

1. Resum

Aquest document exposa el projecte d'una nau industrial de formigó prefabricat. En ell es tracten extensament tots els passos que s'han de seguir per portar a terme la seva construcció.

Per començar s'ha realitzat una adequació de la parcel·la, seguint les indicacions dels estudis geotècnic i topogràfic. Aquest procés permet definir un correcte disseny de l'edifici industrial.

Un altre pas important per al bon disseny de la nau és l'estudi contra incendi dels establiments industrials que la formen. Aquest apartat permet establir les condicions constructives, d'evacuació i ventilació, l'estabilitat al foc dels elements estructurals i, també, les instal·lacions contra incendi necessàries amb les que han d'estar equipats aquests establiments.

Un cop realitzat el disseny de la construcció, el següent pas consisteix en l'estudi de les accions considerades per al càlcul estructural, i les verificacions basades en l'Estat Límit Últim i en l'Estat Límit de Servei. Aquest procés permet establir les combinacions d'accions més desfavorables per al càlcul estructural, i, conseqüentment, els esforços que determinaran els tipus d'elements prefabricats i de tancament que s'hauran d'utilitzar en la nau.

L'apartat anterior, i les indicacions dels estudis geotècnic i topogràfic, també permeten realitzar el disseny i càlcul de la fonamentació. Aquesta serà del tipus superficial, i es basarà en un conjunt de sabates aïllades i contínues.

Per últim, en aquest projecte també s'ha portat a terme el càlcul de l'armat necessari per als pilars, i l'estudi i disseny del paviment industrial de formigó reforçat amb fibres d'acer.

D'aquesta manera es té un document molt complet, des del punt de vista acadèmic, ja que els estudis que s'han desenvolupat consten, en primera instància, d'una àmplia exposició teòrica que determina, de forma justificada, la solució adoptada en cada cas.





2. Sumari

1. RESUM	1
2. SUMARI	3
3. GLOSSARI	5
4. INTRODUCCIÓ	9
4.1. Objectius del projecte	9
4.2. Abast del projecte	9
5. PLANTEJAMENT DEL PROJECTE	11
5.1. Dades generals	11
5.1.1. Objecte del treball	11
5.1.2. Situació i dades de la parcel·la	11
5.2. Descripció i programa funcional de l'establiment	11
5.3. Quadres de superfícies	14
5.4. Compliment de la Normativa Urbanística	18
5.4.1. Ocupació màxima	18
5.4.2. Alçada màxima	19
5.4.3. Volum màxim	19
5.4.4. Coeficient d'edificabilitat	20
5.4.5. Separacions mínimes i tanques	20
5.4.6. Adaptació topogràfica del terreny	21
5.5. Altra normativa aplicada al projecte	22
6. ESTUDI DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDI SEGONS "RSIEI"	23
7. ELEMENTS ESTRUCTURALS I CONSTRUCTIUS DE LA NAU	30
7.1. Fonamentació	30
7.2. Estructura	30
7.2.1. Pilars	31
7.2.2. Jàsseres per a forjats	33
7.2.3. Forjats de plaques alveolars	33
7.2.4. Jàsseres de coberta	34
7.2.5. Corretges de coberta	35
7.3. Tancaments exteriors	36
7.4. Tancaments interiors	38
7.5. Coberta	39
7.6. Paviments	40



7.7. Acabats interiors	42
7.8. Adequació de la parcel·la	43
7.9. Tancaments de la parcel·la	43
8. DISSENY I CàLCUL DE LA FONAMENTACIÓ _____	44
8.1. Càlcul de la fonamentació	44
8.1.1. Fonament de les parets divisòries.....	44
8.1.2. Fonamentació del tancament de façanes	46
8.1.3. Sabates aïllades	47
8.1.4. Requeriments generals de la fonamentació.....	51
9. ESTUDI DEL MOVIMENT DE TERRES _____	53
10. CRITERIS MEDIAMBIENTALS APLICATS A LA REDACCIÓ DEL PROJECTE _____	54
11. PRESSUPOST _____	58
12. CONCLUSIONS _____	60
13. AGRAÏMENTS _____	61
14. BIBLIOGRAFIA _____	63
14.1. Referències bibliogràfiques	63
14.2. Bibliografia complementària	64



3. Glossari

Tot seguit es mostren signes, símbols, abreviatures, acrònims o termes que conté aquest projecte, i que poden no ser compresos fàcilment i ràpidament pels possibles lectors.

RSIEI: Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

NBE: Norma Básica de la Edificación.

EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural.

NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y Edificación.

EC-2: EuroCódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.

RIPi: Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

PB: Planta Baixa.

PE: Planta Entresolat.

HM: Formigó en Masa.

HA: Formigó Armat.

HP: Formigó Pretesat.

HRF: Formigó reforçats amb fibres.

Q_s : Densitat de càrrega de foc ponderada i corregida, en $[MJ/m^2]$ o $[Mcal/m^2]$.

Ra: Risc d'activació associat.

V: Volum de combustibles líquids en el sector d'incendi, en [l].

BIE: Boques d'incendi equipades.



q_e : Pressió estàtica produïda vent, en $[\text{daN/m}^2]$.

q_b : Pressió dinàmica del vent, en $[\text{daN/m}^2]$.

δ : Densitat de l'aire, en $[\text{kg/m}^3]$.

v_b : Valor bàsic de la velocitat del vent, en $[\text{m/s}]$.

c_e : Coeficient d'exposició.

c_p : Coeficient eòlic o de pressió.

c_{pe} : Coeficient eòlic o de pressió exterior.

q_n : Valor de càrrega de neu per unitat de superfície en projecció horitzontal, en $[\text{daN/m}^2]$.

s_k : Valor característic de la càrrega de neu sobre un terreny horitzontal, en $[\text{daN/m}^2]$.

μ : Coeficient de forma de la coberta.

A_b : Acceleració sísmica bàsica, en $[\text{m/s}^2]$.

g : Valor de la gravetat, en $[\text{m/s}^2]$.

ELU: Estats Límits Últims.

ELS: Estats Límits de Servei.

G: Accions permanents.

Q: Accions variables.

A: Accions accidentals.

W: Càrrega de vent.

S: Càrrega de neu.

$E_{d,dst}$: Valor de càlcul de l'efecte de les accions desestabilitzadores.

$E_{d,stab}$: Valor de càlcul de l'efecte de les accions estabilitzadores.



E_d : Valor de càlcul de l'efecte de les accions.

R_d : Valor de càlcul de la resistència corresponent.

γ : Coeficients de seguretat.

Ψ : Coeficients de simultaneïtat.

T: Esforços tallants, en [kN].

A: Esforços axils, en [kN].

N: Esforços normals, en [kN].

H: Esforços horitzontals, en [kN].

P: Esforços deguts al pes propi d'un element, en [kN].

M: Moments flectors, en [kN·m].

σ_{adm} : Tensió admissible del terreny, en [kp/cm²].

c: Cohesió, en [kg/cm²].

ρ : Densitat aparent, en [Tn/m³].

