	98
C.4. OBLIGACIONS I RESPONSABILITATS DEL PERSONAL A L'OBRA.....	99
C.4.1. Obligacions del coordinador en matèria de seguretat i salut.....	99
C.4.2. Pla de seguretat i salut.....	100
C.4.3. Obligacions del contractista	100
C.4.4. Obligacions dels treballadors autònoms.....	101
C.4.4.1. Drets dels treballadors	102

C.5. LLIBRE D'INCIDÈNCIES	102
C.5.1. Paralització de l'obra.....	102

MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

1.1.1. Peticionari

El peticionari és l'empresa Teixits de Mallorca, ubicada al carrer Quatre de Novembre, nº4, del Polígon de Can Valero, Palma de Mallorca. El seu àmbit de treball es basa en l'emmagatzematge i venda de productes tèxtil i de merceria.

1.1.2. Entorn i croquis

Es disposa d'un terreny en el qual es vol construir una nau per a realitzar una activitat comercial de productes tèxtils i de merceria. Aquest terreny es troba situat al polígon de Can Valero, Palma de Mallorca, Mallorca.

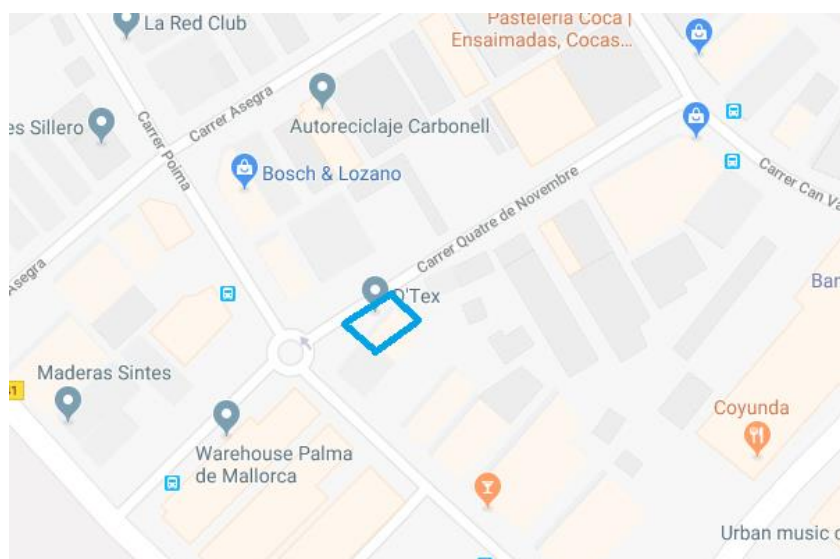


Figura 1: Situació de la parcel·la

1.1.3. Exposició del problema

L'empresa necessita un lloc on poder realitzar la seva activitat comercial. Per tal de satisfer aquesta necessitat, es disposa d'un terreny on es pot construir una nau industrial.

1.2. Objecte del projecte

La finalitat d'aquest projecte consisteix en projectar una nau per a l'emmagatzematge i venda de productes tèxtils i de merceria, adaptant-se als condicionants de l'activitat, requeriments tècnics i urbanístics.

1.3. Requeriments i abast

1.3.1. Requeriments

Els requeriments demanats pels clients són els següents:

TEMA	O/D	DESCRIPCIÓ
Situació	O	Construcció a la parcel·la del Carrer Quatre de Novembre, nº4, Palma de Mallorca.
Funció	O	Emmagatzematge i venda de productes tèxtils.
Dimensions	O	Les mides de la construcció han de ser de 17 metres de llargada per 31 metres d'amplada.
Accessos	O	Al local, s'ha de poder entrar des de el exterior a través de dues portes, una de 4.85 m x 6.25 m (h) situada en la façana lateral esquerra, per càrrega i descàrrega, i una altra de fulles d'acer inoxidable, de dimensions 3.50 m x 3.75 m (h), situada en la façana principal.
Contingut	O	La nau haurà de tenir diferents zones: magatzem, tall i administració.
Material	O	La nau ha de ser de formigó.
Instal·lacions	O	Han de preveure's l'estudi contra incendis.
Vida útil	D	L'estructura s'ha de dissenyar perquè resisteixi com a mínim 50 anys.
Costos	O	Es disposa d'un pressupost màxim de 500.000€.
Temps	O	La construcció s'ha de produir en un màxim d'un any.

1.3.2. Abast del projecte

El projecte abastarà tots els càlculs, plànols i documents necessaris per la construcció de la nau industrial. S'ha de definir la distribució dels espais indicats als requeriments, una descripció detallada dels càlculs necessaris pel dimensionament de l'estructura, així com les solucions adoptades. Es realitzarà el disseny i dimensionament de la instal·lació contra incendis.

2. ASPECTES GENERALS DE LA SOLUCIÓ

2.1. Descripció de la parcel·la

El lloc a on es construirà la nau industrial és en el carrer Quatre de Novembre nº4, situat al polígon industrial "Can Valero", 07011, Palma de Mallorca. S'utilitza aproximadament uns tres quarts de la parcel·la disponible. L'accés al polígon industrial és fàcil i està ben comunicat. Es troba pròxim a la autopista Ma-20, que comunica Alcúdia amb Andratx.

La nau es construirà en la parcel·la assenyalada en la imatge i s'encararà de la següent manera: La façana principal, on hi haurà la porta d'entrada, es trobarà encarada cap al carrer.

La superfície total de la parcel·la és de 1925 m².



Figura 2: Detall de la parcel·la

2.1.1. Distribució de l'edificació

La nau es separarà en diferents zones ben diferenciades, la zona administrativa, la zona de recepció, la zona de càrrega i descàrrega, la zona d'emmagatzematge, la zona de tall i els vestíbuls. La zona administrativa estarà aïllada de les altres zones mitjançant un tancat.

En la zona administrativa es disposarà de tres taules amb tres cadires, i una prestatge on poder guardar-hi documents, factures, albarans... Pel que fa les superfícies, no es calcularan segons els coeficients de densitat d'ocupació establerts per a diferents activitats en el CTE ja que l'ocupació serà mínima, com a màxim hi haurà tres persones diàriament a la zona administrativa i esporàdicament alguna més en cas de reunions.

En total s'edificaran 527 m². Les mides de la nau seran de 17 x 31 m.

2.1.2. Ordenança municipal

El Pla d'ordenança urbà municipal de Palma de Mallorca regeix que per edificacions aïllades, Article 223. Condicions particulars zones M. Ús principal: secundari. Tipus d'edificació: RP.A., s'ha de complir:

- Altura en nombre de plantes (H): 3
- Altura màxima en metres (H màx): 13,50 m
- Altura total en metres (H tot): 15,50 m
- Edificabilitat en m^2/m^2 (E): $1 m^2/m^2$
- Separació entre edificis en metres (Se): 5 m
- Superfícies mínima de la parcel·la en m^2 : $1000 m^2$

Es permetrà que les construccions auxiliars tals com xemeneies, tremuges, sitges, torres de refrigeració o grues necessàries per al desenvolupament de l'activitat industrial sobrepassin l'altura total. Aquestes construccions s'hauran de situar a una distància superior a quinze (15) metres de l'alineació oficial, llevat que sigui necessari ubicar-les en els quinze (15) metres immediats a aquesta alineació. Aquesta circumstància, així com la necessitat de sobrepassar l'altura total, haurà de ser degudament justificada al projecte d'obres. A la zona M3a es permetrà que els edificis s'adossin a les mitgeres perpendiculars a les alineacions oficials després de l'ordenació de les façanes, que s'haurà de tramitar com a estudi de detall. Els murs de separació es construiran de forma tal que els edificis siguin sector d'incendi d'acord amb l'ús a ubicar.

2.2. Descripció general de la nau

La nau on es realitzarà l'activitat mesura 17 metres de llargada per 31 metres d'amplada amb 10 metres d'alçada. L'activitat, principalment, es realitzarà dintre la nau, exceptuant la càrrega i descàrrega de material, que s'emprarà una part exterior per l'entrada de material.

L'estructura la forma 6 pòrtics prefabricats de formigó separats a una distància de 6,125 metres formats per jàsseres pretesades a dues aigües amb un 10% de desnivell i pilars de 500x500mm. Els dos pòrtics exteriors encara que suporten menys càrrega disposen

de la mateixa jàssera peraltada ja que la disposició de la nau no permet posar una jàssera diferent. Al centre s'hi ha col·locat un pilar de 500x500mm per poder col·locar els panells de façana. Les biguetes es col·loquen a una distància de 1,8 metres entre elles i els canals que recullen les aigües pluvials fan 500mm d'amplada.

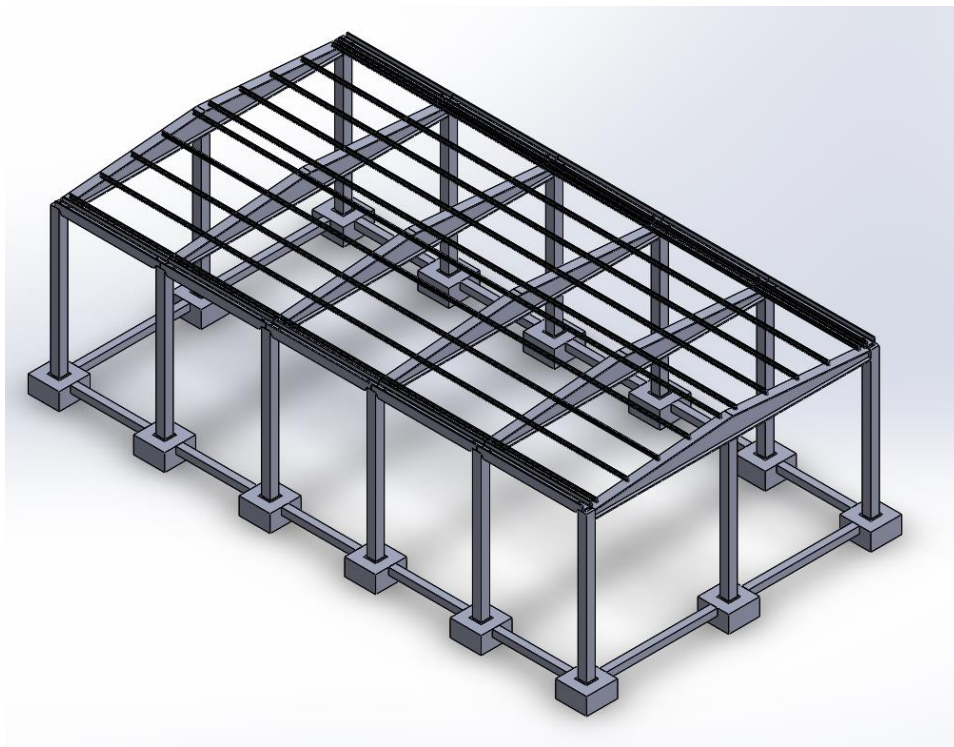


Figura 3: Elements estructurals

Els panells de tancament són prefabricats de formigó de 200mm de gruix amb una capa interior d'aïllament de poliestirè expandit, fent que així es redueixi el pes. Les longituds són diferents segons la part on estiguin col·locats, però l'amplada és constant per tots de 1250mm.

La coberta de la nau serà lleugera, de tipus panell Sandvitx.

Hi ha una porta d'entrada per als clients i personal de l'empresa, situada en la façana de 17 m. I una altra porta més gran per a la càrrega i descàrrega de material. Ambdues portes seran de panell tipus Sandvitx.

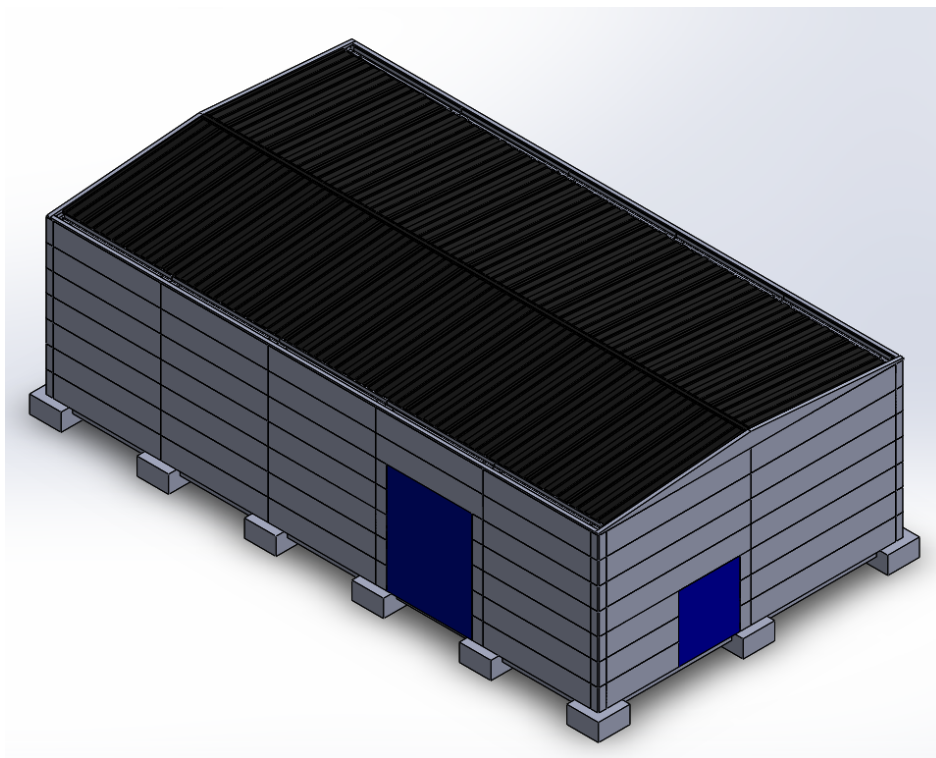


Figura 4: Planteig 3D

2.3. Productes d'emmagatzematge

La classificació dels materials que s'emmagatzemaran dintre de la nau és la següent:

- Escumes de diferents densitats
- Viscoelàstica.
- Teles de diferents materials
- Llençols
- Tovallols
- Grapes i grapadores
- Coles
- Vernissos
- Coixins

S'ha de tenir en compte que els productes emmagatzemats són molt variats i de difícil enumeració i que dels productes que s'han enumerat no sempre hi seran presents, ja

que de vegades són temporals, estacionals, en funció de la demanda dels clients o bé segons l'oferta de mercat.

Aquests materials aniran emmagatzemats en estanteries distribuïdes en diferents llocs de la nau.

2.4. Distribució del magatzem

La distribució dels magatzems serà en prestatgeries metàl·liques amb una alçada màxima de 5 pisos i en palets apilats amb una alçada màxima de 2 pisos.

Cada prestatgeria no podrà suportar més de 500kg cada una.

2.5. Estudi contra incendis

Les mesures de protecció contra incendis que han de tenir les activitats venen determinades de forma diferent si es tracta d'activitats industrials o no.

L'activitat industrial de Teixits de Mallorca queda subjecta al "Reglament de seguretat contra incendis als establiments industrials" aprovat pel RD 2267/2004 de 33 de desembre (BOE de 17 de desembre de 2004, anomenat RSCIEI).

-DBSI. El RSCIEI determina les prescripcions de seguretat que ha de tenir una activitat industrial d'acord amb el seu risc d'incendi, i aquest es determina en funció de la càrrega de foc de cada sector d'incendi.

El CTE-DBSI determina les prescripcions de seguretat en funció del tipus d'activitat que es desenvolupa.

La informació gràfica referida a les instal·lacions contra incendis del sector amb activitat industrial es troba en el plànol Núm. 17. En aquests plànols s'hi pot observar la seva localització d'aquests a les naus.

A l'annex B s'hi pot trobar tota la informació sobre l'Estudi de protecció contra incendis segons "RSIEI"

2.6. Justificació del compliment del RD 2267/2004 sobre proteccions en cas d'incendi

L'activitat industrial de Teixits de Mallorca queda subjecta al "Reglament de seguretat contra incendis als establiments industrials" aprovat pel Real Decreto 2267/2004 de 3 de desembre (BOE de 17 de desembre de 2004) anomenat a partir d'ara com RSCIEI.

2.6.1. Classificació segons reglament

L'activitat es desenvoluparà en un edifici aïllat, com a mínim separat 3 m de l'edificació més pròxima, i a l'interior d'una parcel·la. D'acord amb l'annex I del RSCIEI és una edificació de tipus B.

2.6.2. Projecte de llicència d'activitat

Abans de realitzar qualsevol activitat en aquestes naus, es sol·licitarà a l'Ajuntament de Palma la corresponent llicència d'activitat pel desenvolupament de la mateixa, on es recolliran aspectes específics i que no corresponen explícitament a la llicència d'obres.

2.7. Compliment del REAL DECRET 105/2008 i el DECRET 89/2010, de 29 de juny, pel que es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició

Es desenvolupa aquest apartat per tal de donar compliment al R.D. 105/2008, de 1 de febrer, i al Decret 89/2010, de 29 de juny, pel qual es regula la producció i la gestió dels residus de construcció i demolició.

A més a més, pel que fa als residus es donarà compliment a la normativa de residus especificada a la pàgina de l'Agència Balear de Residus.

L'empresa Teixits de Mallorca serà la productora dels residus i, per tant, haurà de vetllar pel compliment de la normativa específica vigent, fonamentant la prevenció de residus d'obra, la reutilització, el reciclat i altres formes de valoració, tot assegurant un tractament adequat amb l'objectiu d'assolir un desenvolupament sostenible de l'activitat de la construcció.

2.8. Compliment del RD 375/1988 de desembre, sobre control de qualitat de l'edificació

Aquest control de qualitat ha de ser el resultat de l'acció complementària del control exercit pel productor (control intern) i del control exercit pel receptor (control extern).

Sota aquests plantejaments, el Decret 375/1988 sobre el control de qualitat de l'edificació del Consell de Mallorca, estableix en el seu article 3.1 que aniran a càrrec del propietari o promotor els assaigs, anàlisis i proves necessàries per la realització del control de qualitat i, en general, per persones que no intervinguin directament en l'obra. Tanmateix, la Instrucció del formigó Estructura (EHE) en el seu article 80 sobre el control de recepció, estableix que correspon a la propietat i a la Direcció de l'obra, la responsabilitat d'assegurar la realització del control extern de la execució.

Els controls que s'efectuaran en la present construcció són:

- PER A L'ESTRUCTURA:

Els que especifica la Instrucció EHE-08 per al projecte i l'execució d'obres de formigó en massa o armat.

Els perfils emprats estaran homologats.

Els que especifica les Normes Tecnològiques de la Edificació.

- PELS FONAMENTS:

Els que especifica la EH-08 Instrucció pel projecte i l'execució d'obres de formigó en massa o armat.

Els que especifica les Normes Tecnològiques de la Edificació corresponents a SABATES.