φ : Angle de fregament intern, en [°].

h: Cantell de la sabata de fonamentació, en [m].

d = Cantell útil, en [m].

v: Vol de la sabata de fonamentació, en [m].

s: Separació entre els estreps, en [m].

l_b : Longitud d'ancoratge, en [m].

r_{min} : Recobriment mínim, en [m].

e: Excentricitat, en [m].



f_{yd} : Resistència de càlcul de l'acer, en $[\text{N}/\text{mm}^2]$.

f_{yk} : Resistència característica de l'acer, en $[\text{N}/\text{mm}^2]$.

γ_s : Coeficient de seguretat de l'acer.

f_{cd} : Resistència de càlcul del formigó, en $[\text{N}/\text{mm}^2]$.

f_{ck} : Resistència característica del formigó, en $[\text{N}/\text{mm}^2]$.

γ_c : Coeficient de seguretat del formigó.

A_s : Secció útil d'acer, en $[\text{cm}^2]$.

A_c : Secció útil de formigó, en $[\text{cm}^2]$.

ρ : Quantia mínima d'acer, en $[\text{cm}^2]$.

γ_E : Coeficient de majoració de les accions.

E : Mòdul d'elasticitat, en $[\text{N}/\text{mm}^2]$.

I : Moment d'inèrcia de la secció, en $[\text{m}^4]$.

l_p : Longitud de vinclament, en $[\text{m}]$.

i : radi de gir de la secció transversal, en $[\text{m}]$.

λ : Esveltesa.

$\rho = 1/r$: Curvatura en la secció d'encastament, en $[\text{m}^{-1}]$.

e_a : Fletxa màxima de 2n ordre, en $[\text{m}]$.

a_m : Distància equivalent a l'eix de l'armadura, en $[\text{m}]$.



4. Introducció

4.1. Objectius del projecte

L'objectiu d'aquest projecte consisteix en ampliar els coneixements adquirits en l'Escola. D'aquesta manera es pretén tenir uns criteris consolidats referits al disseny i càlcul estructural.

4.2. Abast del projecte

Segons l'objectiu, s'exposaran temes que s'han tractat amb poca profunditat a l'Escola, com poden ser la construcció mitjançant elements de formigó prefabricat, el disseny i el càlcul d'una fonamentació superficial, i el disseny d'un paviment de formigó reforçat amb fibres d'acer.



5. Plantejament del projecte

5.1. Dades generals

5.1.1. Objecte del treball

El present projecte té com a objecte definir la construcció d'una nau industrial de formigó prefabricat.

5.1.2. Situació i dades de la parcel·la

L'edifici industrial es situarà en el c/ Copèrnic, núm. 34, amb Codi Postal 08784, en el municipi de Piera (comarca de l'Anoia). Aquest s'establirà en un polígon industrial. Així que el sòl de la parcel·la on s'ha de construir està qualificat com terreny industrial. Aquesta és la Parcel·la A5, i prové de la reparcel·lació del Pla Parcial AI-45-2. Té una superfície de TRES MIL DOS-CENTS SETANTA DOS amb VUITANTA-QUATRE metres quadrats (3.272,84 m²), de forma sensiblement rectangular, i els seus límits venen definits per: Nord: Parcel·la A4; Sud: Parcel·la A6; Est: Vial d'accés a la carretera B-224 (Avinguda de la Carretera d'Igualada); i Oest: Vial d'accés al carrer V-2 (carrer de Copèrnic).

5.2. Descripció i programa funcional de l'establiment

La superfície construïda en planta sobre la que s'intervindrà serà de MIL NOU-CENTS QUARANTA-QUATRE metres quadrats (1.944,00 m²). La planta de la nau serà de forma rectangular, amb unes dimensions de SETANTA-DOS x VINT-I-SET metres quadrats (72,00x27,00 m²). Constarà d'una alçada màxima absoluta de DOTZE metres lineals (12,00 ml). Tot això farà que la construcció tingui un perímetre total de CENT NORANTA-VUIT metres lineals (198,00 ml).



La nau estarà dividida en tres establiments industrials. Aquests s'anomenaran Nau A, Nau B i Nau C. Les Naus A i B tindran unes dimensions en planta de TRENTA-CINC amb SEIXANTA-VUIT x ONZE amb DOS metres quadrats (35,68x11,02 m²); mentre que la Nau C constarà d'unes de SETANTA-U amb SEIXANTA x QUINZE amb TRENTA-QUATRE metres quadrats (71,60x15,34 m²).

Els tres establiments industrials estaran formats per Planta Baixa + Planta Entresolat.

En les Fig.1 i Fig.2 es mostra un dibuix lineal de la nau, dividida per establiments industrials (Nau A, Nau B i Nau C) i plantes (Planta Baixa i Planta Entresolat):