- PER A LA COBERTA:

Els que especifica la Norma tecnològica de l'Edificació corresponents a cobertes de planxa metàl·lica.

2.9. Seguretat i Higiene en el Treball

A més de satisfer l'Estudi de Seguretat i Salut i consegüentment el Pla de Seguretat de l'Obra, el personal contractat per la realització de les obres, estarà degudament format, qualificat i donat d'alta a la Seguretat Social, aquest darrer aspecte el Contractista el justificarà davant del Promotor, de la Direcció Facultativa i del Coordinador de Seguretat a l'Obra.

El personal disposarà de la formació adient i dels elements de protecció individual i col·lectiu necessaris per evitar els danys en cas d'accident. Les eines que utilitzin i necessitin tindran les corresponents proteccions i homologacions.

Les bastides tindran els sistemes de protecció necessaris.

Es complirà en tot el que disposi en les Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.

Existiran rètols a l'entrada de l'obra que indiquin la prohibició a entrar-hi a tota persona aliena a la mateixa, i obligatorietat de seguir les normes de seguretat a aquelles que hi puguin entrar.

2.10. Condicions Generals

Es considerarà inclòs en el Pressupost tot el necessari pel bon acabat de l'obra.

Les obres es començaran quan la propietat tingui la corresponent Llicència Municipal, comunicant-ho abans a la Direcció Tècnica Facultativa

Les mides de totes les parts i elements s'ajustaran en obra, tenint present les rasants donades pel traçat dels carrers existents.

3. ELEMENTS DE CONSTRUCCIÓ

3.1. Descripció dels elements estructurals

L'estructura d'aquesta nau està formada per elements de formigó prefabricats, a excepció dels fonaments que es realitzaran en la mateixa obra "in-situ".

3.2. Jàssera peraltada de coberta

Aquestes jàsseres aniran en els pòrtics de la nau i seran de formigó prefabricat HP-45, amb barres corrugades d'acer B500s i a dues aigües, amb un desnivell d'un 10%. Tenen una llum de 16 metres, i una alçada mínima de 50 cm i 130 cm de màxim. Té un pes de 70,34 kN i poden suportar fins a 17 kN/m.

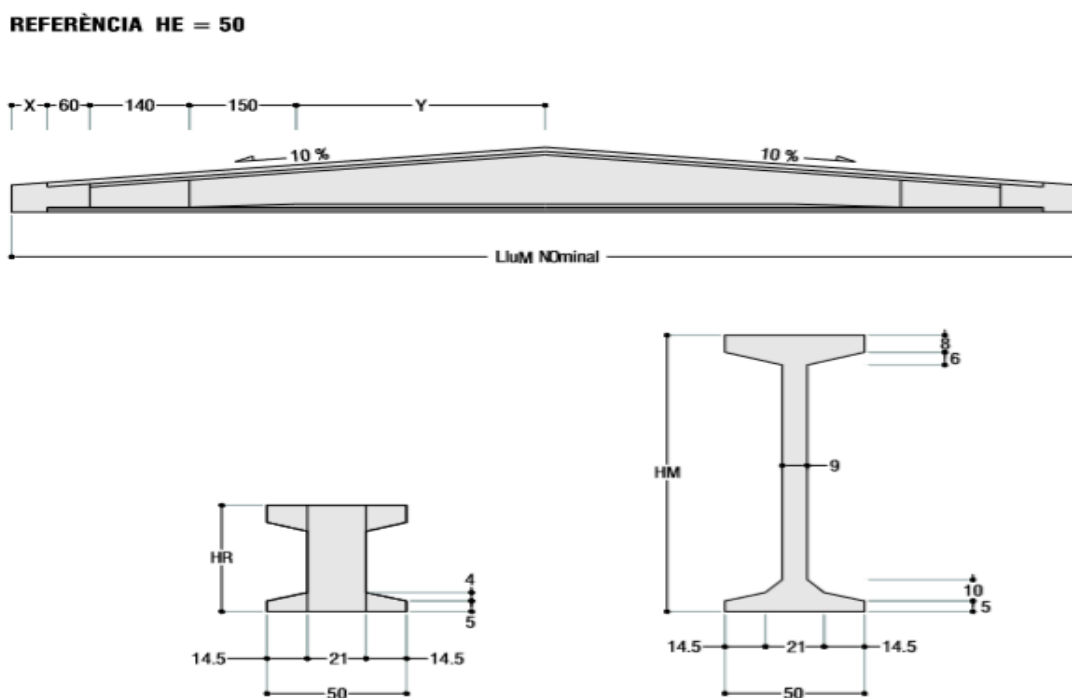


Figura 5: Jàssera peraltada

3.3. Pilars dels pòrtics

Els pilars dels pòrtics tenen una secció de 500x500 mm i tenen una alçada de 8,5 metres. Estaran encastats al terra per un extrem i a l'altre disposaran de orelles a on s'hi recolzaran les jàsseres de coberta. El pilar situat al centre de la façana frontal i la

posterior de la nau principal té una secció de 500x500 mm. El formigó serà prefabricat HA-45 i té un armat format per acer B500s.



Figura 6: Pilars dels pòrtics

3.4. Biguetes de coberta

Les corretges de coberta escollides són de formigó prefabricat HA-45, i tenen una llum nominal de 6,125 metres. El seu pes propi és de 23 kp/ml. I poden mesurar fins a 6,5 metres. Cada aigua tindrà 6 biguetes. La forma d'aquestes biguetes és la següent:

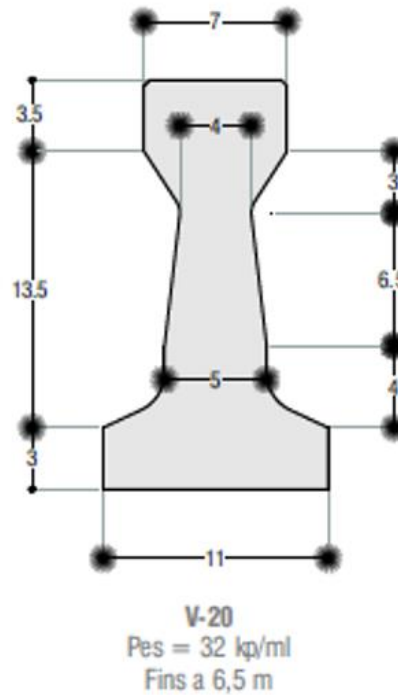


Figura 7: Biguetes de coberta

3.5. Canals de coberta

Per la correcta extracció de l'aigua de la pluja de la coberta es col·locarà un canal de formigó prefabricat a cada extrem de la coberta. Aquests canals, mostrats a la Figura 8, tindran una secció en "H" de 50x50 cm, dos desaigües de 200 mm de diàmetre, un pes de 2,05 kN/m i una llum nominal de 6,125 metres els dels pòrtics centrals, i 6,375 metres els dels extrems. Estan fabricats de formigó HP-45 amb un armat format per barres corrugades d'acer B500S.

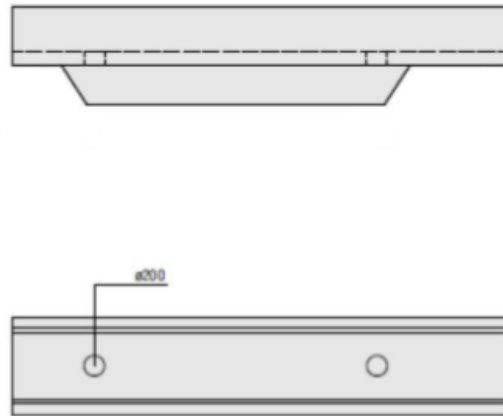


Figura 8: Canals de coberta

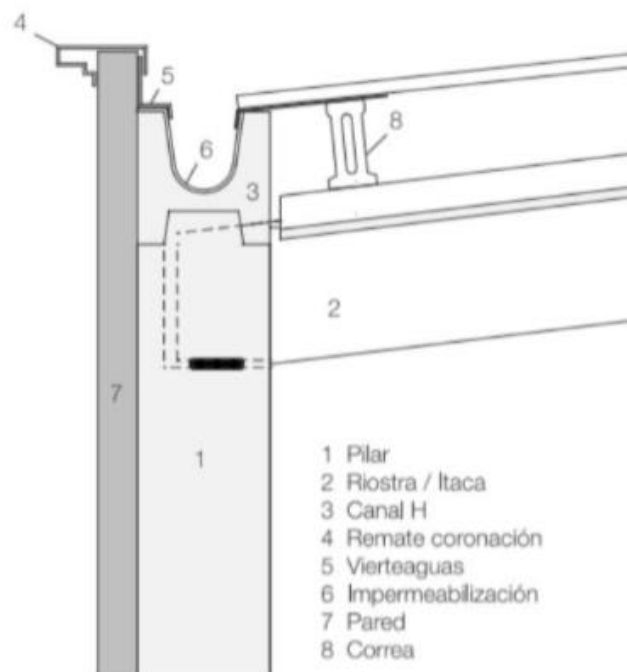


Figura 9: Detall muntatge canal

3.6. Fonaments

Els fonaments estaran formats per sabates rígides centrades de 1,8 x 1,8 x 1 metre pels pilars dels pòrtics. Aquestes sabates es realitzaran in-situ a l'obra utilitzant formigó HA-25 i els armats, d'acer B500S.

Per més detalls veure plànols nº 9 del document de PLÀNOLS.

3.7. Elements de tancament

Els elements de tancament els formarà els panells de coberta, els de façana i els portals

3.7.1. Panells de façana

Els panells de tancament de façana mesuren 200 mm de gruix però en l'interior conté una capa de 65 mm d'aïllament de poliestirè expandit. La capa interior, a part de fer d'aïllament tèrmic, redueix el pes propi del panell, fent que sigui de 3,80 kN/m². Les longituds són diferents segons la part on estiguin col·locats, però com a norma general farà la mida entre pilars en excepció de la façana frontal i posterior. L'amplada és constant per tots els panells de 1250mm i es col·locaran en disposició horitzontal.

Els panells s'encorren als pilars dels pòrtics per evitar l'ús de bigues entre pilars. Els panells es carregaran sobre els pilars a excepció dels inferiors que es recolzaran sobre el paviment. Alguns també es recolzaran sobre les bigues de coberta així com biguetes entre pilars que s'instal·laran en els mínims cassos possibles. En total hi haurà 7 panells en altura arribant a una altura màxima de 10 metres.

3.7.2. Panells de coberta

La coberta metàl·lica serà de tipus "sandvitx" d'acer nervat, amb aïllament a base de llana de roca i aire, amb un gruix de 40mm. Provocant un pes propi de 0,1 kN/m². La llana de roca és un material que prové del reciclatge de productes siderúrgics, factor que implica un avantatge mediambiental. A més, produirà una eficiència energètica durant la vida útil de la construcció, a part del consegüent augment de sensació de benestar de les persones que s'hi troben en el seu interior. L'amplada és de 2300 mm i una llargada de 7950 mm, exceptuant les de un extrem que la seva amplada serà de 1150 mm i amb una llargada de 7950 mm.

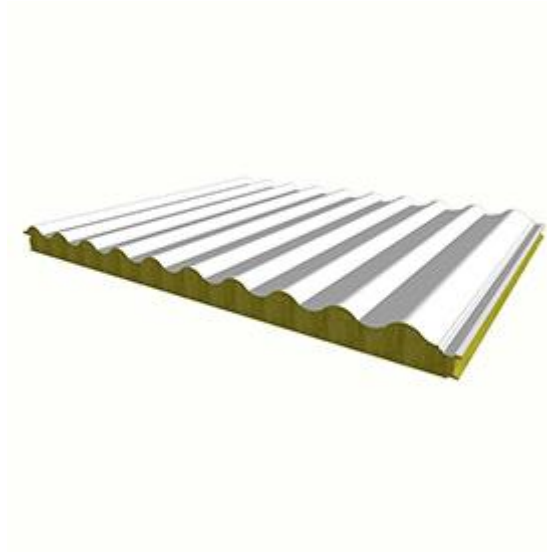


Figura 10: Coberta tipus "sandvitx"

3.7.3. Portes nau

Les dues portes seran de tipus "Sandvitx". Aquestes portes tindran un tractament de pintura contra les altes temperatures, en forma de lacat. El seu accionament es farà mitjançant un motor elèctric. La porta de la façana de 17 m, estarà destinada a l'entrada i sortida dels clients i treballadors. I la porta més grossa, situada a la façana de 31 m, serà per a la càrrega i descàrrega de materials.



Figura 11: Porta tipus "sandvitx"

4. NORMES D'APLICACIÓ

Es compleixen les següents disposicions i condicionants:

Real Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació

Instrucció EHE RD 2661/1998 d'11 de desembre BOE 13.01.99 sobre Formigó Estructural.

Llei 38/1999 d'Ordenació de l'Edificació.

Real Decret 2267/2004, de 3 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament de Seguretat Contra Incendis als Establiments Industrials.

Llei 3/2010, del 18 de desembre, de Prevenció i Seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis.

Decret 375/1988, de l'1 de desembre, sobre control de qualitat de la edificació.

R.D. 1627/97 de Disposicions Mínimes de Seguretat i de Salut a les Obres de Construcció.

Real Decret 105/2008 i e Decret 89/2010, de 29 de juny, pel que es regula la producció i la gestió dels residus de construcció i de demolició.

Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i ITC. Decret 824/2002 de 2 d'agost.

Reglament de Salubritat i Higiene en el Treball.

5. RELACIÓ DE LA MAQUINÀRIA

En el moment de la redacció del present projecte, la maquinària que es té constància que hi haurà a l'activitat de Teixits de Mallorca és la següent:

Màquina	Potència/Capacitat bateria	Lloc
Talladora d'escuma amb serra	2,2 kW	Nau
Talladora d'escuma amb fil	2,2 kW	Nau
Compressor d'aire	3,1 kW	Nau
Carreta elèctrica	2000 Ah	Nau
Nevera	1 kW	Nau

Taula 1: Relació de maquinària

Es considera que fins l'inici de l'activitat podria aparèixer canvis en la maquinària indicada i les potències dels equips, ja que encara no s'ha fet l'adquisició de la maquinària. Qualsevol canvi es comunicarà i quedarà incorporat a la documentació d'expedient d'activitat, en el moment d'emetre el corresponent certificat final d'activitat.

6. PROCÉS CONSTRUCTIU

En aquest apartat s'explicarà l'ordre a seguir per a la construcció i muntatge de la nau.

6.1. Fase 1

La primera fase tractarà de realitzar els fonaments "in-situ" i de compaginar amb el transport de tots els materials necessaris per la construcció.

Pels fonaments, primer de tot es realitzarà l'excavació dels fonaments a una profunditat de 1,6 metres, a on s'hi formigonarà una capa de neteja d'un gruix d'uns 20 cm. Sobre d'aquesta es col·locaran els armats dels fonaments i a continuació s'hi evocarà el formigó. El resultat serà el mostrat a la figura següent:

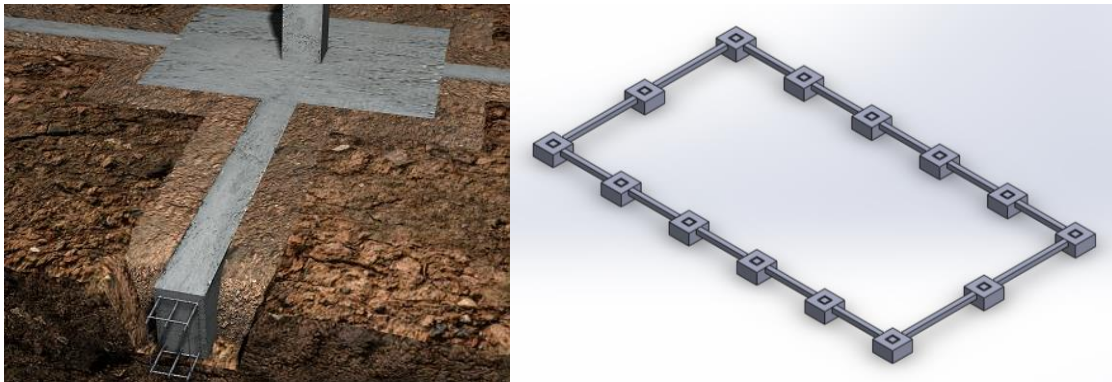


Figura 12: Fonaments nau

Pel transport dels diferents elements estructurals s'utilitzaran camions plataforma que portaran els elements estructurals de la fàbrica a l'obra. Pel transport de les jàsseres peraltades de 16 m de longitud, s'usaran transports especials. El subministrament d'elements prefabricats serà continu segons el ritme del muntatge.

6.2. Fase 2

En la segona fase del projecte constructiu, es col·locaran els pilars en els fonaments. S'utilitzarà l'encaix amb el sistema beina, mostrat a continuació, per a la col·locació dels pilars sobre les seves corresponents sabates. Pel hissat i col·locació dels elements s'utilitzarà una grua autopropulsada de braç telescòpic de gran tonatge amb cables i cadenes.

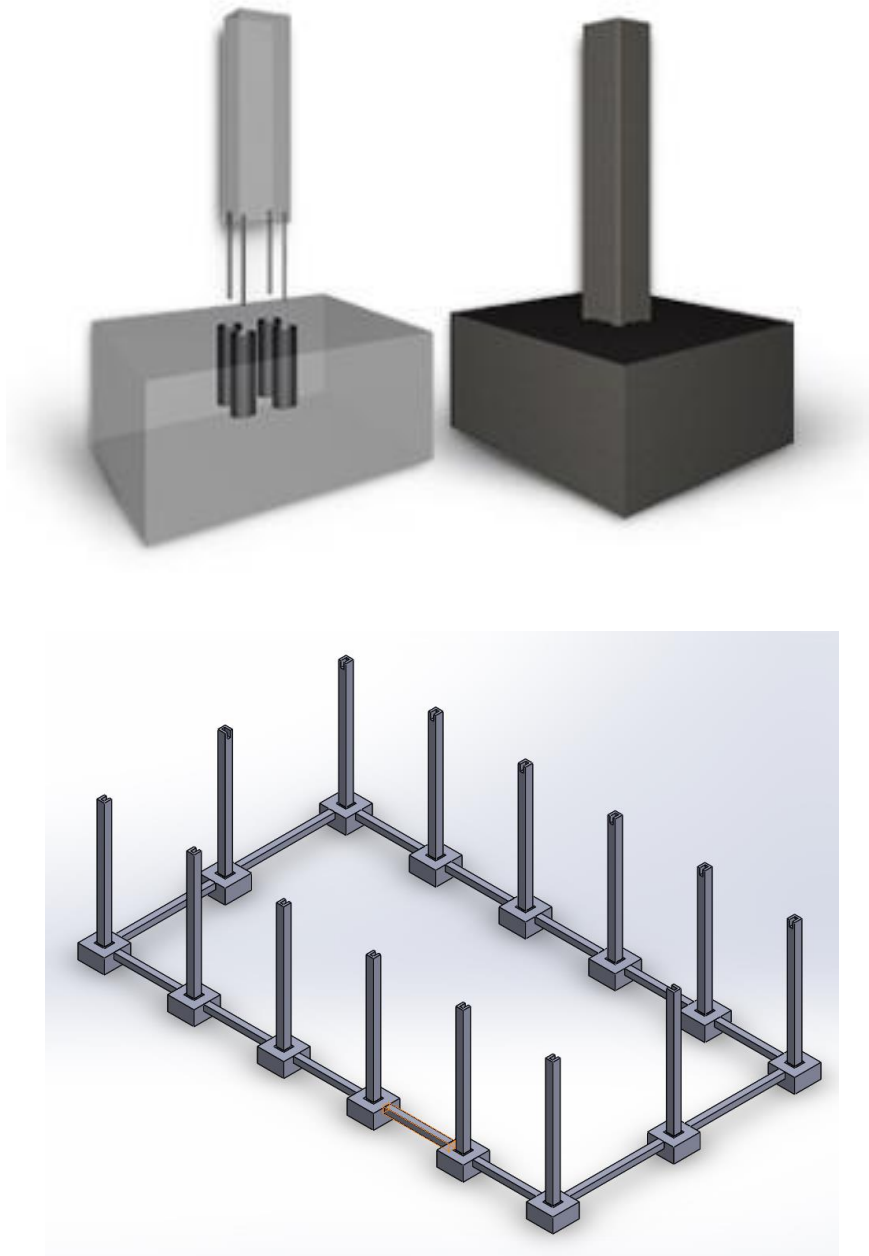


Figura 13: Sistema tipus "beina"

6.3. Fase 3

En la tercera fase, es col·locaran les jàsseres entre els pilars, les quals aniran sobre les mènsules. I tot seguit es posaran les biguetes entre jàsseres i els canals de coberta. També s'instal·laran les canaletes.