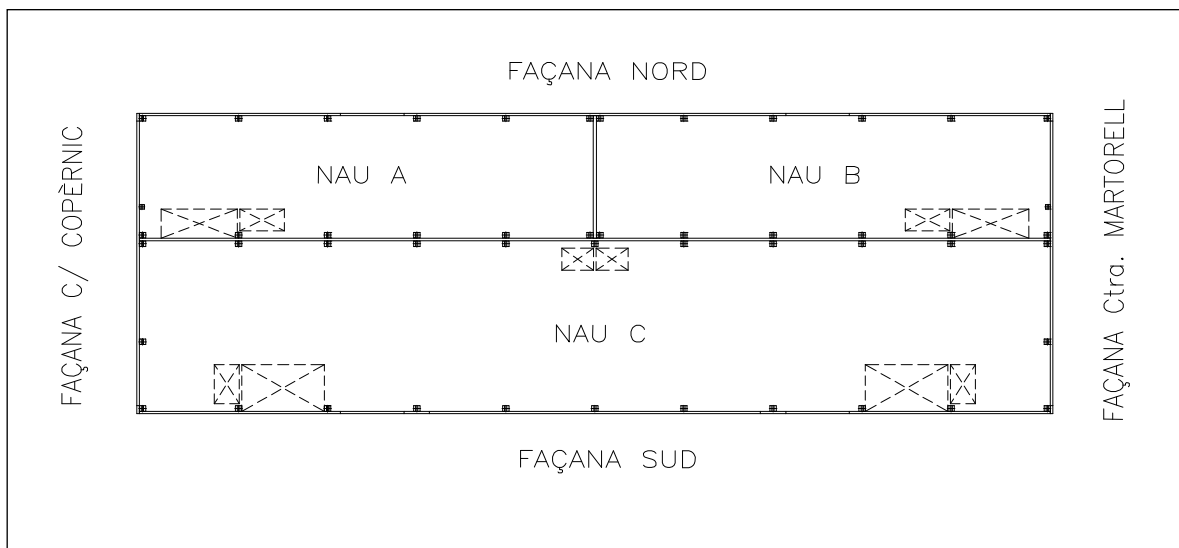


Fig.1 - Planta Entresolat (PE) de la nau industrial



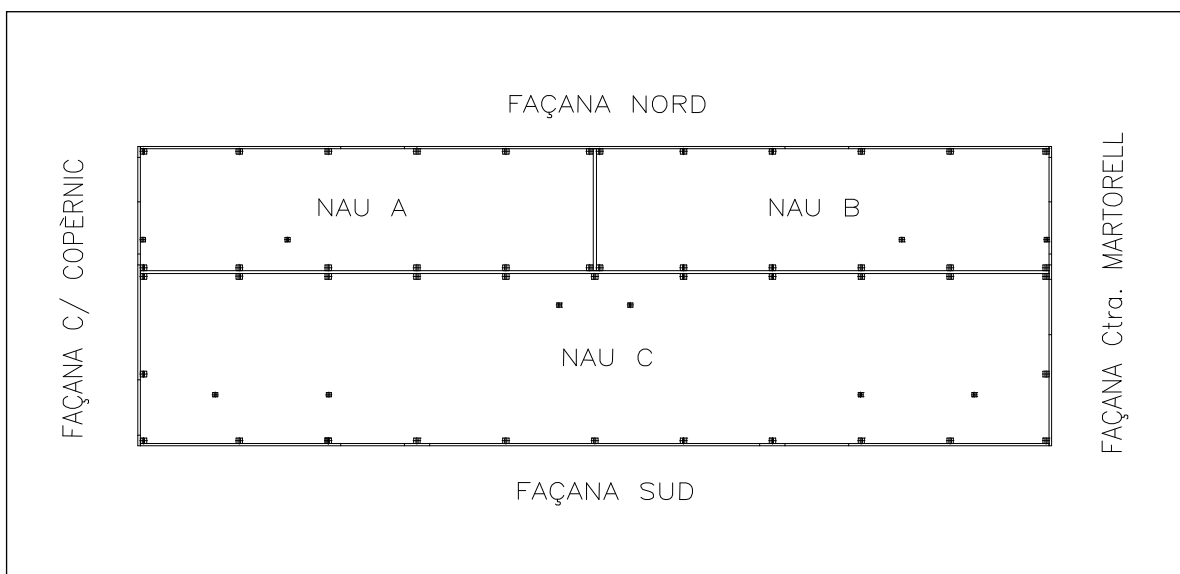


Fig. 2 - Planta Baixa (PB) de la nau industrial

La nau pertanyerà a un únic propietari: TECI, S.L., promotor que ha encarregat el projecte a l'enginyer. Aquest llogarà els tres establiments industrials a unes determinades empreses que realitzaran les següents activitats en el seu interior:

	ACTIVITAT
NAU A	Exposició i venda de motocicletes
NAU B	Taller de reparació de motocicletes
NAU C	Exposició i venda de mobles

A continuació es realitza una breu descripció de les activitats i de la distribució interior dels tres establiments:



En la Nau A es desenvoluparà l'activitat d'exposició i venda de motocicletes, i també d'articles relacionats amb aquest món. A la Planta Baixa hi haurà la zona d'exposició de motocicletes, la zona d'exposició d'articles, les àrees de venda, un petit magatzem i/o vestidor, els banys, i la zona de gestió i atenció als clients. A la Planta Entresolat es situarà la zona d'emmagatzematge de motocicletes que venen de fàbrica, i que estan preparades per ser venudes. També s'hi trobarà un petit magatzem per als articles del món del motor que es venen a la planta inferior (equipament pels motoristes i motocicletes), així com l'arxiu, l'oficina principal i uns banys.

La Nau B té la mateixa tipologia que la Nau A. En ella es realitzarà l'activitat de reparació de motocicletes. El taller estarà situat a la Planta Baixa, així com la zona de gestió i atenció als clients, i els banys i el vestidor per als treballadors. La zona destinada al magatzematge de peces de recanvi i altres elements (complements o components per a les motocicletes), l'aparcament de motocicletes (reparades o en espera), l'oficina principal i l'arxiu, es trobaran a la Planta Entresolat.

La Nau C serà l'establiment de dimensions majors. En ella es desenvoluparà l'activitat d'exposició i venda de mobles, tan a la Planta Baixa com a la Planta Entresolat. En les dues plantes també hi hauran zones de maniobra i magatzematge, que es podran utilitzar per a introduir els mobles a la zona d'exposició, o simplement per emmagatzemar-los durant un curt període de temps, un cop realitzada la venda de l'article. A la Planta Baixa també s'hi trobaran els banys per als clients i el vestidor per als treballadors, mentre que les oficines estaran a la Planta Entresolat.

5.3. Quadres de superfícies

A partir de la pàgina següent es descriuran les superfícies de cada establiment industrial, diferenciades per departaments. També es mostraran les superfícies útils i les construïdes de cadascun, així com les de tota la nau, i altres característiques de la construcció.



QUADRE DE SUPERFÍCIES DE LA NAU A [m ²]			
PLANTA BAIXA		PLANTA ENTRESOLAT	
Zona de pas i accessos	104,75	Zona de pas i accessos	147,10
Zona de gestió i atenció clients	41,40	Oficina	42,15
Zona exposició motocicletes	84,60	Zona aparcament motocicletes	104,00
Àrees de venda	24,10	Zona de magatzematge	38,50
Zona exposició d'articles	80,75	Arxiu	19,25
Magatzem i/o vestidor	20,35	Banys	7,45
Banys	11,05	Previsió muntacàrregues	7,55
Previsió muntacàrregues	7,55	Forat d'escapes	15,60
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	374,55	TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	358,45
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	408,24	TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	408,24

QUADRE DE SUPERFÍCIES TOTALS DE LA NAU A [m ²]	
PLANTA BAIXA + PLANTA ENTRESOLAT	
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	733,00
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	816,48



QUADRE DE SUPERFÍCIES DE LA NAU B [m ²]			
PLANTA BAIXA		PLANTA ENTRESOLAT	
Zona de pas i accessos	125,30	Zona de pas i accessos	131,95
Zona de gestió i atenció clients	38,35	Oficina	42,15
Zona de taller	168,25	Zona aparcament motocicletes	48,10
Banys i vestidor	35,05	Zona de magatzematge	108,05
Previsió muntacàrregues	7,55	Arxiu	19,25
		Banys	7,45
		Previsió muntacàrregues	7,55
		Forat d'escapes	15,60
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	374,50	TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	356,95
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	408,24	TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	408,24

QUADRE DE SUPERFÍCIES TOTALS DE LA NAU B [m ²]	
PLANTA BAIXA + PLANTA ENTRESOLAT	
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	731,45
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	816,48



QUADRE DE SUPERFÍCIES DE LA NAU C [m ²]			
PLANTA BAIXA		PLANTA ENTRESOLAT	
Zona de pas i accessos	319,30	Zona de pas i accessos	314,75
Zona maniobra i magatzematge	165,75	Zona maniobra i magatzematge	150,05
Moll de càrrega i descàrrega 2	21,00	Zona exposició de mobles	463,05
Zona exposició de mobles	423,70	Oficines	56,80
Banys clients	53,75	Banys	8,34
Banys i vestidor treballadors	26,60	Previsió muntacàrregues	15,10
Trasters	8,85	Previsió ascensors	11,00
Previsió muntacàrregues	15,10	Forats d'escapes	54,60
Previsió ascensors	11,00		
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	1.045,05	TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	993,00
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	1.127,52	TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	1.127,52

QUADRE DE SUPERFÍCIES TOTALS DE LA NAU C [m ²]	
PLANTA BAIXA + PLANTA ENTRESOLAT	
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL	2.038,05
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA	2.255,04



ALTRES CARACTERÍSTIQUES DE LA CONSTRUCCIÓ	
TOTAL SUPERFÍCIE PARCEL·LA A5	3.272,84 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA EN PLANTA BAIXA	1.944,00 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA EN PLANTA ENTRESOLAT	1.944,00 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA (NAU A+NAU B+NAU C)	3.888,00 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL EN PLANTA BAIXA	1.794,10 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL EN PLANTA ENTRESOLAT	1.708,40 m ²
TOTAL SUPERFÍCIE ÚTIL (NAU A+NAU B+NAU C)	3.502,50 m ²
PERÍMETRE TOTAL CONSTRUÏT EN PLANTA	198,00 ml
ÀREA TOTAL D'OBERTURES EN FAÇANA	187,20 m ²
ALÇADA MÀXIMA ABSOLUTA DE LA CONSTRUCCIÓ	12,00 ml

5.4. Compliment de la Normativa Urbanística

Segons la Normativa Urbanística del Municipi de Piera s'estableixen els següents paràmetres, que definiran la construcció de la nau industrial.

5.4.1. Ocupació màxima

L'ocupació màxima és un percentatge que determina el nombre de metres quadrats que pot tenir una edificació en planta (projecció sobre el terreny) respecte a la superfície d'aquest mateix terreny.



En aquest cas, i per a aquest tipus de construcció i terreny, l'ocupació màxima és del 60%.

Per tant:

$$\text{Superfície total de la Parcel·la A5} = 3.272,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Superfície construïda en planta de la nau industrial} = 1.944,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Ocupació} = (1.944,00 \text{ m}^2 / 3.272,84 \text{ m}^2) \cdot 100 = 59,40\% < 60\%$$

Així que es compleix el valor requerit d'ocupació màxima.

5.4.2. Alçada màxima

L'alçada màxima permesa per a la nau industrial és de 12 m, paràmetre que també es compleix.

5.4.3. Volum màxim

El volum màxim és el paràmetre que determina el volum que pot tenir l'establiment industrial en relació a la superfície de sòl d'una parcel·la. S'expressa en metres cúbics d'edifici dividit per metres quadrats de sòl (m^3/m^2).

En aquest cas, i per a aquest tipus de construcció i terreny, el volum màxim és de $6,65 \text{ m}^3$ d'edifici / m^2 de sòl. Per tant:

$$\text{Superfície total de la Parcel·la A5} = 3.272,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Volum de la nau industrial} = 21.547,61 \text{ m}^3$$

$$\text{Volum} = 21.547,61 \text{ m}^3 / 3.272,84 \text{ m}^2 = 6,60 \text{ m}^3 / \text{m}^2 < 6,65 \text{ m}^3 / \text{m}^2$$

Així que es compleix el valor requerit de volum màxim.



5.4.4. Coeficient d'edificabilitat

El coeficient d'edificabilitat és el factor que fixa la superfície màxima de sostre edificable en relació a la superfície de sòl d'una parcel·la. S'expressa en metres quadrats de sostre edificable dividit per metres quadrats de sòl (m^2/m^2).

En aquest cas, i per a aquest tipus de construcció i terreny, l'edificabilitat màxima és de $1,20 m^2$ de sostre edificable / m^2 de sòl. Per tant:

$$\text{Superfície total de la Parcel·la A5} = 3.272,84 m^2$$

$$\text{Edificabilitat} = 1,20 m^2 / m^2 \cdot 3.272,84 m^2 = 3.927,41 m^2 \text{ de sostre edificable}$$

$$\text{Superfície màxima construïda en Planta Baixa} = 1.944,00 m^2$$

$$\text{Superfície màxima construïda Planta Entresolat} = 1.944,00 m^2$$

$$\text{Total superfície construïda (Nau A+Nau B+Nau C)} = 3.888,00 m^2 < 3.927,41 m^2$$

Així que es compleix el coeficient d'edificabilitat.

Es permetran edificacions auxiliars fins a un 3% de la superfície edificable, sempre que estiguin separades de l'edificació.

5.4.5. Separacions mínimes i tanques

Les separacions mínimes de la nau industrial a línia de parcel·la han de ser les següents:

- Nord - Parcel·la A4: 5 m.
- Sud - Parcel·la A6: 5 m.
- Est - Vial d'accés a la carretera B-224 (Avinguda de la Carretera d'Igualada): 5 m.
- Oest - Vial d'accés al carrer V-2 (carrer de Copèrnic): 5 m.



Les separacions mínimes de l'edificació a les façanes de la via pública, a les seves partions laterals, i entre edificacions d'una parcel·la, són distàncies que hauran de respectar tant les edificacions com els seus cossos sortints. Els ràfecs podran envair aquestes franges de separació fins a una distància màxima de 60 cm, i els elements sortints fins a 30 cm.

Les tanques del carrer o entre parcel·les tindran una alçada màxima de 2,00 m, que es podran fer amb material massís fins una cota màxima de 0,80 m per damunt de la vorera o del terreny, i s'acabarà amb reixes, tela metàl·lica o vegetació d'arbust.

5.4.6. Adaptació topogràfica del terreny

En els casos en què sigui imprescindible l'anivellament del sòl amb terrasses, aquestes es disposaran de manera que la cota de cadascuna compleixi les condicions següents:

- Les plataformes d'anivellament tocant als lindars no podran situar-se a més d' 1,50 m per sobre, o a més de 2,20 m per sota de la cota natural dels lindars.
- Les plataformes d'anivellament a l'interior de parcel·la (excepte els soterranis) hauran de disposar-se de manera que no depassin uns talussos ideals de pendent 1:3 (alçada:base), traçats des de les cotes, per damunt o per sota, i possibles segons l'apartat anterior, fins als lindars.

Els murs interiors de contenció de terres no podran depassar en la part vista una alçada de 3,70 m. Aquests murs no depassaran l'alçada d'1,50 m per sobre ni de 2,20 m per sota de la cota natural del terreny.



5.5. Altra normativa aplicada al projecte

La normativa que s'aplicarà en la redacció del projecte serà:

- “Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSIEI)”, aprovat pel “Real Decreto 2267/2004”, de 3 de desembre.
- “Código Técnico de la Edificación (CTE)”, aprovat pel “Real Decreto 314/2006”, de 17 de març, i format pels següents “Documentos Básicos (DB)” que afecten a la realització del projecte:
 - “DB-SU / Seguridad de Utilización”;
 - “DB-HE / Ahorro de Energía”;
 - “DB-HS / Salubridad”;
 - “DB-SE / Seguridad Estructural”;
 - “DB-SE-A / Acero”;
 - “DB-SE-AE / Acciones en la Edificación”;
 - “DB-SE-C / Cimientos”;
 - “DB-SE-F / Fábrica”;
 - “DB-HR / Protección contra el Ruido (o NBE-CA-88 si no s’ha aprovat el DB-HR)”.
- “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)”, aprovada pel “Real Decreto 1247/2008”, de 18 de juliol.
- “Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y Edificación (NCSE-02)”, aprovada pel “Real Decreto 997/2002”, de 27 de setembre.
- “EuroCódigo 2 (EC-2): Proyecto de estructuras de hormigón”.