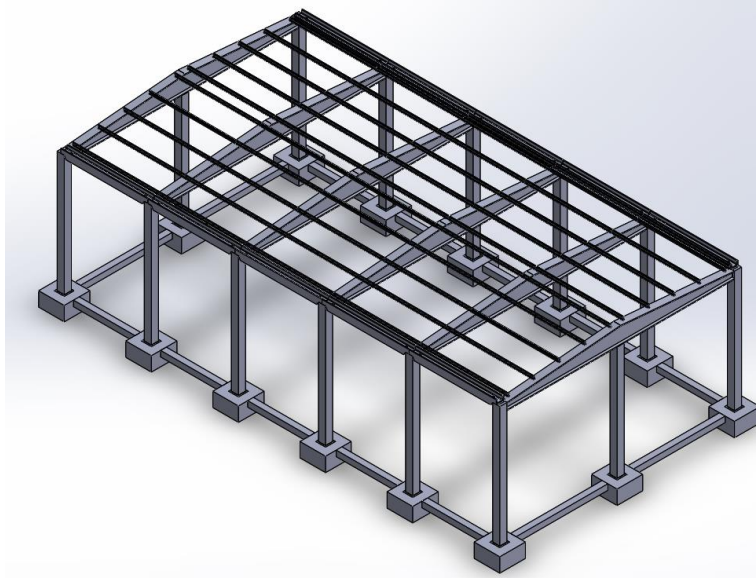


Figura 14: Instal·lació Fase 3

6.4. Fase 4

En aquesta quarta fase, es procedirà a instal·lar la coberta i els panells laterals de formigó.

La coberta anirà cargolada sobre les biguetes, i els panells de formigó es col·locaran des de fora cap a dintre.

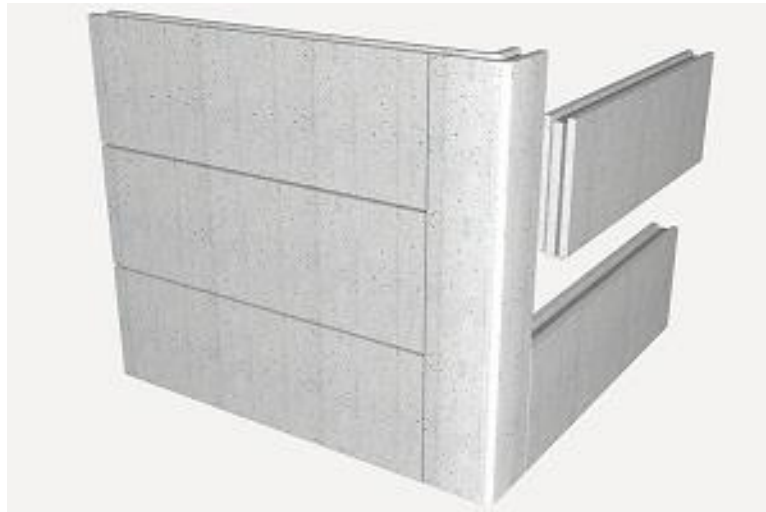


Figura 15: Pareds de formigó

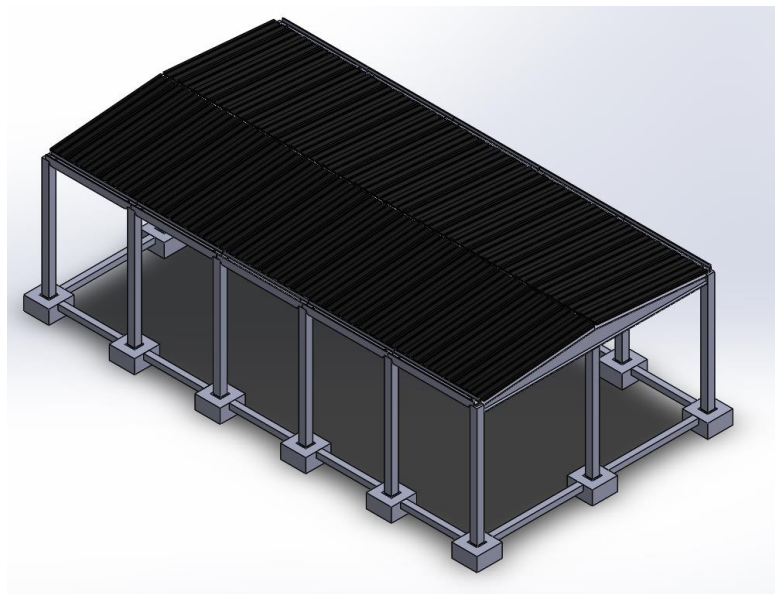


Figura 16: Assemblatge coberta

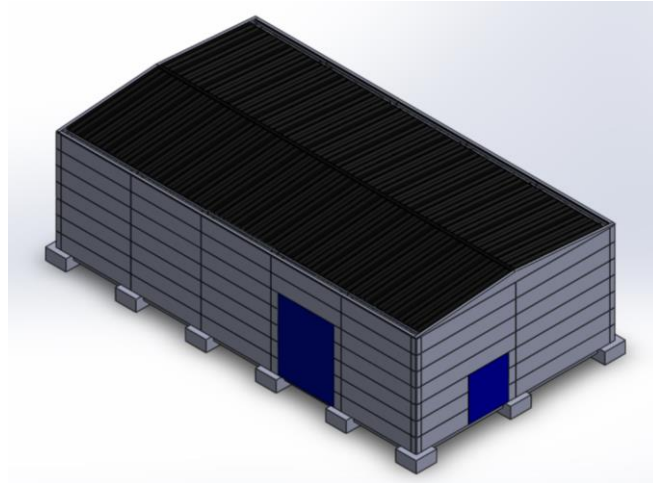


Figura 17: Col·locació panells de façana

7. RESUM DEL PRESSUPOST

El cost de l'edificació detallada de la nau industrial, incloent moviment de terres, fonamentació i construcció final de la nau, IVA inclòs, és de **286.057,11 € (DOS-CENTS VUITANTA-SIS MIL CINQUANTA-SET EUROS AMB ONCE CÈNTIMS)**.

8. CONCLUSIONS

Es pot concloure que l'objectiu del present projecte s'ha acomplert amb èxit. S'ha aconseguit dur a terme el disseny d'una nau industrial que satisfà les necessitats de l'activitat industrial. Per tant, he creat una nau on s'emmagatzemen les matèries, i on es pot portar a terme una activitat comercial. D'aquesta manera l'empresa podrà començar a desenvolupar la seva activitat i poder créixer en el seu sector.

Els requisits bàsics del projecte eren el disseny i el càlcul estructural d'elements prefabricats de formigó.

Aquest projecte m'ha servit per ampliar els meus coneixements en el món de la construcció, els processos de fabricació i el càlcul estructural de naus industrials.

9. RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOCUMENT 1: MEMÒRIA I ANNEXOS

1. MEMÒRIA

2. ANNEXOS

ANNEX A CÀLCULS ESTRUCTURALS

ANNEX B PROJECTE DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

ANNEX C PROJECTE DE SEGURETAT I SALUT

DOCUMENT 2: PLÀNOLS

DOCUMENT 3: PLEC DE CONDICIONS

DOCUMENT 4: ESTAT D'AMIDAMENTS

DOCUMENT 5: PRESSUPOST

ANNEX A

CÀLCULS

ESTRUCTURALS

A. CÀLCULS ESTRUCTURALS

A.1 INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest annex és determinar els valors de les càrregues a les que es veurà sotmesa la nau industrial.

Es farà un disseny simplificat de l'estructura amb el programa *Diamonds* per poder calcular els esforços dels elements de l'estructura. Les càrregues s'obtidran mitjançant les combinacions de diferents accions. Les càrregues que es troben distribuïdes es passaran a càrregues puntuals per simplificar el càlcul. Amb els esforços es seleccionaran els perfils dels elements estructurals mitjançant el catàleg d'un proveïdor d'elements prefabricats. No obstant, es comprovarà que no falla per deformacions i/o fletxes, vinclament i pèrdua d'equilibri estàtic.

Com que es tenen en compte les càrregues que produeixen els elements estructurals a l'hora de calcular les accions, primer cal fer un predimensionament de l'estructura per preveure les càrregues.

A.2. PREDIMENSIONAT DE L'ESTRUCTURA

Pel predimensionament de l'estructura es tenen en compte 6 pòrtics separats entre sí 6,125 metres, obtenint així una llargada total de 31 metres.

Els pòrtics estaran formats per jàsseres peraltades amb un 10% de desnivell d'una llum de 16 metres i pilars prefabricats de 8,5 metres. Les jàsseres peraltades són del fabricant Prefabricats Planas, en concret el model HE=50.

Sobre les jàsseres peraltades es situaran les biguetes a una distància de 180mm entre elles, excepte entre la primera començant per la part més baixa i la segona que es trobaran a 63mm. En total hi haurà 5 biguetes per cada tram de pendent, per tant, hi haurà 10 biguetes en total. Aquestes dades s'han tret del catàleg del fabricant Prefabricats Planas, però es pot calcular per trigonometria sabent que la pendent de coberta és del 10%.

COBERTA METÀL·LICA, INTEREIX DE 1,80 m

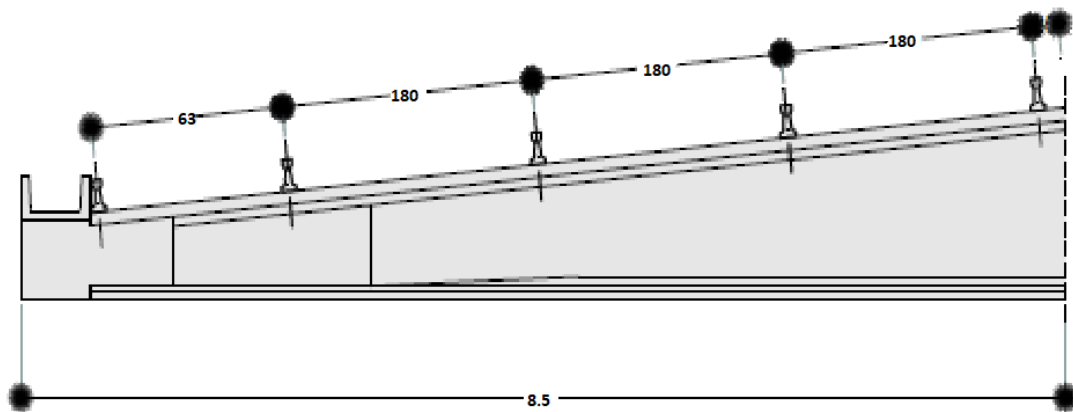


Figura 18: Posició de les biguetes de coberta

$$\alpha = \arctan \frac{10 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 5,71^\circ$$

$$\arccos \left(\frac{\frac{L_{lum}}{2}}{L_{coberta}} \right) = 5,71^\circ \rightarrow \arccos \left(\frac{\frac{16}{2}}{L_{coberta}} \right) = 5,71^\circ \rightarrow L_{coberta} = 8,039 \text{ m}$$

$$n^\circ \text{ trams} = \frac{8000}{1800} = 4,4 \cong 5$$

n° biguetes = 6 a cada costat

A.3. CÀLCUL D'ACCIONS

El càlcul d'accions es fa segons la normativa vigent que es troba al Codi Tècnic de l'Edificació, al document de seguretat estructural: Accions de l'edificació.

Els estats de càrregues es classifiquen en càrregues permanents i càrregues variables.

Les accions permanents són degudes al pes de les jàsseres i les biguetes.

- Accions permanents [G]: són aquelles que actuen en tot instant sobre l'edifici amb posició constant, com el pes propi dels elements constructius, les empentes del terreny, les accions reològiques o el pretesat.

- Accions variables [Q]: són aquelles que poden actuar o no sobre l'edifici, com les causades per l'ús o les accions climàtiques.

- Accions accidentals [A]: són aquelles que la probabilitat de que passin és petita però de gran importància, com sisme, incendi, impacte o explosió.

A.3.1. Càrregues de coberta

Els estats de càrregues es classifiquen en accions permanents i càrregues variables. Les accions permanents són degudes al pes de les jàsseres de coberta i les biguetes. Les càrregues variables vindran donades per les càrregues d'ús, de neu i l'acció del vent.

A.3.1.1. Càrregues permanents

Els elements que formen la coberta són les jàsseres peraltades i les biguetes. S'ha de trobar el pes propi d'aquests elements a la fitxa tècnica dels mateixos.

Taula 2: Pes elements coberta

MATERIAL	Càrrega superficial	Càrrega lineal
Panell coberta Sandwich 50mm	0,102 kN/m ²	
Biguetes coberta V-22		0,343 kN/m ²

Per poder calcular la resistència de l'estructura, es calcula l'acció del pes propi de les biguetes i la coberta en forma de càrrega distribuïda sobre las jàsseres. Amb separació

entre pòrtic "L" es troba la càrrega total causada per la coberta i les biguetes. S'ha de tenir en compte que els pòrtics dels extrems tindran la meitat d'afectació de la càrrega.

Es calcula la càrrega total de la coberta trobant la força per metre lineal d'amplada de la nau:

$$Q_{panells} = q_{panells} \cdot L$$

$$Q_{biguetes} = q_{biguetes} \cdot L$$

$$Q_{panells} = 0,102 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \cdot 6,125[m] = 0,627 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{biguetes} = 0,343 \left[\frac{kN}{m} \right] \cdot 6,125[m] = 0,21 kN$$

A.3.1.2. Càrregues variables

En aquest apartat es calcularan les càrregues de vent, neu i sobrecàrrega d'ús. La següent informació s'extraurà de l'apartat 3 del CTE DB SE-AE.

A.3.1.2.1. Sobrecàrrega d'ús

De la taula 3.1 del CTE DB SE-AE situem la coberta de la nau al tipus G1 (cobertes lleugeres sobre corretges) en el qual degut al manteniment d'aquesta la sobrecàrrega d'ús serà de 0,4 kN/m².

La sobrecàrrega d'ús pot venir donada pel trànsit de persones, de materials o bé per l'acumulació de materials. Els efectes de la sobrecàrrega d'ús poden simular-se per l'aplicació d'una càrrega distribuïda uniformement.

El valor de la sobrecàrrega d'ús directament sobre les jàsseres és de:

$$S_{c,jàsseres} = q_{ús} \cdot L = 0,4 \cdot 6,125 = 2,45 \frac{kN}{m}$$

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾ (6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁷⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Taula 3: Taula 3.1 del CTE

A.3.1.2.2. Càrrega de vent

La càrrega de vent es calcula amb la següent fórmula:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

On:

- q_b és la pressió dinàmica del vent i el seu valor es troba a partir de la situació geogràfica
- c_e és el coeficient d'exposició, varia en funció de l'altura
- c_p és el coeficient eòlic o de pressió, depèn de la forma de l'edifici

A l'annex D del CTE DB SE-AE es troben els diferents valors per calcular la càrrega del vent. La nau industrial es situarà dins la zona C, per tant el valor de la pressió dinàmica $q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$.

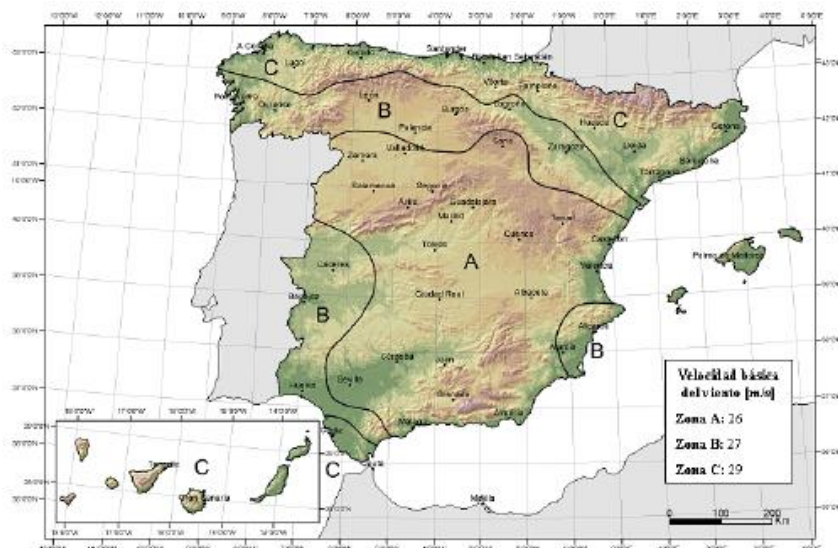


Figura 19: Classificació de zones de vent

El coeficient d'exposició es pot calcular a partir de l'alçada de la nau mitjançant la taula 3.4 del CTE DB SE-AE. La nau es situarà en zona industrial i tindrà una alçada de 10 metres, però per fer un càlcul més segur s'interpola, per tant el valor del coeficient d'exposició c_e (10 metres) = 1,83.