6. Estudi de protecció contra incendi segons “RSIEI”

El “Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSIEI)”, que es va aprovar amb el “Real Decreto 2267/2004”, de 3 de desembre, té com a finalitat aconseguir un grau suficient de seguretat en cas d'incendi en els establiments i instal·lacions d'ús industrial.

En les següents taules es mostra un resum de les principals conclusions que s'han extret de l'Annex A del projecte, on es realitza l'estudi detallat i exhaustiu de protecció contra incendi dels establiments industrials de la nau.

TAULA 1 – Caracterització dels establiments industrials de la nau en relació amb la seguretat contra incendi:

CARACTERITZACIÓ DELS ESTABLIMENTS INDUSTRIALS DE LA NAU EN RELACIÓ AMB LA SEGURETAT CONTRA INCENDI			
ESTABLIMENT INDUSTRIAL	NAU A	NAU B	NAU C
SECTOR D'INCENDI	NAU A	NAU B	NAU C
ACTIVITAT	Exposició i venda de motocicletes	Taller de motocicletes	Exposició i venda de mobles
CONFIGURACIÓ	TIPUS B	TIPUS B	TIPUS B
DENSITAT DE CÀRREGA DE FOC PONDERADA I CORREGIDA Q_s [MJ/m ²]	300	400	500
NIVELL DE RISC INTRÍNSEC	BAIX 1	BAIX 1	BAIX 2



TAULA 2 – Requeriments constructius dels establiments segons la seva configuració, ubicació i nivell de risc intrínsec:

CONDICIONS CONSTRUCTIVES DELS FORATS DE FAÇANA ACCESSIBLE	REQUERIMENTS CONSTRUCTIUS DELS ESTABLIMENTS SEGONS LA SEVA CONFIGURACIÓ, UBICACIÓ I NIVELL DE RISC INTRÍNSEC
CONDICIONS D'APROXIMACIÓ A L'EDIFICI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alçada de l'ampit respecte el nivell de planta $\leq 1,20$ m. ▪ Dimensions horitzontal i vertical $\geq 0,80$ m i $1,20$ m, respectivament. ▪ Distància màxima entre eixos verticals de dos forats consecutius ≤ 25 m, mesura sobre la façana. ▪ No instal·lar en façana elements que impedeixin o dificultin l'accessibilitat a l'interior de l'edifici a través dels esmentats forats, excepte els elements de seguretat situats en els forats de les plantes l'alçada de les quals no excedeixi de $9,00$ m. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Els vials d'aproximació i els espais de maniobra, han de complir: <ul style="list-style-type: none"> - Amplada mínima lliure: $5,00$ m. - Alçada mínima lliure o gàlib: $4,50$ m. - Capacitat portant del vial: 2000 kp/m². ▪ En els trams corbs, el carril de rodament ha de quedar delimitat per la traça d'una corona circular, els radis mínims de la qual han de ser $5,30$ m i $12,50$ m, amb una amplada lliure per a la circulació de $7,20$ m. ▪ Mantenir els espais de maniobra lliures d'obstacles que puguin impedir o dificultar la seva utilització.



<p style="text-align: center;">CLASSE DELS MATERIALS CONSTRUCTIUS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materials de revestiments o acabats superficials: <ul style="list-style-type: none"> - Sòls: C_{FL}-s1 (M2) o més favorable - Parets i sostres: C-s3d0 (M2) o més favorable - Lluernes que no siguin contínues o instal·lacions per a l'eliminació de fum que s'instal·lin en cobertes: D-s2d0 (M3) o més favorable. - Lluernes contínues en coberta: B-s1d0 (M1) o més favorable. - Revestiment exterior de façanes: C-s3d0 (M2) o més favorable. ▪ Productes inclosos en parets i tancaments: D-s3d0 (M3) o més favorable. ▪ Productes situats en l'interior de falsos sostres o sòls elevats: B-s3d0 (M1) o més favorable. ▪ Productes de construcció petris, ceràmics i metàl·lics, així com els vidres, morters, formigons o guixos: A1 (M0). 		
ESTABLIMENT INDUSTRIAL	NAU A	NAU B	NAU C
MÀXIMA SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA ADMISSIBLE [m ²]	6.000	6.000	4.000
ESTABILITAT AL FOC MÍNIMA DELS ELEMENTS ESTRUCTURALS AMB FUNCIÓ PORTANT	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)
ESTABILITAT AL FOC MÍNIMA DE L'ESTRUCTURA PRINCIPAL DE COBERTA LLEUGERA I ELS SEUS SUPORTS	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)



ESTABILITAT AL FOC MÍNIMA DE LA PARET DIVISÒRIA	EI 120	EI 120	EI 120
CONDICIONS DE DISSENY DELS ELEMENTS CONSTRUCTIUS SECTORITZADORS	Apartat 2.3.5.2 de l'Annex A	Apartat 2.3.5.2 de l'Annex A	Apartat 2.3.5.2 de l'Annex A
NOMBRE I MODEL DELS EXUTORIS EN COBERTA	(3) AEX-14/68	(3) AEX-14/68	(5) AEX-14/114
SISTEMES D'EMMAGATZEMATGE	Manual i independent	Manual i independent	Manual i independent
CONDICIONS DELS SISTEMES D'EMMAGATZEMATGE	Apartat 2.3.8 de l'Annex A	Apartat 2.3.8 de l'Annex A	Apartat 2.3.8 de l'Annex A

TAULA 3 – Evacuació dels establiments industrials:

ESTABLIMENT INDUSTRIAL		EVACUACIÓ DELS ESTABLIMENTS INDUSTRIALS		
		NAU A	NAU B	NAU C
OCUPACIÓ P [persones]		23	11	90
LONGITUD MÀXIMA DEL RECORREGUT D'EVACUACIÓ [m]		50	50	50
NOMBRE DE SORTIDES ALTERNATIVES		2	2	2
AMPLÀRIA LLIURE DE PORTES I PASSOS [m] $A=(P/200) \geq 0,80$ m		$\geq 0,80$	$\geq 0,80$	$\geq 0,80$
AMPLÀRIA DE LA FULLA DE LES PORTES [m]	1 fulla	$\leq 1,20$	$\leq 1,20$	$\leq 1,20$
	2 fulles	$0,60 \leq a \leq 1,20$	$0,60 \leq a \leq 1,20$	$0,60 \leq a \leq 1,20$



OBERTURA DE LES PORTES EN EL SENTIT DE L'EVACUACIÓ (zones destinades al públic)		NO S'EXIGEIX	NO S'EXIGEIX	S'EXIGEIX
ESCALES PROTEGIDES		NO S'EXIGEIX	NO S'EXIGEIX	NO S'EXIGEIX
AMPLÀRIA DE LES ESCALES [m] $A=(P/160) \geq 1,00$ m		1,30	1,30	2,10
GRAONS	h [m]	0,30	0,30	0,30
	c [m]	0,17	0,17	0,16
AMPLÀRIA DELS PASSADISSOS [m] $A=(P/200) \geq 1,00$ m		Taula C.7.4.3 de l'Annex A	$\geq 1,00$	Taula C.7.4.3 de l'Annex A
PASSAMANS DE LES ESCALES		Ambdós costats	Ambdós costats	Ambdós costats
INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT D'EMERGÈNCIA EN LES VIES D'EVACUACIÓ		NO S'EXIGEIX, però s'implantarà	NO S'EXIGEIX, però s'implantarà	S'EXIGEIX
CONDICIONS DE LA INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT D'EMERGÈNCIA		Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A	Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A	Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A
CONDICIONS DE LA SENYALITZACIÓ		Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A	Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A	Apartat 2.3.6.2.9 de l'Annex A



TAULA 4 – Requeriments de les instal·lacions de protecció contra incendi dels establiments industrials:

ESTABLIMENT INDUSTRIAL	REQUERIMENTS DE LES INSTAL·LACIONS DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDI DELS ESTABLIMENTS INDUSTRIALS		
	NAU A	NAU B	NAU C
SISTEMES AUTOMÀTICS DE DETECCIÓ D'INCENDI	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran
SISTEMES MANUAUS D'ALARMA D'INCENDI	S'EXIGEIXEN	S'EXIGEIXEN	S'EXIGEIXEN
SISTEMES DE COMUNICACIÓ D'ALARMA	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran
SISTEMES D'HIDRANTS EXTERIORS	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN
NOMBRE I TIPUS DELS EXTINTORS D'INCENDI	(4) P6X - Extintor de 6 kg de pols polivalent ABC	(3) P12 - Extintor de 12 kg de pols polivalent ABC (1) P50 - Extintor de 50 kg de pols polivalent ABC amb carret	(10) P12 (2) P50
SISTEMES DE BOQUES D'INCENDI EQUIPADES (BIE)	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN
SISTEMES DE COLUMNA SECA	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN



SISTEMES DE RUIXADORS AUTOMÀTICS D'AIGUA	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran	NO S'EXIGEIXEN, però s'implantaran
SISTEMES D'AIGUA POLVORITZADA	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN
SISTEMES D'ESCUMA FÍSICA	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN
SISTEMES D'EXTINCIÓ PER AGENTS EXTINTORS GASOSOS	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN	NO S'EXIGEIXEN

Cal esmentar novament que aquesta únicament és una taula resum. El procediment complet de l'estudi contra incendi dels establiments industrials de la nau, així com altres especificacions que no apareixen, es trobaran en l'Annex A del projecte.



7. Elements estructurals i constructius de la nau

7.1. Fonamentació

La fonamentació de la nau industrial es formigonarà in-situ. El disseny i el càlcul s'indicaran en l'Annex D del projecte, i quedaran especificats en l'Apartat 8 d'aquest document.

7.2. Estructura

Els elements estructurals amb funció portant, així com l'estructura principal de coberta i els seus suports, i també la secundària (corretges), es realitzaran íntegrament d'elements de formigó prefabricat de la casa "Hormipresa". Per tant, el seu disseny i càlcul estaran estipulats pels sistemes de fabricació i constructius d'aquesta empresa.

L'únic element estructural no prefabricat serà la fonamentació, que es formigonarà in-situ, tal com s'ha comentat anteriorment.

La nau constarà de quaranta-vuit pilars quadrats, de 50 cm de costat, i de deu pilars, també quadrats, de 40 cm de costat. Tots ells formant una unió encastada amb la fonamentació.

Els pilars de 50 cm de costat s'agruparan en 4 línies longitudinals de pilars (la direcció més llarga de la nau), i formaran pòrtics cada 7,00 m (pòrtics centrals). Els pòrtics extrems distaran entre ells 7,55 m. Aquests també constaran de pilars entremitjos, per tal de donar major rigidesa a l'estructura en front de les càrregues de vent que reben les façanes.

Es formaran així espais diàfans en l'interior dels tres establiments industrials. Únicament els pilars de 40 cm de costat es situaran en el seu interior, i serviran per crear els forats necessaris per a les escales, els muntacàrregues i els ascensors.

Tots aquests pilars suportaran, per mitjà de mènsules, les jàsseres per a forjats de la sèrie pesant, amb una ala de 15 cm, on es recolzaran les plaques alveolars.



Els tres establiments industrials de la nau estaran formats per Planta Baixa (PB) + Planta Entresolat (PE). Els forjats de PB estaran constituïts per un paviment de formigó, o solera, reforçat amb fibres metàl·liques. Els forjats de PE, situats a 5,40 m d'alçada, estaran constituïts per plaques alveolars amb un cantell capaç de resistir una sobrecàrrega d'ús estimada de 1.000 kg/m².

En el cap dels pilars, de la tipologia forquilla, es recolzaran les jàsseres de coberta de secció en forma de "T". I sobre aquestes jàsseres es col·locaran les corretges formant un pendent del 5%, per tal de muntar els perfils de coberta tipus "sandvitx".

Tota l'estructura de la nau és isostàtica, degut a que està formada per elements prefabricats disposats mitjançant unions articulades.

A continuació es descriuran els diferents elements estructurals de la nau.

7.2.1. Pilars

El formigó utilitzat en els pilars d'aquest projecte serà el HA-35/F/20/IIa, i l'acer serà del tipus B-500-S.

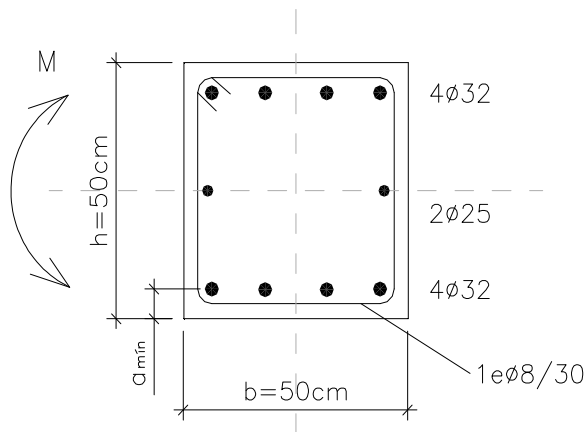
Hi ha dos tipus de pilars:

- Pilars de 50x50 cm: Van de fonamentació a coberta. Suportaran, mitjançant mènsules, les jàsseres on es recolzen les plaques alveolars que formen el forjat de PE, i, mitjançant el seu cap en forma de forquilla, les jàsseres de coberta on es recolzen les corretges.
- Pilars 40x40 cm: Van de fonamentació a PE, i únicament suportaran les jàsseres per a forjats que permeten la creació del forats d'escaleres, muntacàrregues i ascensors en aquesta planta.