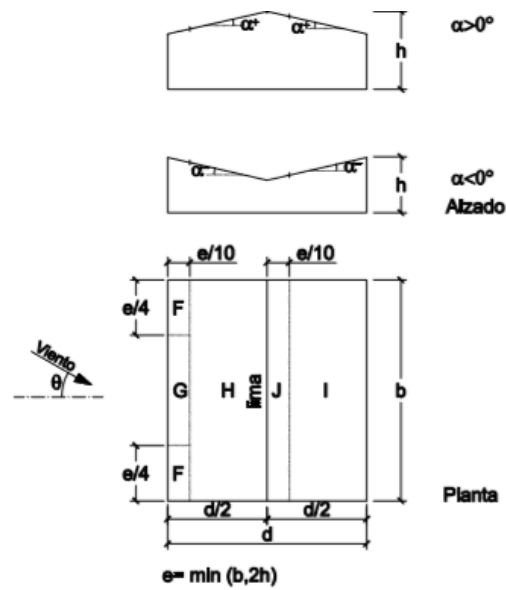
La direcció del vent és variable, per tant cal analitzar la força del vent a 0 i 90 graus. La coberta serà a dos aigües amb una inclinació de 5,71º.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Taula 4: Taula 3.4 del CTE DB SE-AE

Direcció del vent $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



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

Taula 5: Taula D.6. del CTE DB SE-AE

$$b = 31m ; h = 10m ; d = 17m$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(31, 20) = 20m$$

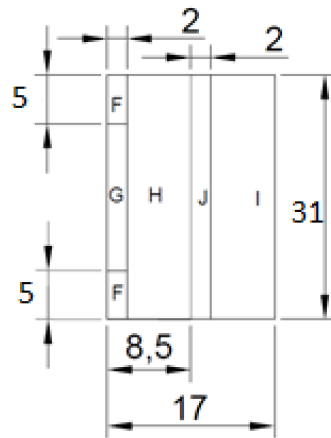


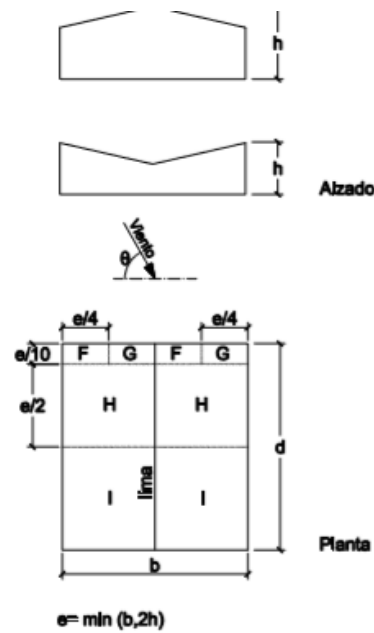
Figura 20: Mides segons la hipòtesi de vent

Per una inclinació de 5° hi ha dos casos diferents de coeficient eòlic a tenir en compte.

Sector	F	G	H	I	J
Superfície (m ²)	10	20	162,50	162,50	50
C_{p_1}	-1,70	-1,20	-0,60	-0,60	0,20
q_{e_1} (kN/m ²)	-1,61	-1,14	-0,57	-0,57	0,19
C_{p_2}	0	0	0	-0,60	-0,60
q_{e_2} (kN/m ²)	0	0	0	-0,57	-0,57

Taula 6: Càrrega de vent a les zones delimitades

Direcció del vent $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	< 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5

Taula 7: Taula D.6. del CTE DB SE-AE

$$b = 17m ; h = 10m ; d = 31m$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(17, 20) = 17m$$

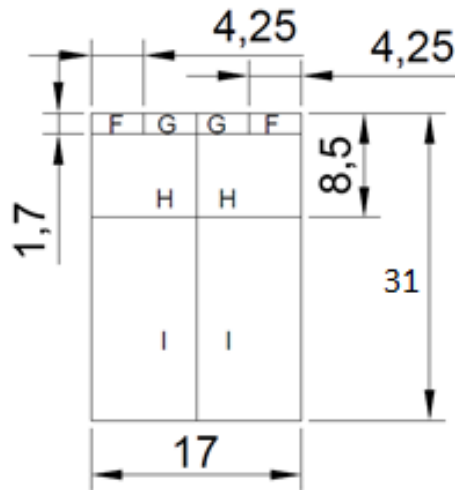


Figura 21: Mides segons la hipòtesi de vent

Per aquesta suposició de vent per una inclinació de 5° hi ha només un cas de coeficient eòlic a tenir en compte. Les àrees que no arriben a 10 s'ha agafat el valor de 10m² ja que és més proper a 1m².

Sector	F	G	H	I
Superfície (m ²)	7,25	7,25	57,8	140,25
C _p	-1,60	-1,30	-0,70	-0,60
q _e (kN/m ²)	-1,52	-1,23	-0,66	-0,57

Taula 8: Càrrega de vent a les zones delimitades

El vent es calcula per 4 angles diferents, 0, 90, 180 i 270 graus. Per cada cas, es dividirà la superfície afectada al vent i es calcularà la càrrega superficial.

Segons els gràfics del reglament, les diferents direccions dels vent es poden veure en alçat a la següent figura.

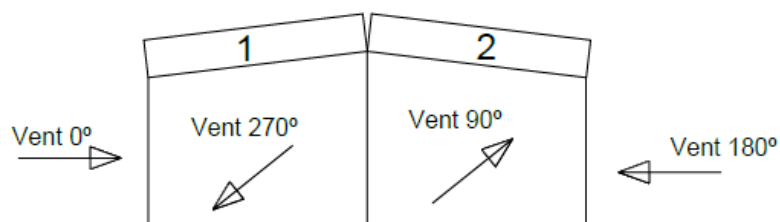


Figura 22: Direcció del vent

Es formulen les diferents càrregues de vent segons les superfícies afectades:

- Vent a 0°:

$$q_{vent(F,G,H)} = \frac{q_{e,F} \cdot S_F + q_{e,G} \cdot S_G + q_{e,H} \cdot S_H}{S_F + S_G + S_H}$$

- Vent a 90° i 270°:

$$q_{vent(F,G,H,I)} = \frac{q_{e,F} \cdot S_F + q_{e,G} \cdot S_G + q_{e,H} \cdot S_H + q_{e,I} \cdot S_I}{S_F + S_G + S_H + S_I}$$

- Vent a 180°:

$$q_{vent(J,I)} = \frac{q_{e,J} \cdot S_J + q_{e,I} \cdot S_I}{S_J + S_I}$$

Les càrregues per direcció es resumeixen a la següent taula. Les càrregues negatives corresponen a càrregues de succió, i les positives a pressió. Per 0° i 180° hi haurà dos valors de càrrega diferents.

Hipòtesis de vent	kN/m ² (1)	kN/m ² (2)
0° cas 1	-0,68	-0,41
0° cas 2	0	-0,57
90°	-0,68	-0,68
180° cas 1	-0,41	-0,68
180° cas 2	-0,57	0
270°	-0,68	-0,68

Taula 9: Càrregues lineals per les diferents hipòtesis

Per saber les càrregues que suporten les biguetes i fer un correcte dimensionament, s'escullen les càrregues de vent màximes, que són les produïdes quan el vent bufa a 90 i 270 graus, i es multipliquen per la distància que hi ha entre bigueta i bigueta. En aquest cas, totes les càrregues seran a succió.

$$Q_{vent,biguetes (succió)} = -0,68 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \cdot h[m] = -0,68 \cdot 1,8 = -1,22 \frac{kN}{m}$$

Pel dimensionament de la jàssera s'hauria de considerar només el vent a pressió que és el que provoca flexió positiva. El vent a succió provoca una flexió negativa que es contraresta degut al moment positiu produït pel gran pes propi de la jàssera, el pes de les biguetes i la coberta. Com que en aquest cas no hi ha cap hipòtesis que provoqui pes a pressió, es considera que l'única càrrega que suportaran les jàsseres serà el pes de les biguetes i la coberta.

A.3.1.2.3. Càrrega de neu

La càrrega de neu es calcula amb la següent fórmula:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

On μ és el factor de forma, que per cobertes menors a 30° és igual a 1. El valor de s_k es troba a l'annex E del CTE per viles que no són capitals de província. Palma de Mallorca es troba entre 0 i 200 metres d'altura i dins la zona 5 de clima hivernal segons la figura E.2 del mateix annex.

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Taula 10: Taula E.2 del CTE DB SE-AE

Amb els valors trobats, es procedeix a fer el càlcul de la càrrega de neu:

$$q_n = 1 \cdot 0,25 = 0,25 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{neu, biguetes} = 0,25 \left[\frac{kN}{m^2} \right] \cdot L[m] = 0,25 \cdot 6,125 = 1,53 \frac{kN}{m}$$

A.3.2. Càrregues de façana

Els estats de càrregues es classifiquen en accions permanents i càrregues variables. Les accions permanents són degudes al pes dels tancaments de façana. La càrrega variable vindrà donada per l'acció del vent.

A.3.2.1. Càrregues permanents

Els elements que provoquen càrrega als pilars són els canals d'aigua i els panells de tancament.

La façana la forma panells de tancament, finestres i portes, però per fer un càlcul més simplificat i segur, es considera que tota la façana la forma elements de tancament.

Els panells de tancament, que s'han escollit lleugers amb aïllament de poliestirè expandit amb un gruix total de 20cm, tenen un pes propi de 3,8 kN/m².

El centre de gravetat dels panells es troben situats a una distància de 35 centímetres respecte el centre de gravetat dels pilars. L'amplada dels pilars és de 50cm i la dels panells de 20cm, i tots dos es troben units sense haver-hi cap separació. Aquesta excentricitat provocarà un moment flector als pilars a part de la càrrega normal que provoca el pes.

$$C_{perm,panells} = q_{panells} \left[\frac{kN}{m^2} \right] \cdot S_{panells} [m^2]$$

$$M_{p,panells} = C_{p,panells} [kN] \cdot 0,35 [m]$$

La nau industrial disposa de 3 panells que tenen llargades diferents i la mateixa amplada.

La càrrega es distribuirà en forma de càrrega distribuïda o puntual segons si es recolza a la jàssera o el pilar.

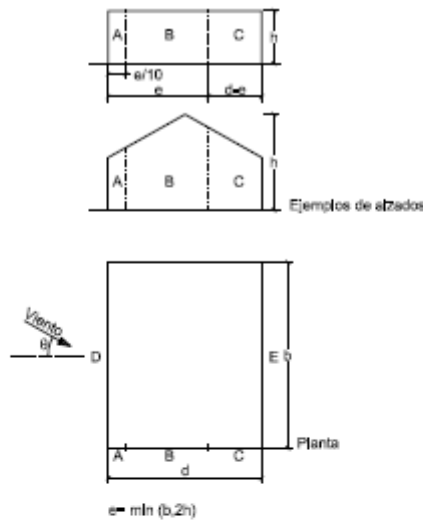
Els canals d'aigua mesuren 6375mm i 6125mm, depenent de si la seva situació és a l'extrem o al centre de la nau. El pes del canal és de 2,05kN/m i es calcula la càrrega puntual que suportaran els pilars centrals, afectats pels canals de 6125mm:

$$C_{perm,canals} = 2,05 \cdot 6,125 = \mathbf{12,55 kN}$$

A.3.2.2. Variables

A diferència de la coberta, a la façana només afecta l'acció del vent. Com a la coberta, es calcula el vent per 4 hipòtesis de sentits diferents.

Respecte el càlcul de la coberta, el coeficient d'exposició i la pressió dinàmica es mantenen, $c_e = 1,83$ i $q_b = 0,52$.



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	-	-0,3

Taula 11: Taula D.3 del CTE DB SE-AE

- Vent a 0° i 180°:

$$b = 31m ; h = 10m ; d = 17m$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(31, 20) = 20m \quad \frac{h}{d} = \frac{10}{17} = 0,58$$

Amb les mides es comprova que no existeix la superfície C, ja que dona una mida negativa.

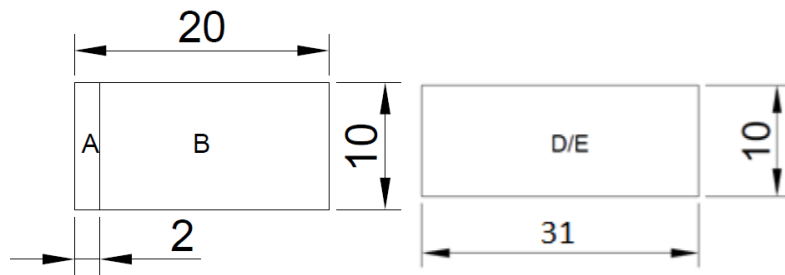


Figura 23: Mides de les diferents zones de càlcul

Sector	A	B	D	E
Superfície (m ²)	20	180	310	310
C _p	-1,20	-0,80	0,70	-0,40
q _e (kN/m ²)	-1,14	-0,76	0,66	-0,38

Taula 22: Càrrega a les diferents zones

$$q_{vent(A,B)} = \frac{q_{e,A} \cdot S_A + q_{e,B} \cdot S_B}{S_A + S_B} = -0,80 \frac{kN}{m^2}$$

- Vent a 90° i 270°:

$$b = 17m ; h = 10m ; d = 31m$$

$$e = \min(b, 2h) = \min(17, 20) = 17m \quad \frac{h}{d} = \frac{10}{31} = 0,32$$

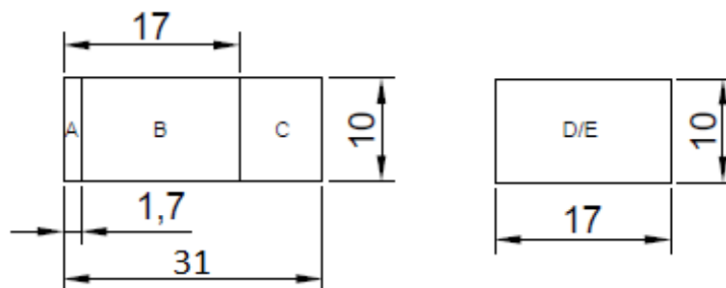


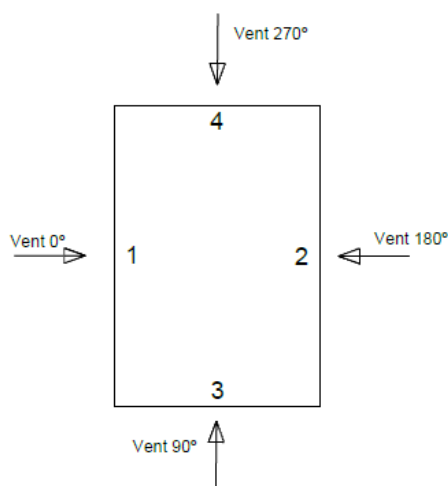
Figura 24: Mides de les diferents zones de càlcul

Sector	A	B	C	D	E
Superfície (m ²)	17	153	80	170	170
C _p	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,40
q _e (kN/m ²)	-1,14	-0,76	-0,48	0,76	-0,38

Taula 33: Càrrega a les diferents zones

$$q_{vent(A,B,C)} = \frac{q_{e,A} \cdot S_A + q_{e,B} \cdot S_B + q_{e,C} \cdot S_C}{S_A + S_B + S_C} = -0,69 \frac{kN}{m^2}$$

Per realitzar el càlcul s'ha de calcular les càrregues als pilars. A les façanes 1 i 2 els tres centrals abasten 6,125 metres de façana mentre que els dos dels extrems la meitat. Pel que fa les façanes 3 i 4 té un pilar central que abarca 8,5 metres. Es calculen els pilars per les hipòtesis de vent a les quatre façanes.



Façana 1	Càrrega de vent	Pilars exteriors	Pilars interiors
Hipòtesis de vent	kN/m ²	kN/m	kN/m
0°	0,66	2,02	4,04
90°	-0,69	-2,11	-4,23
180°	-0,38	-1,16	-2,33
270°	-0,69	-2,11	-4,23

Façana 2	Càrrega de vent	Pilars exteriors	Pilars interiors
Hipòtesis de vent	kN/m ²	kN/m	kN/m
0º	-0,38	-1,16	-2,33
90º	-0,69	-2,11	-4,23
180º	0,66	2,02	4,04
270º	-0,69	-2,11	-4,23

Façana 3	Càrrega de vent	Pilars exteriors	Pilar interior
Hipòtesis de vent	kN/m ²	kN/m	kN/m
0º	-0,80	-3,40	-6,80
90º	0,76	3,23	6,46
180º	-0,80	-3,40	-6,80
270º	-0,38	-1,61	-3,23

Façana 4	Càrrega de vent	Pilars exteriors	Pilar interior
Hipòtesis de vent	kN/m ²	kN/m	kN/m
0º	-0,80	-3,40	-6,80
90º	-0,38	-1,61	-3,23
180º	-0,80	-3,40	-6,80
270º	0,76	3,23	6,46

A.4. COMBINACIÓ D'ACCIONS

Cal definir una sèrie de combinacions de les accions calculades a l'apartat A.1.3 per poder realitzar l'anàlisi estructural. Les combinacions les defineix el CTE i es farà per dos casos diferents, l'estat límit últim (ELU) i l'estat límit de servei (ELS).

L'estat límit últim estableix els esforços màxims que pot suportar l'estructura abans del trencament, mentre que l'estat límit de servei estableix els esforços que pot comprometre la funcionalitat de l'estructura. El més greu de tots és el primer, ja que estableix el trencament.

A.4.1. Estat límit últim

El CTE estableix uns coeficients de majoració per aplicar als esforços i així calcular les diferents combinacions d'accions. Aquests coeficients es troben a l'apartat 4.2.4 del reglament.

També es defineixen uns coeficients de simultaneïtat entre les diferents accions variables que corresponen.

Tipo de verificación ⁽³⁾	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

Figura 25: Coeficients de majoració

	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 ≤ 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

Figura 265: Coeficients de simultaneïtat

Les combinacions es realitzen de la següent manera: La càrrega permanent apareix a totes les combinacions i les variables apareixeran una sense coeficient de simultaneïtat i les altres dues amb el que els hi correspon. Totes les càrregues tenen el coeficient de majoració que els hi pertoca i n'hi haurà tantes com combinacions amb les variables es pot produir.

Com que hi ha tres càrregues variables però una d'elles té 4 valors diferents, que són les hipòtesis de vent, provoca que hi hagi un total de 12 combinacions.

El valor de càlcul dels efectes de les accions corresponents a una situació persistent o transitòria, es determina mitjançant les combinacions d'accions a partir de la següent expressió:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Acció	Abreviatura	γ	Ψ
Càrrega permanent	C_{perm}	1,35	-
Sobrecàrrega d'ús	S_c	1,5	0
Càrrega de neu	Q_{neu}	1,5	0,5
Vent a 0º	Q_{vent_1}	1,5	0,6
Vent a 90º	Q_{vent_2}	1,5	0,6

Vent a 180º	Q_{vent_3}	1,5	0,6
Vent a 270º	Q_{vent_4}	1,5	0,6

Taula 4: Coeficients que s'apliquen al càlcul

Les combinacions de l'ELU són les següents:

- 1) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_1}$
- 2) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_1}$
- 3) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot Q_{vent_1}$
- 4) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_2}$
- 5) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_2}$
- 6) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot Q_{vent_2}$
- 7) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_3}$
- 8) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_3}$
- 9) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot Q_{vent_3}$
- 10) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_4}$
- 11) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{vent_4}$
- 12) $1,35 \cdot C_{perm} + 1,5 \cdot 0 \cdot S_c + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{neu} + 1,5 \cdot Q_{vent_4}$

A.4.2. Estat límit de servei

En aquest apartat es defineixen les combinacions d'accions que determinen que l'estructura no falla per culpa de deformacions i fletxes instantànies dels elements que la formen.

Les combinacions d'accions en estat límit de servei són les següents:

- 1) $C_{perm} + S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_1}$

- 2) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_1}$
- 3) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + Q_{vent_1}$
- 4) $C_{perm} + S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_2}$
- 5) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_2}$
- 6) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + Q_{vent_2}$
- 7) $C_{perm} + S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_3}$
- 8) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_3}$
- 9) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + Q_{vent_3}$
- 10) $C_{perm} + S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_4}$
- 11) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + Q_{neu} + 0,6 \cdot Q_{vent_4}$
- 12) $C_{perm} + 0 \cdot S_c + 0,5 \cdot Q_{neu} + Q_{vent_4}$

A.5. CÀLCULS AMB DIAMONDS

A.5.1. Plantejament de l'estructura i càrregues

Per procedir al càlcul amb el programa cal dibuixar l'estructura introduint les seves característiques i les condicions de contorn.

No s'ha trobat la manera d'introduir les jàsseres peraltades, així que s'ha introduït una biga de secció variable a cada cantó dels pilars i al mig s'ha fixat les 6 condicions de contorn excepte el moviment en l'eix vertical. Les pendents són simètriques, és a dir, la banda inferior no és plana però a efectes de càlcul no repercuteix, ja que la inèrcia de la secció és la mateixa. El recolzament sobre els pilars hi ha el moviment en l'eix Z (llargada de la nau) restringit, així com la rotació en X i Y.

Els pilars es troben encastat al terra amb les sabates, que es dimensionaran segons els resultats obtinguts.

Tots els elements són de formigó C40/50 i és important designar el material pel comportament i per la densitat, ja que el programa té en compte el pes propi dels elements a l'hora de calcular els esforços. Els pilars i les jàsseres són de formigó HA-45, el qual té una resistència a compressió de 45 MPa amb una densitat d'aproximadament 25 kN/m³, per tant l'escollit al programa serà realista. Quan s'estableix el material també s'estableixen les seccions dels elements.

Un cop definida la geometria es pot procedir a col·locar les càrregues a les barres.

A continuació es resumeix les càrregues que s'han incorporat als diferents elements:

- Jàssera primer pòrtic: Càrregues puntuals de les biguetes, càrrega distribuïda de la coberta i panells de tancament que suposen la major càrrega.
- Pilars primer pòrtic: El de la banda exterior té càrregues puntuals produïdes per l'acció de suportar els panells de tancament, així com succeeix al pilar central.
- Jàssera segon pòrtic: Càrregues puntuals de les biguetes i càrrega distribuïda de la coberta
- Pilars segon pòrtic: El de la banda exterior té càrregues puntuals.

Un cop entrades les càrregues es defineixen les combinacions d'estat límit últim i de servei definides anteriorment.

A.5.2. Càlcul de les jàsseres peraltades

A.5.2.1. Pèrdua de càrrega de pretesat

Per procedir a la pèrdua de càrrega mitjana s'ha de procedir a un càlcul complex, i per evitar-lo i anar sobre segurs, es considera una pèrdua del 25%. Així doncs, es pot procedir al càlcul de $f_{p\infty}$:

$$f_{p\infty} = f_{po} \cdot \frac{(100 - \Delta P_t)}{100} = 1395 \cdot \frac{100 - 25}{100} = 1046,25 \text{ MPa}$$

A.5.2.2. Càlcul a flexió

Les jàsseres que tenen un moment més gran són les dels pòrtics centrals. El moment màxim es produeix al centre per la combinació 5 en estat límit últim, tal i com es mostra a la figura X.

$$M_{m\grave{a}x} = 338,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{m\grave{a}x} = 117 \text{ kN}$$

Per comprovar que la jàssera no falla es realitza el càlcul analític del moment últim al que pot arribar amb seguretat considerant la biga de la secció constant igual a la secció mitjana. Es suposa que les armadures superen el seu límit elàstic.

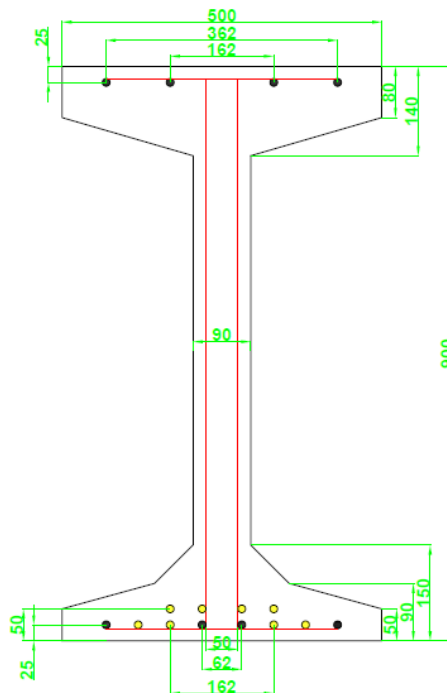


Figura 27: Secció mitja de la jàssera peraltada

L'armat de la secció està format per cordons de 0,5'' de diàmetre pretesats, representats en color groc, i per barres corrugades d'acer B500S de 12mm de diàmetre, representades en color negre. L'armat superior està format per 4 barres d'acer B500S de 16mm de diàmetre.

El valor de les forces dels cordons pretesats i l'armadura es calculen a continuació:

- Forces a tracció dels cordons pretesats:

$$F_1 = f_{pd} \cdot n_1 \cdot A_p = 1046 \cdot 4 \cdot 126 = 527 \text{ kN}$$

$$F_2 = f_{pd} \cdot n_2 \cdot A_p = 1046 \cdot 4 \cdot 126 = 527 \text{ kN}$$

On: A_p és l'àrea de l'armat en mm^2 que pels cordons de 0,5" de diàmetre té un valor de 126 mm^2 , n és el número de cordons i f_{pd} és la resistència de càlcul dels cordons.

- Força de tracció de les barres d'acer (barres de la part inferior):

$$F_T = f_{yd} \cdot n_3 \cdot A_t = 434,8 \cdot 4 \cdot 113 = 196,5 \text{ kN}$$

- Força de compressió de les barres d'acer (barres de la part superior):

$$F_C = f_{yc} \cdot n_4 \cdot A_c = 400 \cdot 4 \cdot 200 = 320 \text{ kN}$$

- Força de compressió del formigó:

$$C = f_{cd} \cdot A_c = 30 \cdot A_c$$

On A_c és l'àrea superior de formigó comprimida en mm^2 .

$$A_c = 500 \cdot y$$

Per trobar el valor de y es fa sumatori de forces.

$$\Sigma F = 0) \quad F_1 + F_2 + F_T = F_C + C$$

Substituint els valors de cadascuna de les forces s'obté que la y és de 62 mm. Si la $y=0,8x$, la x és de 77,54mm.

El moment últim s'obté mitjançant un sumatori de moments respecte C

$$\Sigma M_C = M_u) \quad M_u = F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2 + F_T \cdot y_1 - F_C \cdot y_c$$

$$M_u = 527000 \cdot \left(875 - \frac{62}{2}\right) + 527000 \cdot \left(850 - \frac{62}{2}\right) + 196500 \cdot \left(875 - \frac{62}{2}\right) - 320000 \cdot \left(\frac{62}{2} - 25\right) = \mathbf{1040,32 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Com que $M_u > M_{m\grave{a}x}$ es compleix que el perfil escollit és correcte i resistirà el moment màxim. No obstant, perquè sigui certa la comprovació s'ha de complir que l'armadura pretesada menys deformada supera la deformació mínima.

$$\Delta\varepsilon_{p-1} = \varepsilon_c \cdot \left(\frac{d_{p-1} - x}{x} \right) = 0,0035 \cdot \left(\frac{850 - 77}{77} \right) = 0,035$$

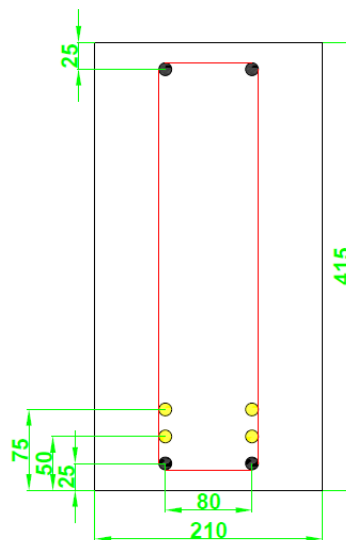
$$\varepsilon_p = \varepsilon_{p\infty} + \Delta\varepsilon_p = \frac{f_{p\infty}}{E} + \Delta\varepsilon_p = \frac{1046}{2 \cdot 10^5} + 0,035 = 0,04$$

$$\varepsilon_{pmin} = \frac{1422}{2 \cdot 10^5} = 7,11 \cdot 10^{-3} < \varepsilon_p$$

El catàleg del fabricant indica que la jàssera suporta una càrrega màxima de 17 kN/m i en cap cas es supera, és per això que hi ha un coeficient de seguretat de 3,81.

A.5.2.3. Càlcul a tallant

L'element crític a suportar el tallant és l'armadura. Segons la figura X el valor màxim de tallant és de 117 kN als extrems de la jàssera, produït per la ELU 8. La ruptura a tallant es produirà com a mínim a 250mm del centre del pilar, punt on ja no es recolza la jàssera i on hi ha un canvi de secció. Per tal de calcular el punt més desfavorable amb la secció més desfavorable es tria a 250mm. Així dons el tallant al punt és de 113 kN. Es comprova que la resistència de l'armadura als extrems de la biga sigui superior al valor trobat amb el programa.



El valor de la resistència de tallant (V_{Rd}) serà el valor mínim entre les dues equacions següents:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot 0,8 \cdot f_{yw} \cdot \cot\theta$$

$$V_{Rd,max} = \frac{0,36 \cdot a_{cw} \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ck}}{\cot\theta + \tan\theta}$$

On:

- A_{sw} és la secció dels cordons de l'armadura que tenen un diàmetre de 12mm i es col·loquen 4 a la secció dels recolzaments.
- s és la separació entre els cordons i té un valor de 80mm
- z és una fórmula igual a $0,9 \cdot d$, on d és la distància des del cantell de la secció fins les armadures inferiors, per tant val 390mm.
- f_{yw} és la resistència a la compressió del material dels cercles, en aquest cas acer
- b_w és l'amplada mínima de l'anima que en aquest cas és de 210mm
- a_{cw} és un paràmetre que depèn de la tensió de compressió de formigó provocada a les forces de pretesat. Així doncs, hi ha tres fórmules diferents segons aquesta tensió.

$$a_{cw} = 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \quad \text{per } 0 < \sigma_{cp} \leq 0,25 \cdot f_{cd}$$

$$a_{cw} = 1,25 \quad \text{per } 0,25 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} \leq 0,50 \cdot f_{cd}$$

$$a_{cw} = 2,5 \cdot \left(\frac{1 - \sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \quad \text{per } 0,50 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} \leq f_{cd}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{P}{A_c}$$

On:

- P és la càrrega de pretesat inicial de l'armat. Aquest valor s'obté del producte entre la tensió $f_{p\infty}$, que es calcula segons les pèrdua de càrrega mitjana de pretesat, i la seva secció
- A_c és la superfície de formigó de la secció.

$$\sigma_{cp} = \frac{1046,25 \cdot 8 \cdot 126}{210 \cdot 415} = 12,1 \text{ MPa}$$

La fórmula per calcular α_{cw} és la següent:

$$\alpha_{cw} = 1,25 \quad \text{ja que} \quad 0,25 \cdot 30 < 12,1 \leq 0,50 \cdot 30$$

Així doncs, ja es pot procedir al càlcul de la tallant:

$$V_{Rd,s} = \frac{4 \frac{\pi \cdot 12^2}{4}}{80} \cdot 351 \cdot 0,8 \cdot 400 \cdot 1 = 635 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,màx} = \frac{0,36 \cdot 1,25 \cdot 210 \cdot 390 \cdot 30}{2} = 552 \text{ kN}$$

La força condicionant és de 552 kN. Com que aquesta és major a 113 kN, la biga resistirà l'esforç tallant.

A.5.2.4. Fletxa i fissures

En aquest apartat es comprovarà mitjançant càlculs establerts a l'EHE-08 si apareixen fissures i en el cas que apareguin que es trobi dins l'amplada màxima permesa. També es comprovarà que la fletxa màxima de la biga per les combinacions d'estat límit de servei no superi els valors màxims establerts per la normativa.

El moment màxim és de 258 kNm, per tant s'ha de comprovar que el moment de fissuració és superior.

El pretesat ajuda a augmentar la resistència a fissuració ja que comprimeix el formigó. Aquesta resistència es calcula mitjançant la tensió inicial als cordons i la secció.

$$F_1 = f_{pd} \cdot n_1 \cdot A_p = 1046 \cdot 4 \cdot 126 = 527 \text{ kN}$$

$$F_2 = f_{pd} \cdot n_2 \cdot A_p = 1046 \cdot 4 \cdot 126 = 527 \text{ kN}$$

L'excentricitat de les càrregues produeixen un moment a la secció que aporta una resistència extra a la fissuració. La fissuració s'estudiarà al cantell inferior de la biga.

El moment de fissuració es troba amb la fórmula següent:

$$f_{ct,m,fl} = -\gamma_p \frac{\sum P_i}{A_c} + \frac{M_{fis}}{W} - \gamma_p \frac{\sum P_i \cdot e_i}{W}$$

On:

- P són les càrregues inicials de pretesat
- γ_p és el coeficient parcial de seguretat de la taula 12.2 de l'EHE 08, que per armadures pretesades amb efectes favorables és de 0,95.
- $f_{ct,m,fl}$ és la resistència mitjana del formigó a flexotracció i ve donada per la següent equació:

$$f_{ct,m,fl} = \max \left\{ \left(\frac{1,6 - h}{1000} \right) \cdot f_{ct,m} ; f_{ct,m} \right\}$$

- h és l'altura de la secció mitja, en aquest cas 900 mm
- $f_{ct,m}$ ve donat per la següent fórmula per f_{ck} menor a 50 N/mm²:

$$f_{ct,m} = 0,30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,30 \cdot 45^{\frac{2}{3}} = 3,79 \text{ MPa}$$

- W és el mòdul resistent de la secció que en aquest cas és $7,6 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$
- e és l'excentricitat de les càrregues inicials de pretesat
- A_c és la superfície de la secció i té un valor de 160800 mm^2

$$3,79 = -0,95 \frac{527000 \cdot 2}{160800} + \frac{M_{fis}}{7,6 \cdot 10^7}$$

$$- 0,95 \frac{(527000 \cdot 431,57 + 527000 \cdot 406,57)}{7,6 \cdot 10^7}$$

$$M_{fis} = 1180,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Com que el moment de fissura és superior al moment al qual està sotmès la jàssera no fissura.

La fletxa total és la suma de la fletxa instantània més la fletxa diferida. Segons el programa la fletxa instantània és de 7,9mm provocat per la cinquena combinació d'estat límit de servei.

La fletxa diferida es pot estimar multiplicant la instantània per un factor λ . Aquest factor relaciona l'edat del formigó amb l'edat que té quan es posa el formigó. Es calcula amb la següent equació:

$$\lambda = \frac{\delta(t) - \delta(j)}{1 + 50p'}$$

On:

- δ és el coeficient en funció de la durada de la càrrega
- p' és la quantia geomètrica de l'armadura comprimida. Es calcula amb la següent equació:

$$p' = \frac{A_s}{A_c} = \frac{4 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4}}{154800} = 5,19 \cdot 10^{-3}$$

Coeficients durada de càrrega	
5 anys	2
1 any	1,4
6 mesos	1,2
3 mesos	1
1 mes	0,7
2 setmanes	0,5

Per procedir al càlcul es considera que la càrrega estarà més de 5 anys i es situa l'estructura quan porta un més fabricada.

$$\lambda = \frac{2 - 0,7}{1 + 50 \cdot 5,19 \cdot 10^{-3}} = 1,032$$

La fletxa màxima és:

$$\delta_{m\grave{a}x} = \delta_i(\text{quasi permanents}) \cdot (\lambda) + \delta_i(\text{totes les càrregues})$$

$$\delta_{m\grave{a}x} = 3,9 \cdot 1,032 + 7,9 = 11,92\text{mm}$$

Per considerar la fletxa correcta s'ha de comprovar que és igual o més petita a $L/300$, que en aquest cas és 53,33mm, així doncs, la fletxa es troba dins els límits establerts.

A.5.3. Càlcul dels pilars

Els pilars s'han dissenyat de secció 500x500 mm per qüestió de disseny. A la nau hi haurà 1 tipus de pilar. Tenen una alçada de 8 metres.

El dimensionat es farà a partir de les càrregues aportades al programa de disseny i el catàleg del proveïdor, que aportarà la armadura segons les càrregues. A partir del disseny, es calcularà segons la normativa el correcte funcionament dels mateixos.

Els pilars estan sotmesos a un esforç axial de compressió, un esforç tallant i dos moments flectors, un a tots els pilars i l'altre només als pilars de façanes.

L'armat del pilar es calcula a partir del catàleg del fabricant segons les càrregues a les quals estan sotmesos a partir de la combinació més desfavorable en estat límit últim. Les càrregues provoquen flexió composta.

La càrrega normal del pilar augmenta al llarg de la longitud a causa dels ancoratges dels panells de façana. Els pilars es veuen afectats pels esforços més desfavorables que són els següents:

$$Nd = -499,9 \text{ kN}$$

$$Mx = 147,6 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$My = 54,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Comprovant un pilar central del lateral exterior s'assegura que la resta de pilars compliran.

A partir del catàleg del fabricant, sabent les càrregues, s'identifica l'armadura que necessiten els pilars.