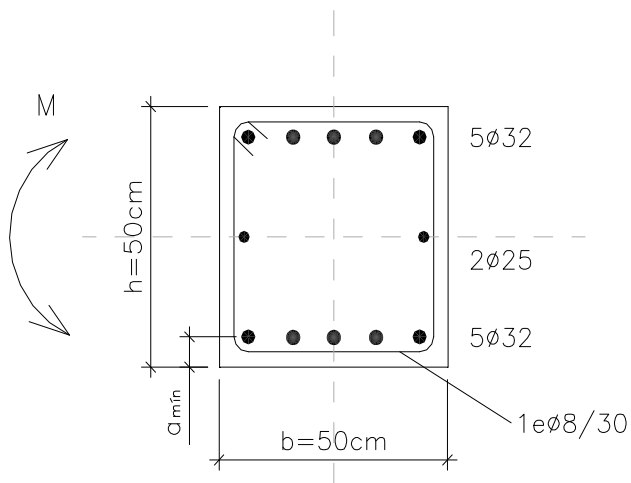
Per simplificar els càlculs de l'armat necessari de cada pilar, la seva posta en obra i l'encàrrec a "Hormipresa", es definiran únicament tres grups de pilars. L'armat queda definit de la forma que es mostra en la pàgina següent (el càlcul i l'exposició teòrica estan exhaustivament establerts en l'Annex E d'aquest projecte):



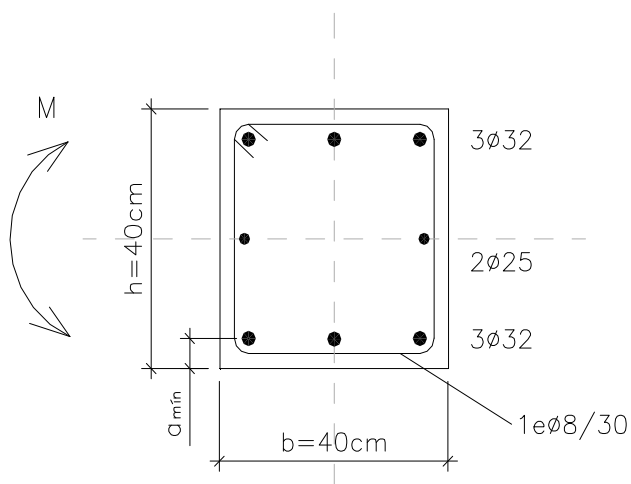
- Pilars de 50x50 cm, en les Naus A i B.



- Pilars de 50x50 cm, en la Nau C.



- Pilars de 40x40 cm, en les Naus A, B i C.



7.2.2. Jàsseres per a forjats

Les jásseres per a forjats són les encarregades de suportar les plaques alveolars, que conformen els forjats de PE, i les seves sobrecàrregues d'ús.

En aquest projecte s'utilitzaran les de la sèrie pesant. Aquestes tenen una ala de 15 cm, on es recolzen les plaques alveolars; cantells bisellats; i els caps o extrems preparats per a realitzar una correcta unió amb els pilars.

Seràn de formigó pretesat del tipus HP-50/F/20/IIa, amb acer passiu del tipus B-500-S, i actiu del Y 1860 S7. Poden portar armadura d'espera per formigonar el cap superior.

L'estructura de la nau constarà dels següents tipus de jásseres per a forjats:

- Jássera Lateral 65x20+50x30 (Naus A i B).
- Jássera Lateral 55x50+40x30 (Naus A i B).
- Jássera Lateral 65x40+50x50 (Nau C).
- Jássera Lateral 55x40+40x50 (Nau C).

A més, també s'utilitzarà una Jássera Rectangular 40x40 (Naus A, B i C). La seva funció serà la de servir de recolzament per a les escales de formigó armat, i també la de travar (fins a cert punt, ja que l'estructura és totalment isostàtica) els pilars dels pòrtics extrems de la Nau C.

Els recolzaments de tots aquests tipus de jásseres es realitzaran sempre a través de bandes elastomèriques flexibles, que defineixen l'enllaç articulat entre els diferents elements, i el posterior comportament isostàtic de l'estructura.

7.2.3. Forjats de plaques alveolars

Aquestes plaques estan calculades per a resistir una sobrecàrrega d'ús màxima de 1.000 kg/m², amb les llums corresponents de cada establiment industrial (10,50 m en les Naus A i B, i 14,82 m en la C).



Per tant, hi hauran dos tipus:

- Forjats Naus A i B: Placa Alveolar C-120/30.
- Forjat Nau C: Placa Alveolar T-120/53.

Els forjats de les Naus A i B tindran una capa de compressió de 5 cm, amb un mallat de 20x20 ø5-5. El forjat de la C tindrà una capa de compressió de 7 cm, amb un mallat superior de 20x20 ø5-5, i un d'inferior de 15x30 ø6-6.

A més, en els forjats de les Naus A i B es col·locarà una barra ø12 en totes les juntes. En el forjat de la C s'introduirà una del ø16. L'acer d'aquestes barres serà del tipus B-500-S.

Les plaques alveolars utilitzades en el projecte estan fabricades amb formigó pretesat del tipus HP-50/S/12/IIa, amb acer passiu del tipus B-500-S, i actiu del Y 1860 S7.

El formigó utilitzat en la capa de compressió és l'armat del tipus HA-25/F/12/IIa, i el tipus d'acer del mallat serà el B-500-T.

7.2.4. Jàsseres de coberta

Les jásseres de coberta tindran una secció en "T", amb els cantells bisellats, i els caps o extrems preparats per a realitzar una correcta unió amb els pilars.

Per tant, aquestes es recolzaran sobre el cap de pilar en forma de forquilla, tal com s'ha comentat anteriorment. El recolzament es realitza sempre amb sistemes elastomèrics normalitzats, que defineixen l'enllaç articulat entre els diferents elements, i el posterior comportament isostàtic de l'estructura.

Les jásseres de coberta carregaran el pes de les corretges i de la coberta de la nau, considerada com a lleugera, ja que no excedirà un pes de 100 kg/m².

Estan fabricades amb formigó pretesat del tipus HP-50/F/20/IIa, amb acer passiu del tipus B-500-S, i actiu del Y 1860 S7.

L'element utilitzat per a cobrir les sol·licitacions de l'estructura serà la Jássera de Coberta T-50x40.



7.2.5. Corretges de coberta

Les corretges de coberta tindran una secció tubular. Son les encarregades de suportar la càrrega del tancament de la coberta, format per plafons tipus “sandvitx”, i de totes les altres accions considerades que la influeixen.

Estan fabricades amb formigó pretesat del tipus HP-50/F/20/IIa, amb acer passiu del tipus B-500-S, i actiu del Y 1860 S7. Rebran un tractament antioxidant.

Hi hauran dos tipus diferents:

- Corretja Tubular CP-23x30 (Naus A i B).
- Corretja Tubular CP-35x40 (Nau C).

Totes les característiques mecàniques, constructives, etc, i altres propietats d'aquests elements estructurals, es poden trobar extensament redactades en l'Annex C del projecte.

Les característiques dels materials utilitzats en l'estructura seran les següents:

ELEMENT	TIPUS	RESISTÈNCIA CARACTERÍSTICA [N/mm ²]	COEFICIENT DE MINORACIÓ	NIVELL DE CONTROL	RECOBRIMENT NOMINAL [mm]
Acer actiu	Y 1860 S7	$f_{yk} > 1.637$	1,15	Normal	-
Acer passiu	B-500-S	$f_{yk} > 500$	1,15	Normal	-
Mallat	B-500-T	$f_{yk} > 500$	1,15	Normal	-
Pilars	HA-35/F/20/IIa	$f_{ck} > 35$	1,50	Estadístic	25
Jàsseres	HP-50/F/20/IIa	$f_{ck} > 50$	1,50	Estadístic	20
Placa alveolar	HP-50/S/12/IIa	$f_{ck} > 50$	1,50	Estadístic	20
Capa de compressió	HA-25/F/12/IIa	$f_{ck} > 25$	1,50	Estadístic	25



7.3. Tancaments exteriors

Els tancaments exteriors de la nau es realitzaran mitjançant plafons del tipus motlle en disposició horitzontal. Només s'utilitzaran els plafons verticals per tal de situar correctament els forats de façana allà on toquen. Aquests tindran un gruix de 20 cm, i una amplada variable que s'ajustarà al disseny de la façana. Aquest model de plafó és el PM 20, i les seves característiques tècniques i constructives es poden trobar en l'apartat corresponent de l'Annex C.