Secció formigó		b=50	ho=50 cm		
armadures:		nivell i nombre de barres per nivell segons tipus d'			
recobriments geomètric:		r _o = 30 mm			
mín (cm) =		4,72	4,85		
nivell	1	1	4	1	6
ø 1	2	2	0	2	0
ø 2	3	1	4	1	6
nº total		4	8	4	12
ø barres		16	16	16	16
compr	Nd (kN)	6277,80		6571,50	
simple	Md (mkN)	187,00		197,30	
Nd (kN)				M	
00,00		171,30		238,20	
20,00		175,70		242,60	
40,00		180,20		247,10	
60,00		184,30		251,50	
80,00		189,10		256,00	
100,00		193,30		260,40	
120,00		198,00		264,90	
140,00		202,40		269,30	
160,00		206,40		273,70	
180,00		211,00		278,20	
200,00		215,30		282,60	
220,00		220,00		287,10	
240,00		224,00		291,50	
260,00		229,00		296,00	
280,00		233,00		300,40	
300,00		238,00		304,90	
320,00		242,00		309,30	
340,00		247,00		313,80	
360,00		251,00		318,20	
380,00		255,00		322,60	
400,00		260,00		327,10	
420,00		264,00		331,50	
440,00		269,00		336,00	
460,00		273,00		340,40	
480,00		277,00		344,90	
500,00		282,60		349,30	
520,00		287,00		353,80	
540,00		291,00		358,20	
560,00		300,40		367,10	

Figura28: Catàleg de pilars

L'armadura ha de tenir la següent forma:

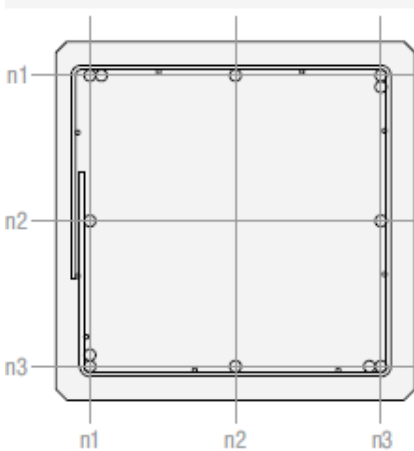
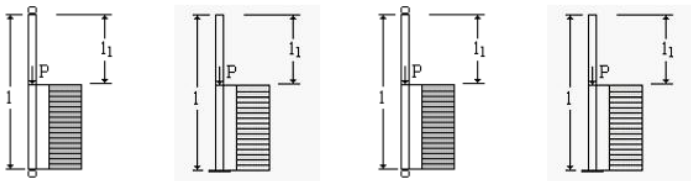
esquema	armadures per nivell		ΣØ1*	ΣØ2**	armadures totals	estres
	Ø1*	Ø2**				
	1 Ø16	4 Ø16	4 Ø16	8 Ø16	12 Ø16	e Ø 6 c/20
	2 Ø16	0				
	1 Ø16	4 Ø16				

Figura 29: Forma de l'armadura

A.5.3.1. Comprovació de l'esveltesa als pilars interiors

El vinclament es comprova mitjançant el mètode descrit a l'apartat 3.2.4.6 de la Norma Bàsica de l'Edificació NBE EA-95 per a peces amb càrregues puntuals intermèdies. A partir de la taula 24 de la norma s'obtenen els coeficients β



l_1/l	Pieza biarticulada		Pieza libre y empotrada		Pieza empotrada y apoyada		Pieza biempotrada	
	b	b	b	b	b	b	b	b
0.0	1.000	1.000	2.000	4.000	0.699	0.4896	0.500	0.2500
0.1	0.898	0.806	1.800	3.240	0.605	0.3662	0.494	0.2446
0.2	0.805	0.649	1.600	2.560	0.533	0.2850	0.471	0.2219
0.3	0.741	0.549	1.400	1.960	0.481	0.2319	0.430	0.1851
0.4	0.711	0.506	1.200	1.440	0.458	0.2101	0.387	0.1502
0.5	0.707	0.500	1.000	1.000	0.456	0.2085	0.364	0.1326
0.6	0.703	0.494	0.800	0.640	0.440	0.1942	0.362	0.1311
0.7	0.671	0.451	0.600	0.360	0.392	0.1543	0.340	0.1159
0.8	0.592	0.351	0.400	0.160	0.306	0.0938	0.279	0.0781
0.9	0.440	0.194	0.200	0.040	0.173	0.0310	0.168	0.0285
1.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.0000

Taula 5: Taula 3.2.4.6 de NBE EA-95

Càrrega (kN)	Distància (m)	L_c/L	β
58	0	0	2
29	1,13	0,14	1,72
29	2,38	0,29	1,42
29	3,63	0,45	1,10
29	4,88	0,61	0,78
29	6,13	0,76	0,48
29	7,38	0,92	0,16

Taula 6: Taula de càrregues del pilar

Per calcular la β general del pilar cal calcular les α de cada càrrega puntual.

$$\beta = \sqrt{\sum_1^n \alpha_i \cdot \beta_i^2}; \quad \alpha_i = \frac{P_i}{\sum_1^n P_i}$$

On:

- β_i és el coeficient per a cada càrrega individualment. S'obtenen de la taula per a pilars encastats en un extrem i lliures a l'altre.
- P_i és el valor de cada càrrega

Càrrega (kN)	Distància (m)	L_c/L	β	α
58	0	0	2	0,25
29	1,13	0,14	1,72	0,125
29	2,38	0,29	1,42	0,125
29	3,63	0,45	1,10	0,125
29	4,88	0,61	0,78	0,125
29	6,13	0,76	0,48	0,125
29	7,38	0,92	0,16	0,125

Taula 7: Taula amb els coeficients alpha

$$\beta = \sqrt{0,25 \cdot 2^2 + 0,125 \cdot (1,72^2 + 1,42^2 + 1,10^2 + 0,78^2 + 0,48^2 + 0,16^2)} = 1,37$$

Amb les dades de la taula es procedeix a calcular l'esveltesa mecànica del pilar:

$$\lambda = \frac{l_o}{i_c} = \frac{l \cdot \beta}{\sqrt{\frac{h^2}{12}}} = \frac{8 \cdot 1,37}{\sqrt{\frac{0,5^2}{12}}} = 75,93$$

On:

- l_o és la longitud de vinclament dels pilars en metres. És el producte de la longitud total per la β
- h és l'amplada de la secció dels pilars en metres.

$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{v} \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} + 3,4 \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]}$$

On:

- v és axil adimensional de càlcul: $v = N_d / (A_c \cdot f_{cd})$ On:
 - A_c és l'àrea de la secció del pilar
- e_2 és l'excentricitat de primer ordre a l'extrem de la columna amb major moment, considerada positiva
- e_1 és l'excentricitat de primer ordre a l'extrem de la columna amb menor moment, positiva si té el mateix signe que e_2
- h és el cantell de la secció en el pla de flexió considerat
- C és el coeficient que depèn de la disposició d'armadures:
 - 0,24 armadura simètrica en dues cares oposades en el pla de flexió
 - 0,20 armadura igual a les quatre cares
 - 0,16 armadura simètrica a les cares laterals

e_2 i e_1 no es prendran menors que l'excentricitat accidental mínima ($h/20,2$ cm). En estructures translacionals es prendrà $e_1 = e_2$

$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{0,20}{v} \left[1 + \frac{0,24}{e_2/h} + 3,4 \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]}$$

$$e_1 = e_2 = \frac{M_x}{N_d} = \frac{147,6 \cdot 10^6}{499,9 \cdot 10^3} = 295,26 \text{ mm}$$

$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{0,20}{0,066} \left[1 + \frac{0,24}{295,26/500} + 3,4 \left(\frac{295,26}{295,26} - 1 \right)^2 \right]} = 72,25$$





Com que $\lambda < \lambda_{inf}$ s'han de considerar els efectes de segon ordre pel càlcul de M_{dx} . S'han de calcular les següents equacions per trobar el moment:

$$e_{tot} = e_e + e_a$$

$$e_a = (1 + 0,12\beta)(\varepsilon_y + 0.0035) \frac{h + 20e_e}{h + 10e_e} \frac{l_0^2}{50i_c}$$

On:

- e_a és l'excentricitat fictícia utilitzada per a representar els efectes de segon ordre
- e_e és l'excentricitat de càlcul de primer ordre equivalent, que és igual a e_2 per a pilars translacionals
- ε_y és igual a f_{yd}/E_s
- β és el factor d'armat d'acord amb la taula següent, que en aquest cas és 1,5

Disposició d'armadura	β
Perpendicular al pla de vinciment 	1,0
Paral·lela al pla de vinciment 	3,0
Repartida a les quatre cares 	1,5
	2,0

$$e_a = 110,17\text{mm} \quad ; \quad e_{tot} = 405,43\text{mm}$$

$$M_{dx} = e_{tot} \cdot N_d = 202,67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Mitjançant el diagrama de la figura següent a partir de l'armat del pilar i l'esforç de compressió al que està sotmès es troba el moment últim:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2412,75 \cdot 400}{500^2 \cdot 30} = 0,12 \quad ; \quad \nu = 0,066$$

$$\mu_x = \frac{M_{ux}}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} = 0,08 \quad \rightarrow \quad M_{ux} = 300 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Com que $M_{ux} > M_{dx}$ compleix.

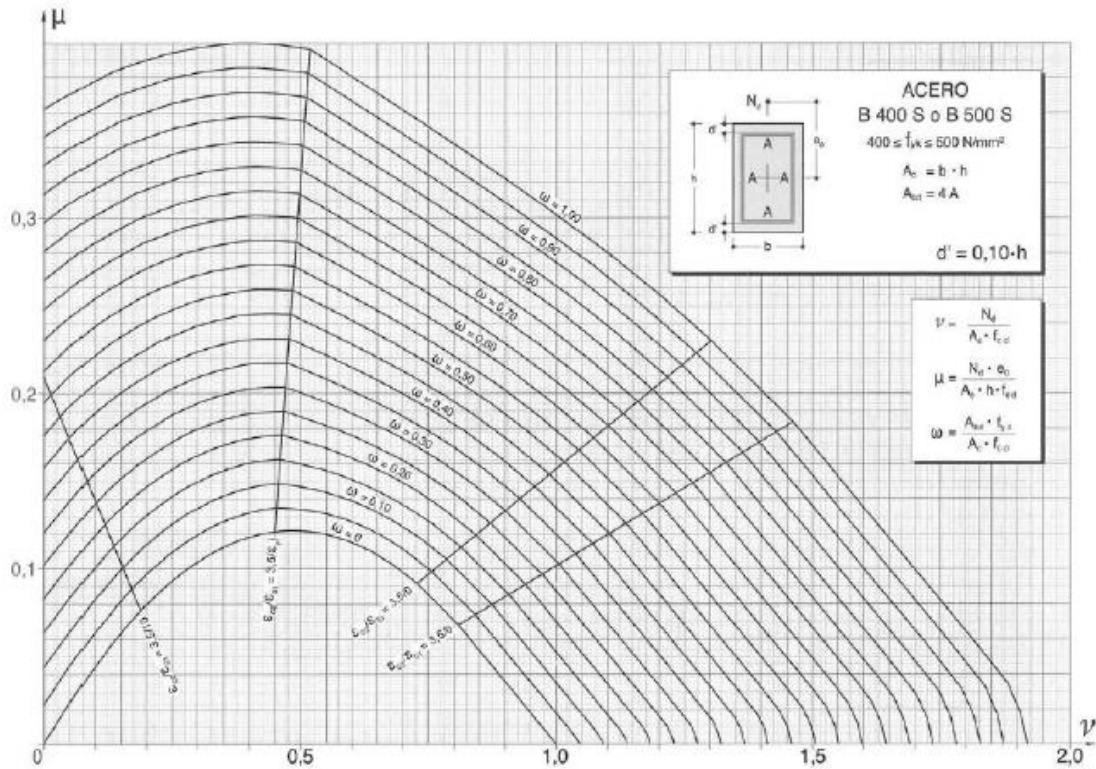


Figura 30: Diagrama d'interacció del llibre Hormigón armado 14ª edición (Pedro Jiménez Montoya)

A.5.3.2. Comprovació de l'esveltesa als pilars cantoners

S'aplica el mètode aproximat per a flexió composta desviada pel càlcul del vinclament.

Cal calcular les excentricitats de la càrrega per utilitzar el mètode.

$$e_y = \frac{M_x}{N_d} = \frac{33 \cdot 10^6}{335 \cdot 10^3} = 98,50 \text{ mm}$$

$$e_x = \frac{M_y}{N_d} = \frac{27 \cdot 10^6}{335 \cdot 10^3} = 80,59 \text{ mm}$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{98,50}{500} = 0,197 \quad ; \quad \frac{e_x}{h} = \frac{80,59}{500} = 0,161$$

$$\frac{0,161}{0,197} = 0,81$$

Com que la relació anterior no és més petita que 0,25 no es pot realitzar el mètode.

En aquest cas s'ha de complir la següent condició:

$$\frac{M_{xd}}{M_{xu}} + \frac{M_{yd}}{M_{yu}} \leq 1$$

Càlcul en el pla perpendicular al eix x:

$$e_a = 110,17\text{mm} \quad ; \quad e_{tot,y} = e_a + e_e = 110,17 + 98,50 = 208,67 \text{ mm}$$

$$M_{xd} = N \cdot e_{tot} = 335 \cdot 10^3 \cdot 208,67 = 69,90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Càlcul en el pla perpendicular al eix y:

$$e_a = 110,17\text{mm} \quad ; \quad e_{tot,y} = e_a + e_e = 110,17 + 80,59 = 190,76 \text{ mm}$$

$$M_{yd} = N \cdot e_{tot} = 335 \cdot 10^3 \cdot 190,76 = 63,90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Mitjançant diagrames d'interacció es troben els altres dos moments:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2412,75 \cdot 400}{500^2 \cdot 30} = 0,12 \quad ; \quad \nu = 0,044$$

$$\mu_x = \frac{M_{ux}}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} = 0,042 \rightarrow M_{ux} = M_{uy} = 157,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{69,9 \cdot 10^6}{157,5 \cdot 10^6} + \frac{63,9 \cdot 10^6}{157,5 \cdot 10^6} = 0,85 \leq 1$$

Com que l'equació anterior es compleix, el pilar resistirà.

A.5.3.3. Comprovació del tallant

El tallant màxim ve donat per la combinació 12 en estat límit últim i té un valor de 48 kN. S'ha de comprovar que l'armat proposat pel proveïdor no falla.

Hi ha diferents valors a comparar amb el tallant obtingut amb el programa. El primer és la falla d'esgotament per compressió obliqua de l'anima:

$$Vu1 = 0,3 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$$

On:

- f_{cd} ve donat pel formigó
- b és la mida del cantell

- d és la distància a l'armadura comprimida de 440 mm, ja que el recobriment és de 30mm.

$$V_{u1} = 1980 \text{ kN}$$

Com que és major a 48 kN, no fallarà per esgotament a compressió.

Una altra comprovació és que el pilar no falla per tracció de l'ànima, que consisteix en sumar la contribució a la resistència a tallant del formigó (V_{cu}) i la de l'acer (V_{su}).

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

$$V_{cu} = \left[0,12 \cdot \xi \cdot (100 \cdot p_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b \cdot d$$

On:

- γ_c és la coeficient parcial de seguretat del formigó
- $\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right)$
- $p_l = \frac{A_s}{b \cdot d}$ on A_s és la secció de l'armadura a tracció que és de 2412,74 mm²

$$V_{cu} = 205,48 \text{ kN}$$

$$V_{su} = \frac{A_{90,p}}{s} \cdot f_{y90,d} \cdot 0,9 \cdot d$$

On:

- $A_{90,p}$ és l'àrea total de l'armadura que forma l'estrep que és de 28,27 mm²
- s és la separació entre cercles entre cercles que és de 210mm
- $f_{y90,d}$ és la resistència a compressió de l'acer, 400 MPa

$$V_{su} = 21,32 \text{ kN}$$

Sumant els dos valors s'obté que V_{u2} és igual a 226,80 kN. Com que el valor és superior a 48 kN no fallarà per tracció de l'ànima.

S'ha de comprovar que la separació entre armadures transversals no sigui excessiva per assegurar confinament del formigó sotmès a compressió obliqua mitjançant les expressions que apareixen a EHE-08:

$$s_t \leq 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot\alpha) \leq 600\text{mm per } V_d \leq 0,2 \cdot V_{u1}$$

$$s_t \leq 0,60 \cdot d \cdot (1 + \cot\alpha) \leq 450\text{mm per } 0,2 \cdot V_{u1} < V_d \leq 0,67 \cdot V_{u1}$$

$$s_t \leq 0,30 \cdot d \cdot (1 + \cot\alpha) \leq 300\text{mm per } 0,67 \cdot V_{u1} < V_d$$

$\cot\alpha$ és igual a 0 perquè α és igual a 90°

En aquest cas l'expressió que compleix és $V_d \leq 0,2 \cdot V_{u1}$ ja que $48 \leq 396$ per tant:

$$s_t \leq 0,75 \cdot 440 \cdot (1 + 0) = 330$$

La separació és de 210mm, per tant compleix.

L'última comprovació és que l'armat a tallant superi la quantia mínima mitjançant la següent expressió:

$$\Sigma \frac{A_{90,p} \cdot f_{y90,d}}{\sin \alpha} \geq \frac{f_{ct,m}}{7,5} \cdot b \quad ; \quad f_{ct,m} = 0,3(f_{ck})^{\frac{2}{3}}$$

$$11300 \geq 3,79$$

L'armadura supera la quantia mínima, per tant resistirà.

El cas més crític és l'esveltesa dels pilars centrals, dades dels quals es parteix per procedir a fer la tria dels pilars. Aquests pilars es troben sobredimensionats ja que resisteixen un moment de 300kN mentre que l'aplicat de càlcul és de 200 kN, per tant podria resistir més càrrega amb la mateixa armadura.

A.5.3. Càlcul dels fonaments

Els fonaments de formigó armat es dimensionaran a partir de les dades obtingudes amb el programa Diamonds. Els fonaments es realitzaran a l'obra i es col·locaran les riestres in situ.

A.5.3.1. Càrregues als fonaments

Les sol·licituds que han de resistir els fonaments són les que transmeten els peus dels pilars. Les reaccions s'obtenen del càlcul de la combinació més desfavorable en estat límit de servei, identificades en l'apartat que es calcula el pilar.

Els moments s'interpreten en màxims i mínims, per tant no es mostren els moments màxims en valor absolut a tots els recolzaments.

Així doncs, les càrregues més crítiques son les següents:

$$\left\{ \begin{array}{l} N = 500 \text{ kN} \\ V_x = 48 \text{ kN} \\ V_y = 40,8 \text{ kN} \\ M_x = 95,6 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_y = 54,4 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{array} \right.$$

Dimensionar els fonaments amb totes aquestes càrregues farà els fonaments més segurs, ja que cap d'ells haurà de suportar la combinació de les 5 càrregues.

A.5.3.2. Dimensionament dels fonaments

Per començar amb el dimensionament dels fonaments cal saber la tensió admissible del terreny. Fent un mostreig de la zona i per fer el dimensionament segur es considera una

$$\text{resistència de } \sigma = 250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 25 \text{ MPa}$$

ESCALA PARA ESTIMAR LA RESISTENCIA DE LA ROCA (ISRM)			
GRADO	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO	RESISTENCIA APROXIMADA A COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm ²)
0	EXTREMADAMENTE BAJA	LA ROCA SE MARCA CON LA UÑA	2,5-10
1	MUY BAJA	LA ROCA SE DESMORONA CON EL MARTILLO Y SE CORTA CON NAVAJA	10-50
2	BAJA	LA ROCA SE MARCA CON EL MARTILLO Y SE CORTA DIFÍCILMENTE CON NAVAJA	50-250
3	MEDIA	LA ROCA SE PUEDE TROCEAR CON UN SOLO GOLPE DE MARTILLO PERO NO CORTAR O RASPAR CON NAVAJA	250 - 500
4	ALTA	LA ROCA SE PUEDE TROCEAR CON VARIOS GOLPES DE MARTILLO	500 - 1.000
5	MUY ALTA	LA ROCA ES DIFÍCIL DE PARTIR CON EL MARTILLO, REQUIERE MUCHOS GOLPES	1.000 - 2.500
6	EXTREMADAMENTE ALTA	LA ROCA SOLO PUEDE ASTILLARSE CON EL MARTILLO	> 2.500

Taula 8: Resistència del terreny

Les dimensions de la base de la sabata es calcula amb les equacions següents:

$$e_x = \frac{M_x}{N} = \frac{95,6 \cdot 10^6}{500 \cdot 10^3} = 191,2 \text{ mm} \quad ; \quad e_y = \frac{M_y}{N} = \frac{54,4 \cdot 10^6}{500 \cdot 10^3} = 108,8 \text{ mm}$$

$$\frac{6 \cdot e_x}{a} + \frac{6 \cdot e_y}{b} \leq 1$$

Si es volen els dos costats dels fonaments iguals, com a mínim han de ser de 1800 mm.

$$h_{min} = 10 \cdot \phi_p^2 + 10 = 35,6$$

$$V = (1,8 \cdot 1,8 \cdot 1) - (0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,6) = 2,95 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{m\grave{a}x} = \frac{N}{a \cdot b} + \frac{6 \cdot M_x}{a \cdot b^2} + \frac{6 \cdot M_y}{a^2 \cdot b} < 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

On:

- h_{min} és l'alçada mínima de formigó entre la base del pilar fins al terra
- ϕ_p és el diàmetre de l'armat del pilar. Les unitats han de ser centímetres
- V és el volum de formigó de la sabata

$$\sigma_{m\grave{a}x} = 0,3 \text{ MPa} < 37,5 \text{ MPa}$$

Així doncs, les dimensions seran: $a = 1,80 \text{ m}$, $b = 1,80 \text{ m}$, $h = 0,4 \text{ m}$ i $c = 1 \text{ m}$. Com que l'equació anterior compleix, es procedeix a calcular els armats de la part inferior i del collarí de la sabata.

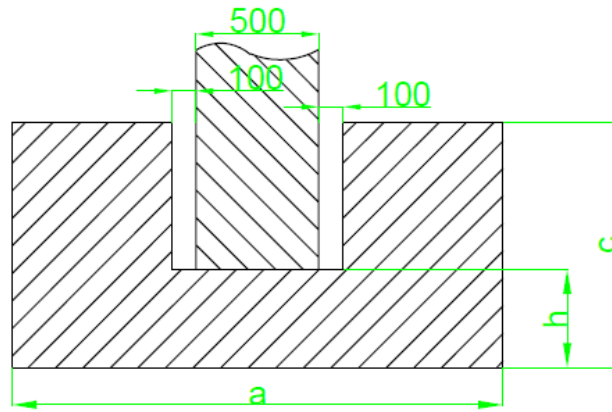


Figura 31: Dimensions dels fonaments

A.5.3.3. Càlcul de l'armat inferior

Per una sabata rígida que disposa d'una càrrega excèntrica ($e < a/6$) s'aplica el mètode de bieles i tirants.

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} x_1 = A_s \cdot f_{yd}$$

$$R_{1d} = \frac{N_d}{2} (1 + 3\eta)$$

$$\eta = \frac{M_d}{N_d \cdot a}$$

$$x_1 = a \cdot \frac{1 + 4\eta}{4 + 12\eta}$$

On:

- d és la distància de la base del pilar a l'armat inferior de $0,9 \cdot h$, que és de 360 mm.
- M_d és el moment flector més gran

$$\eta = 0,094 \quad ; \quad x_1 = 0,536 \text{ m} \quad ; \quad R_{1d} = 320,5 \text{ kN} \quad ; \quad A_s = 1290 \text{ mm}^2$$

La secció mínima de l'armat és de 2500 mm^2 i s'ha de comprovar que compleixi amb la quantia mínima:

$$p_{min} = \frac{0,9}{1000} \cdot 2000 \cdot 1000 = 1800 \text{ mm}^2 < 1810 \text{ mm}^2 (9\emptyset 16\text{mm})$$

A.5.3.4. Càlcul de l'armat del collarí

Es calculen les forces horitzontals que transmet el pilar al collarí per dimensionar l'armadura del collarí.

Primer es verifica la resistència a tracció per calcular l'armadura horitzontal mitjançant el mètode de Fritz Leonhardt.

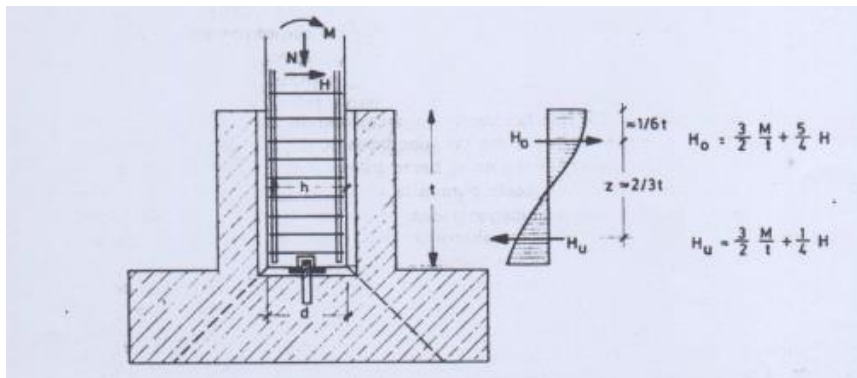


Figura 103 del Diagrama del llibre Estructures de hormigón armado tomo III (Fritz Leonhardt)

$$A_s = \frac{H_o}{f_{yd}}$$

On:

- H és el valor de l'esforç tallant de 48 kN
- t és l'alçada de l'encastament del pilar de 600 mm.

$$H_o = 299 \text{ kN} \quad ; \quad H_u = 251 \text{ kN}$$

H_u és negligible ja que el formigó s'encarrega d'aguantar-la.

$$A_s = 688 \text{ mm}^2$$

Amb una armadura de 6Ø12 mm serà suficient per resistir la tracció.

Es realitza un càlcul a flexió per calcular l'armadura vertical del collarí. L'armat horitzontal del collarí transmet la càrrega interior del collarí a l'exterior metre que

l'armat vertical es suposa com si el collarí actua com una biga a flexió amb una càrrega puntual.

$$M = H_o \cdot t$$

$$\mu = \frac{M}{f_{cd} \cdot d^2 \cdot a}$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}$$

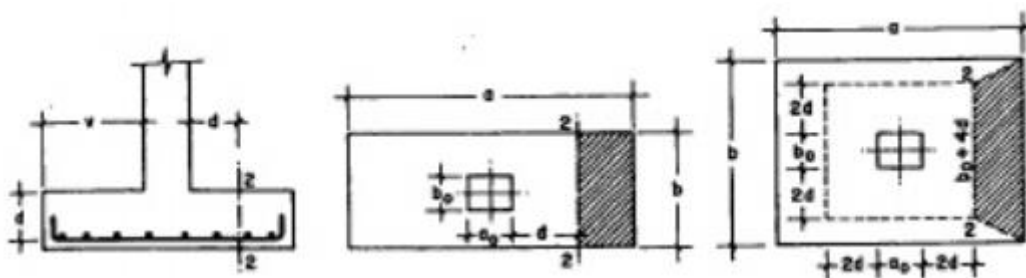
$$A_s = \frac{w \cdot f_{cd} \cdot a \cdot d}{f_{yd}}$$

$$M = 179,4 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad ; \quad \mu = 0,023 \quad ; \quad w = 0,023 \quad ; \quad A_s = 1159,12 \text{ mm}^2$$

Amb una armadura vertical de $6\emptyset 16\text{mm}$ serà suficient. No obstant, com que no poden estar distanciats a una distància major que 30cm se'n posaran 7.

A.5.3.5. Comprovació de punxonament

L'esforç normal es transmet del pilar a la base del fonament. La difusió de l'esforç es realitza mitjançant una piràmide amb cares de 45° . Si es busca l'àrea que afecta el punxonament, a $2 \cdot d$ del costat del pilar, es troba una distància de 80cm, major a la que hi ha, per tant es troba fora de la sabata i no es produeix el punxonament.



No obstant, al ser una sabata rígida no caldria fer la comprovació.

A.6. BIBLIOGRAFIA

- Leonhardt, Fritz & Mönig, Eduard (1985): Estructuras de hormigón armado tomo III: Bases para el armado de estructuras de hormigón armado. Argentina: EL ATENEO.
- Jiménez Montoya, Pedro & García Meseguer, Álvaro & Morán Cabré, Francisco (2000): Hormigón armado 14ª edición. Barcelona: Gustavo Gili, SA.
- Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (2005): Recomendaciones para el proyecto, ejecución y montaje de elementos prefabricados. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, DL 2004.

ANNEX B

ESTUDI DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

B. PROJECTE DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

B.1. INFORMACIÓ GENERAL

L'objecte d'aquest projecte consisteix en dissenyar el sistema de protecció d'incendis d'una nau industrial de 527 m².

Les mesures de protecció contra incendis que han de tenir les activitats venen determinades de forma diferent si es tracta d'activitats industrials o no.

L'activitat industrial de Teixits de Mallorca queda subjecta al "Reglament de seguretat contra incendis als establiments industrials" aprovat pel RD 2267/2004 de 33 de desembre (BOE de 17 de desembre de 2004, anomenat **RSCIEI**).

El RSCIEI determina les prescripcions de seguretat que ha de tenir una activitat industrial d'acord amb el seu risc d'incendi, i aquest es determina en funció de la càrrega de foc de cada sector d'incendi.

B.2. ANTECEDENTS

Es crearà una nova empresa i la nau en qüestió necessita el projecte pertinent per poder desenvolupar la seva activitat.

B.3. REFERÈNCIES NORMATIVES

En aquest projecte seran d'obligat compliment les següents referències normatives:

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio del CTE (RD 513/2017, BOE 28.03.2006 i RD 1371/2006, BOE 23.10.2007)

Reglament de Seguretat contra incendis en els establiments industrials (RD 2267/2004, BOE 17.12.2004)

Decret 241/1994 de 26 juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris NBE-CPI/91" (DOGC 30.1.1995)

Aquests documents tenen per objecte establir regles i procediments que permeten complir les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi. A més, especifica paràmetres objectius i procediments que el seu compliment assegura la satisfacció de les exigències bàsiques i la superació dels nivells mínims de qualitat propis del requisit bàsic de seguretat en cas d'incendi, excepte en el cas dels edificis, establiments de zones d'ús industrial als que sigui d'aplicació el "Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales", en els quals les exigències bàsiques es compleixen mitjançant la seva aplicació.

B.4. DADES GENERALS

B.4.1. Dades de l'emplaçament

EMPLACAMENT: Quatre de Novembre, nº4

POBLACIÓ: Palma de Mallorca (07011)

PROVINCIA: Balears

PAÍS: Espanya

B.4.2. Característiques de l'emplaçament

El lloc a on es construirà la nau industrial és en el carrer Quatre de Novembre nº4, situat al polígon industrial "Can Valero", 07011, Palma de Mallorca. S'utilitza aproximadament uns tres quarts de la parcel·la disponible. L'accés al polígon industrial és fàcil i està ben comunicat. Es troba pròxim a la autopista Ma-20, que comunica Alcúdia amb Andratx.

B.4.3. Característiques de l'edificació i del local

Aquest establiment es trobarà al costat d'una de nau a més de tres metres de separació entre elles, sense cap element combustible entremig que pugui propagar l'incendi, per tant, es tracta d'una caracterització de l'edifici de Tipus B segons l'annex 1 del RSCIEI.

L'empresa es dedicarà a vendre elements de tapisseria.

L'edifici, format per 527 m², 31 metres de llargada i 17 d'amplada disposa d'una altura de 8 metres de la part més baixa del pòrtic de la nau i de 10 metres a la part més alta.

L'estructura de la nau és de formigó armat, donant una inclinació a la coberta de 5,71º. La coberta està formada per panells Sandwich recolzats sobre els pòrtics de formigó i les parets són de panells prefabricats de formigó des de l'alçada vial fins de coronament de la coberta.

La ventilació es realitza de forma natural a través de les portes que aniran en funció de la instal·lació contra incendis.

B.5. LÍMITS A L'EXTENSIÓ DE L'INCENDI

En aquest apartat es determinaran segons el reglament de seguretat contra incendis en els establiments industrials (RD 2267/2004, del 3 de desembre) les diferents proteccions necessàries perquè la nau industrial pugui dur a terme l'activitat.

B.5.1. Sectorització interior

B.5.1.1. Càrrega de foc

En aquest apart s'analitzarà la càrrega de foc ponderada del conjunt de l'activitat, que ve donada per les superfícies i les activitats que s'hi duen a terme.

Segons el catàleg CEA de Cepreven no existeix cap activitat específica per trobar el grau de perillositat per la combustibilitat.

B.5.2. Hipòtesi de càlcul

Els càlculs es faran amb la següent fórmula: $Q = \left(\frac{\sum G_i \cdot q_t \cdot c_t}{A} \right) \cdot R_a$

$$q_{1.1}(\text{Cordills y petits materials}) = 144 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 1,5 ; C_i = 1,0 ; S_{1.1} = 10 \text{ m}^2 ; h = 4,0 \text{ m}$$

$$q_{1.2}(\text{Escumes sintètiques}) = 601 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 2 ; C_i = 1,3 ; S_{1.2} = 34 \text{ m}^2 ; h = 2,2 \text{ m}$$

$$q_{1.3}(\text{Cuirs}) = 409 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 1,5 ; C_i = 1,3 ; S_{1.3} = 4,8 \text{ m}^2 ; h = 2,0 \text{ m}$$

$$q_{1.4}(\text{Teles de fil}) = 409 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 2 ; C_i = 1,3 ; S_{1.4} = 9,6 \text{ m}^2 ; h = 2,0 \text{ m}$$

$$q_{1.5}(\text{Teles de lli}) = 313 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 2 ; C_i = 1,3 ; S_{1.5} = 9,6 \text{ m}^2 ; h = 2,0 \text{ m}$$

$$q_{1.6}(\text{Teles d'encaix}) = 144 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 2 ; C_i = 1,3 ; S_{1.6} = 2,4 \text{ m}^2 ; h = 2,0 \text{ m}$$

$$q_{1.7}(\text{Restes textils}) = 240 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 2 ; C_i = 1,3 ; S_{1.7} = 9,6 \text{ m}^2 ; h = 2,0 \text{ m}$$

$$q_{1.8}(\text{Zona de tall}) = 96 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 1 ; C_i = 1 ; S_{1.8} = 101,43 \text{ m}^2$$

$$q_{1.9}(\text{Zona administrativa}) = 96 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^3} ; R_a = 1 ; C_i = 1,3 ; S_{1.9} = 15,70 \text{ m}^2$$

$$q_{1.10}(\text{Palets, caixes, bosses ...}) = 200 \text{ kg} ; R_a = 1,5 ; C_i = 1,3$$

$$Q_1 = Q_{1.1} + Q_{1.2} + Q_{1.3} + Q_{1.4} + Q_{1.5} + Q_{1.6} + Q_{1.7} + Q_{1.8} + Q_{1.9} + Q_{1.10} = 513,26 \frac{\text{MCal}}{\text{m}^2}$$

La càrrega total del foc és de: **222.096 Mcal**

B.5.3. Requisits constructius

La màxima superfície construïda admissible per al establiment es de:

RISC INTRÍNSEC: MIG (5)

TIPUS C: < 2500 m²

PROJECTAT: 527 m²

B.5.3.1. Materials constructius (Revestiments)

No existirà recobriments susceptibles a prendre.

	EXIGIT	PROJECTAT
Terres	< M2	M0
Parets y sostres	<M2	M0 i M1
Exterior fatxades	<M2	M0
Lucernaris	<M1	M1

B.5.3.2. Estabilitat al foc elements portants

La estabilitat al foc dels elements estructurals principals de coberta lleugera y els seus suports en **edificis en planta baixa, sobre rasants**, establiment **Tipus B** y de risc intrínsec **Mig**

	EXIGIT	PROJECTAT
Estructura principal Coberta lleugera	>EF - 30	EF – 30 (*)
Suports de estructura Principal	>EF - 30	EF – 30 (*)

(*) Es tractaran aquests elements amb pintura ignífuga

B.5.3.3. Resistència al foc dels elements constructius de mitjaneria o murs colindants amb altre establiment sense funció portant

	EXIGIT	PROJECTAT
Mitjaneres entre locals	EI - 180	EI – 180

Fatxades que acometin a mitjanaria (a > 1 m)	EI – 90	EI – 120
Fatxada que acometi a coberta	EI - 90	EI – 90, EI – 120

B.5.4. Evacuació

Ocupació:

El càlcul de l'evacuació segons les exigències relatives a l'evacuació per a establiments industrials són de:

$$P_1 = 1,10 \times p = 1,10 \times 6 = 3,3 = 7 \text{ persones}$$

On:

P_1 = ocupació del càlcul

P = Nº de persones que constitueixen la plantilla que ocupa el sector de incendis d'acord amb la documentació laboral que legalitzi el funcionament de l'activitat.

Donat que presenta una petita àrea comercial amb accés de públic, s'incrementa l'ocupació del magatzem en:

Ocupació: 2 m² / persona (CTE DB-SI)

$$\text{Càlcul: } 14,44 \text{ m}^2 * 1,00 * 1p/2\text{m}^2 = 8 \text{ p}$$

Per tant l'ocupació total del local, en les condicions més desfavorables, serà de 15 persones.

Els màxims recorreguts d'evacuació són:

Magatzem: 27,65 m

Recepció: 22,35 m

En aquest sector no existeixen rampes ni escales y els passadissos de circulació tindran una ample útil de 1 metre de mínim.

El sector disposa d'un total de dues sortides directes a un espai exterior segur, amb amplex mínims de 0,80 m per a cada una de elles, sent més que suficient per complir amb la normativa vigent.

B.5.5. Ventilació y eliminació de fums y gasos de combustió

Per a un establiment, destinat a **emmagatzematge Tipus B**, nivell de risc **Mig** y superfícies total construïda de 527 m², **NO S'EXIGEIX**

B.5.6. Requisits en mesures contra incendis

B.5.6.1. Sistemes automàtics de detecció d'incendis

El R.D. 2.267/2.004, estableix que per a un sector d'incendi d'un establiment industrial, destinat a **emmagatzematge**, edifici **Tipus B**, nivell de risc intrínsec **Mig** y superfície total 527 m², **NO S'EXIGEIX**.

B.5.6.2. Sistemes manuals de detecció d'incendis

El R.D. 2.267/2.004, estableix que per a un sector d'incendi d'un establiment industrial, destinat a **emmagatzematge**, que no requereix la instal·lació de sistema automàtic de detecció d'incendis, **S'EXIGEIX**.

B.5.6.3. Sistemes de comunicació de alarma

El R.D. 2.267/2.004, estableix que sigui exigible un sistema de comunicació d'alarma la suma de la superfícies construïda de tots els sector d'incendi siguin > 10.000 m², per a un sector d'incendis el qual superfície total construïda es de 527 m², **NO S'EXIGEIX**.

B.5.6.4. Sistemes d'hidrants exteriors

El R.D. 2.267/2.004, estableix que per a un sector d'incendi d'un establiment industrial, per a un sector d'incendis ubicat en un establiment **Tipus B**, nivell de risc **Mig** y superfície construïda de 527 m², **NO S'EXIGEIX**.

B.5.6.5. Extintors

Per aquest establiment, es seleccionarà un agent extintor d'acord amb la taula (I-1) del R.D. 1942/1993 de 5 de novembre resultant:

Classe de Foc	Agent
A (sòlids)	Aigua polvoritzada
A (Quadres elèctrics)	CO ₂
A,B,C (sòlids, líquids, gasos)	Pols ABC

En aquest establiment s'instal·laran un total de:

1 Extintor CO₂ (5 kg) juntament al quadre elèctric

1 Extintor de pols ABC, (6 kg) (21 A-113 B)

3 Extintors de pols ABC (10 kg) (34 A-233 B)

1 Carro mòbil de 50 kg, pols ABC

La seva distribució es realitzarà segons s'indica en els plànols, de forma que ningun recorregut horitzontal des de qualsevol origen d'evacuació fins al extintor superi els 15m.

Els extintors es disposaran de forma que puguin ser utilitzats de manera ràpida y fàcil, sempre que sigui possible, es situaran en els paràmetres de forma tal que l'extrem superior de l'extintor es trobi a una altura sobre el terra menor de 1,70 metres.

Ha de complir amb el Reglament d'Aparells a Pressió y la seva instrucció complementaria MIE-AP5, a més s'hauran de revisar anualment per una empresa homologada.

B.5.6.6. Sistemes de boques d'incendi equipades

El R.D. 2.267/2.004, estableix que per a un sector d'incendis, ubicat en un establiment

Tipus B, de risc intrínsec **mig o alt** y superfícies total construïda de 527 m², **NO**

SEXIGEIX.

B.5.6.7. Sistemes de columna seca

El R.D. 2.267/2.004, per a establiments de risc intrínsec **mig o alt** y altura de evacuació **0,00 metres, NO SEXIGEIX.**

B.5.6.8. Sistemes d'aspersió automàtics d'aigua

El R.D. 2.267/2.004, estableix que per a un sector d'incendis destinat a emmagatzematge, ubicat en un establiment **Tipus B**, de risc intrínsec **mig** y superfícies total construïda de 527 m², **NO SEXIGEIX.**

B.5.6.9. Sistemes d'aigua polvoritzada

NO S'EXIGEIX.

B.5.6.10. Sistemes d'escuma física

NO S'EXIGEIX.

B.5.6.11. Sistemes d'extinció per pols

NO S'EXIGEIX.

B.5.6.12. Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos

NO S'EXIGEIX.

B.5.6.13. Enllumenat d'emergència

Serà d'aplicació el R.D. 2.267/2.004

S'instal·laran un total de 11 lluminàries les qual seran de:

6 ud de 350 lm

3 ud de 120 lm

2 ud de 60 lm

Aquest enllumenat entrarà en funcionament al produir-se un error d'alimentació en la instal·lació d'enllumenat normal, entenent-se per error el descens de la tensió per davall d'un 70% del seu valor nominal.

Mantindrà a més les condicions de servei, durant una hora com a mínim, des de el moment en que es produeixi l'error.

En els sectors d'incendi s'assegura una intensitat de 5 lux.

ANNEX C

ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

C. PROJECTE DE SEGURETAT I SALUT

C.1. INFORMACIÓ GENERAL

C.1.1. Justificació de l'estudi bàsic de seguretat i salut

En l'apartat 2 de l'article 4 del decret 1627/97 del 24 d'octubre, referent a disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, s'estableix que en els projectes d'obra no inclosos en els supòsits de l'apartat 1 del mateix article, el promotor estarà obligat a que en la fase de projecte s'elabori un estudi bàsic de seguretat i salut. Així doncs, s'ha comprovat si es compleixen els següents supòsits:

El pressupost de l'execució per contracte (PEC) és inferior a 750.759,08 €.

La duració estimada de l'obra no és superior a 90 dies o no es requeriran en cap moment més de 20 treballadors simultàniament.

La mà d'obra estimada és inferior a 500 treballadors/dia (suma dels dies de treball del total dels treballadors a l'obra).

No és una obra de túnels, galeries, conduccions subterrànies o preses.

Com no es dona cap dels casos previstos en l'apartat 1 de l'article 4 del R.D. 1627/1997, s'ha redactat el present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.

C.1.2. Objecte

Segons l'apartat 2 de l'article 6 del R.D. 1627/1997, l'estudi haurà d'especificar:

- Normes de seguretat i salut aplicables a l'obra.
- Identificació dels riscos laborals que poden ser evitats, indicant les mesures tècniques necessàries.
- Riscos laborals que no es poden eliminar, especificant les mesures preventives i proteccions tècniques a controlar per reduir-los.
- Previsions i informacions útils per efectuar els treballs posteriors previstos.

C.1.3. Promotor de la instal·lació

EMPRESA: Teixits de Mallorca

EMPLACAMENT: Quatre de Novembre, nº4

POBLACIÓ: Palma de Mallorca (07011)

PROVINCIA: Balears

PAÍS: Espanya

C.2. NORMES DE SEGURETAT APLICABLES A L'OBRA

- Llei 31/1995 del 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.
- Real decret 485/1997 del 14 d'abril, sobre senyalització de seguretat en el treball.
- Real decret 486/1997 del 14 d'abril, sobre seguretat i salut en els llocs de treball.
- Real decret 487/1997 del 14 d'abril, sobre manipulació de càrregues.
- Real decret 773/1997 del 30 de maig, sobre la utilització d'equips de protecció individual.
- Real decret 39/1997 del 17 de gener, reglament dels serveis de prevenció.
- Real decret 1215/1997 del 18 de juliol, sobre la utilització d'equips de treball.
- Real decret 1627/1997 del 24 d'octubre, pel que s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Estatut dels treballadors (Llei 8/1980, Llei 32/1984, Llei 11/1994).
- Ordenança de treball de la construcció, vidre i ceràmica (O.M. 28-08-70, O.M.28-07-77, O.M. 04-07-83, en els títols no derogats).

C.3. MEMÒRIA DESCRIPTIVA

C.3.1. Previ

Abans de l'inici dels treballs en l'obra, degut al pas continu de personal, es prepararan i protegiran els accessos, senyalitzant degudament els mateixos i protegint el contorn de l'actuació amb senyalitzacions del tipus:

- Prohibit aparcar en la zona d'entrada de vehicles.
- Prohibit el pas a vianants per l'entrada de vehicles.
- Ús obligatori del casc de seguretat.
- Prohibit el pas a tota persona aliena a l'obra.
- Etc

C.3.2. Instal·lacions provisionals

C.3.2.1. Instal·lació elèctrica provisional

Aquesta instal·lació elèctrica provisional serà realitzada per firma instal·ladora autoritzada amb la corresponent documentació per a sol·licitar el subministri d'energia elèctrica a la companyia subministradora. Aquesta instal·lació complirà amb el Reglament electrotècnic per a baixa tensió.

Riscos:

- Descàrregues elèctriques d'origen directe o indirecte.
- Mal funcionament dels mecanismes i sistemes de protecció.
- Ús d'equips inadequats o deteriorats.

Proteccions:

- Manteniment periòdic de la instal·lació.
- Ús de casc homologat, guants i botes aïllants en maniobres elèctriques.

Normes:

- Els trams aeris seran tensats amb peces especials entre recolzaments.
- Els conductors que passen per terra no es trepitjaran ni es col·locaran materials sobre d'ells.
- Les làmpades de llum estaran a una altura mínima de 2,5 m del terra.
- Es senyalitzaran els llocs a on hi hagin instal·lats equips elèctrics.

C.3.2.2. Instal·lació contra incendis

És de caràcter temporal i estarà formada pels medis provisionals de prevenció que són els elements materials que utilitzarà el personal d'obra per atacar el foc.

Riscos:

- Treballs de soldadura.
- Instal·lacions provisionals d'energia.

Proteccions:

- Mantenir lliure d'obstacles les vies d'evacuació.
- Instruccions precises al personal de les normes d'evacuació en cas d'incendi.
- Es disposarà d'extintors portàtils homologats i convenientment revistats.

Normes:

- Prohibit fumar a l'obra.
- Revisió i comprovació periòdica de la instal·lació elèctrica provisional.
- Retirar el material combustible de les zones pròximes als treballs de soldadura.

C.3.2.3. Instal·lació de maquinaria

Es dotarà a totes les màquines dels corresponents elements de seguretat.

C.3.3. Instal·lacions d'higiene

Serà el director d'obra qui ubiqui i projecti aquestes instal·lacions en funció de la programació de l'obra i el nombre de treballadors.

C.3.4. Fases de l'execució de l'obra

C.3.4.1. Moviment de terres

Es realitzaran amb maquinaria i s'evacuaran les terres amb camions de tonatge mig.

Riscos:

- Atropellaments ocasionats per la maquinaria.
- Bolcades de les màquines.
- Caiguda en altura del personal.
- Generació de pols, explosions i incendis.
- Despreniment de terra i projecció de roques.

Proteccions:

- Ús de casc homologat.
- Ús del cinturó de seguretat per part del conductor de la maquinaria i proteccions auditives.

Normes:

- Les maniobres de les màquines estaran dirigides per una persona diferent al conductor.
- S'evitarà l'entrada d'aigua a les excavacions.
- Es senyalitzaran els pous d'excavació per evitar caigudes.
- Prohibida la presència de personal en la proximitat de les màquines durant el treball.
- La retro actuarà amb les sabates d'ancoratge al terreny.
- No carregar els camions més del permès.

C.3.4.2. Fonamentació

Es tracta de realitzar una fonamentació de formigó armat segons les indicacions en els plànols.

Riscos:

- Ferides punxants en peus i mans causades per les armadures.
- Talls en mans per serres de disc.
- Afeccions a la pell degut al contacte amb el formigó.
- Oculars, per la presència d'elements externs.

Proteccions:

- Casc normalitzat amb pantalla protectora per l'ús de la serra.
- Mono de treball amb botes reforçades.
- Guants de cuir pel maneig de ferralla.
- Ulleres de seguretat i màscara per a la pols.
- Protectors auditius.

C.3.4.3. Col·locació dels elements prefabricats

El personal que intervindrà en aquests treballs serà especialitzat i no patirà de vertigen.

Riscos:

- Caigudes del personal que intervé al no utilitzar correctament els medis auxiliars adequats, com són els andamis.
- Caiguda de materials i eines.

Proteccions:

- Senyalitzar la zona de treball evitant el pas de personal.

- A la part alta dels andamis es col·locarà una barana que actuarà com a element de protecció contra caigudes.
- Casc homologat i calçat amb sola antilliscant.
- Cinturó de seguretat homologat.

C.3.4.4. Tancaments

Riscos:

- Caiguda de personal i d'eines.
- Afeccions a la pell.

Proteccions:

- Ús de casc i guants.
- La plataforma de treball ha de tenir una amplada mínima de 0,6 m, els taulons que la formen han d'estar subjectats i no poden volar més de 0,2 m. En els treballs d'altura, la plataforma estarà proveïda de baranes de 0,9 m.

Normes:

- Abans d'iniciar el treball en els andamis, l'operari revisarà la seva estabilitat.
- L'andami es mantindrà lliure de tot material que no sigui estrictament necessari.
- L'andami es disposarà de tal forma que l'operari no treballi per sobre les espatlles.
- Prohibit el llançament d'eines des del terra a l'andami o viceversa.

C.3.4.5. Paviments

Riscos:

- Afeccions a la pell.
- Afeccions de les vies respiratòries.

- Ferides a les mans.
- Afeccions oculars.
- Electrocuacions.

Proteccions:

- Zones de treball netes, ordenades i suficientment il·luminades.
- Ús de cascos, guants de goma i màscares per la pols.
- En cas de que les màquines produeixin soroll es dotarà als operaris de taps amortidors.
- Les màquines de tall estaran protegits per evitar talls.

C.4. OBLIGACIONS I RESPONSABILITATS DEL PERSONAL A L'OBRA

C.4.1. Obligacions del coordinador en matèria de seguretat i salut

Abans de l'inici dels treballs, es designarà un coordinador en matèria de seguretat i salut quan en l'execució de l'obra hi intervingui més d'una empresa. La designació del coordinador no eximirà al promotor de les seves responsabilitats.

Haurà de desenvolupar les següents funcions:

1. Coordinar l'aplicació dels principis generals de prevenció i seguretat.
2. Coordinar les activitats de l'obra per garantir que les empreses i el personal actuen de manera coherent i responsable als principis de les accions preventives que es recullen a la normativa de riscos laborals.
3. Aprovar el pla de seguretat i salut elaborat pel contractista i les possibles modificacions introduïdes al mateix.
4. Organitzar la coordinació d'activitats empresarials previstes en l'article 24 de la llei de prevenció de riscos laborals.
5. Coordinar les accions i funcions de control de l'aplicació correcta dels mètodes de treball.

6. Adoptar les mesures necessàries per que només les persones autoritzades puguin accedir a l'obra.

C.4.2. Pla de seguretat i salut en el treball

El contractista, abans de l'inici de les obres, elaborarà un pla de seguretat i salut al treball en el que s'analitzin, estudiïn, desenvolupin i contemplin les previsions contingudes en aquest estudi bàsic i en funció del seu propi sistema d'execució d'obra. En aquest pla s'inclouran les propostes de mesures alternatives de prevenció que el contractista proposi amb la corresponent justificació tècnica, i que no podrà implicar la disminució dels nivells de protecció previstos en aquest estudi bàsic.

El pla de seguretat i salut haurà de ser aprovat, abans de l'inici de les obres, pel coordinador en matèria de seguretat i salut. Durant l'execució de l'obra aquest podrà ser modificat pel contractista en funció del procés d'execució de la mateixa, de l'evolució dels treballs i de les possibles incidències o modificacions que puguin sorgir al llarg de l'obra, però sempre amb

l'aprovació expressa del coordinador en matèria de seguretat i salut. Els que intervinguin en l'execució de l'obra, així com persones o òrgans amb responsabilitats en matèria de prevenció de les empreses que intervenen i els representants dels treballadors, podran presentar per escrit i de manera raonada, els suggeriments i alternatives que estimin oportunes.

C.4.3. Obligacions del contractista

Seràn responsables de l'execució correcta de les mesures preventives fixades al pla de seguretat i salut, i en les obligacions que corresponguin directament als treballadors autònoms contractats per ells. A més respondran solidàriament de les conseqüències que es deriven del incompliment de les mesures preventives al pla. Les obligacions dels contractistes són:

1. Aplicar els principis de l'acció preventiva que es recullen en l'article 15 de la llei de prevenció de riscos laborals.
2. Complir i fer complir al personal el que s'estableix en el pla de seguretat i salut.
3. Complir la normativa en matèria de prevenció de riscos laborals.
4. Informar i proporcionar les instruccions adequades als treballadors autònoms sobre les mesures que hagin de adoptar-se en el que es refereix a seguretat i salut.
5. Atendre les indicacions i complir les instruccions del coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra.

C.4.4. Obligacions dels treballadors autònoms

Les obligacions dels treballadors són:

1. Aplicar els principis de l'acció preventiva que es recullen a l'article 15 de la llei de prevenció de riscos laborals.
2. Complir les disposicions mínimes establertes en l'annex IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar la seva actuació conforme als deures sobre la coordinació de les activitats empresarials previstes en l'article 24 de la llei de prevenció de riscos laborals, participant en particular en qualsevol mesura d'actuació coordinada que s'hagi establert.
4. Complir amb les obligacions establertes pels treballadors en l'article 29, apartats 1 i 2 de la llei de prevenció de riscos laborals.
5. Utilitzar equips de treball que s'ajustin al R.D. 1215/1997.
6. Escollir i utilitzar els equips de protecció individual en els terminis previstos al R.D. 773/1997.
7. Atendre les indicacions i complir les instruccions del coordinador en matèria de seguretat i salut.

C.4.4.1. Drets dels treballadors

Els contractistes hauran de garantir que els treballadors reben una informació adequada i comprensible de totes les mesures que hagin d'adoptar-se en el que es refereix a seguretat i salut a l'obra.

A efectes del coneixement i seguiment, serà facilitada pel contractista una còpia del pla de seguretat i salut i de les possibles modificacions als representants dels treballadors en el centre de treball.

C.5. LLIBRE D'INCIDÈNCIES

En cada centre de treball existirà amb fi de control i seguiment del pla de seguretat i salut, un llibre d'incidències que es facilitarà pel col·legi professional al que pertanyi el tècnic que hagi aprovat el pla de seguretat i salut.

Haurà de mantenir-se sempre en l'obra i en poder del coordinador. Tindran accés al llibre, els contractistes, els treballadors autònoms, les persones amb responsabilitats en matèria de prevenció de les empreses que intervenen, els representants dels treballadors i els tècnics especialitzats de les administracions públiques competents en aquestes matèries.

Efectuada una anotació en el llibre, el coordinador estarà obligat a remetre en un termini de 24 hores una còpia a la inspecció de treball i seguretat social de la província en que es realitza l'obra.

Igualment notificarà aquestes anotacions al contractista i als representants dels treballadors.

C.5.1. Paralització de l'obra

Quan el coordinador durant l'execució de les obres, observi l'incompliment de les mesures de seguretat i salut, advertirà al contractista i deixarà constància de tal

incompliment en el llibre de incidències, amb la facultat de paraitzar les obres, en circumstàncies de risc greu imminent per la seguretat i salut dels treballadors.