Les obertures de façana seran les següents:

- Façana c/ de Copèrnic (305,10 m²):
 - Porta d'accés personal autoritzat (Nau A): 1,00x2,10 m
 - Porta d'accés clients (Nau A): 4,00x4,00 m
 - Porta moll de càrrega i descàrrega 1 (Nau C): 5,00x4,00 m
 - Finestral (Nau A): 9,64x1,80 m
 - Finestral (Nau C): 13,76x1,80 m
- Façana Ctra. d'Igualada (305,10 m²):
 - Porta d'accés personal autoritzat (Nau B): 1,00x2,10 m
 - Porta d'accés taller (Nau B): 4,00x4,00 m
 - Porta moll de càrrega i descàrrega 2 (Nau C): 5,00x4,00 m
 - Finestral (Nau B): 9,64x1,80 m
 - Finestral (Nau C): 13,76x1,80 m
- Façana Nord (813,60 m²):
 - Porta d'accés lateral PB (Nau A): 5,00x4,00 m
 - Porta d'accés lateral PB (Nau B): 5,00x4,00 m



- Porta d'accés lateral PE (Nau A): 5,00x3,00 m
- Porta d'accés lateral PE (Nau B): 5,00x3,00 m
- Façana Sud (813,60 m²):
 - Portes d'accés clients (Nau C): 5,00x4,00 m (x2)
 - Portes d'accés lateral PE (Nau C): 5,00x3,00 m (x2)
 - Finestrals (Nau C): 26,00x3,00 m (x2)

Els tancaments exteriors d'aquestes obertures es realitzaran amb els següents elements:

- Portes d'accés personal autoritzat d'1,00x2,10 m (Naus A i B):
 - Porta d'acer galvanitzat d'1,00x2,10 m.
- Portes d'accés clients (Naus A i C):
 - Porta de vidre amb envidrament exterior adaptat als requeriments d'imatge.
- Porta d'accés taller (Nau B):
 - Porta seccional de 4,00x4,00 m del tipus "Crawford 242".
- Portes moll de càrrega i descàrrega (Nau C):
 - Porta seccional de 5,00x4,00 m del tipus "Crawford 542".
- Portes d'accés lateral PB (Naus A i B):
 - Porta seccional de 5,00x4,00 m del tipus "Crawford 242".
- Portes d'accés lateral PE (Naus A, B i C):
 - Porta d'acer galvanitzat de 5,00x3,00 m.
- Finestrals (Naus A, B i C):
 - Envidrament exterior fix, no permet obertures.



L'execució d'obertures es resol mitjançant bastiments de base formats per perfils tubulars d'acer galvanitzat.

La metal·listeria de finestrals i portes de vidre serà d'alumini anoditzat, sense trencament de pont tèrmic, de qualitat 1 i classe A3 (UNE 85208), col·locada sobre els bastiments.

Els envidraments exteriors es realitzaran amb doble vidre laminar de seguretat, amb 4 mm de gruix cadascun, incolor, amb cambra aïllant de 8 mm, i classificació de resistència a l'impacte manual nivell A.

Les portes de sortida d'emergència dels establiments industrials seran d'acer galvanitzat, amb una estabilitat al foc EI-30, d'una fulla practicable i obertura cap a l'exterior. Tindran frontisses d'acer, de tancament per gravetat i pany antipànic, amb accionament exterior per manilla condemnable per clau.

Tots aquests elements estan dissenyats per suportar les pressions i succions eòliques.

En l'Annex I es mostrarà el catàleg de portes seccionals, destinades a activitats industrials, de l'empresa "Crawford", on s'especifiquen totes les característiques tècniques d'aquest producte.

7.4. Tancaments interiors

Les parets divisòries que separen els tres establiments industrials, on es realitzen diferents activitats, estaran formades per plaques alveolars de 25 cm de gruix, i una amplada de 120 cm. Aquest model s'anomena MPAR 25, i les seves característiques tècniques i constructives es poden trobar en l'apartat corresponent de l'Annex C.

Les parets divisòries interiors estaran realitzades amb bloc buit de formigó de 20 cm de gruix (40x20x20 cm), rebut amb morter de ciment. Tindrà una estabilitat al foc EI-180.

També s'utilitzarà l'obra de totxana o maó buit, de diferents gruixos, per crear determinats envans interiors.



Les portes interiors de les naus seran de fusta de pi per pintar, de 0,80x2,10 m, les d'una fulla, i de 2,00x2,10 m les de dues.

En la Nau B hi haurà una porta interior seccional, de 4,00x4,00 m. Aquesta separarà la zona de gestió de clients del taller de motocicletes, i serà del tipus "Crawford 240".

La Nau C comptarà amb quatre portes seccionals, també de 4,00x4,00 m, que separaran la zona destinada a magatzematge i maniobra de la d'exposició de mobles. Aquestes seran del tipus "Crawford 542".

Igual que abans, en l'Annex I es mostrarà el catàleg de portes seccionals de l'empresa "Crawford".

7.5. Coberta

De corretja tubular a corretja tubular, situades a diferents intereixos, es col·locarà xapa metàl·lica d'acer amb acabats galvanitzats. El perfil utilitzat per a realitzar el tancament de coberta serà el ACL-39C de la casa "Acieroid".

L'aïllament de coberta es farà col·locant plafons tipus "sandvitx" de xapa, en l'interior dels quals es situarà llana de roca i aire. Sistema amb el qual s'aconsegueix un gran aïllament tèrmic.

Aquestes seran algunes de les característiques principals dels plafons de coberta:

- Coberta "sandvitx" utilitzant el perfil interior, amb un pendent del 5%.
- Gruix de la secció: 0,70 mm, amb els valors estàtics que s'observen en les fitxes del catàleg "d'Acieroid" que es mostren en l'apartat corresponent de l'Annex C.
- La xapa constarà de tres suports en les corretges tubulars de coberta.
- La fixació entre la xapa i les corretges es realitzarà al cim del nervi, i a tots els nervis. D'aquesta forma s'aconsegueix una major estanquitat, encara que es perd certa resistència.



Les lluernes seran de policarbonat amb cambra d'aire.

Els baixants i el canaló de recollida d'aigües de coberta seran de PVC.

Escala de gat amb protecció personal i trapa d'accés a coberta per al seu manteniment.

Previsió d'ancoratges a l'estructura per a la futura instal·lació de panells de generació d'energia solar fotovoltaica.

Totes les característiques tècniques d'aquest tipus de plafons es poden trobar en el catàleg que es mostra en l'apartat corresponent de l'Annex C del projecte.

7.6. Paviments

El paviment interior de la Planta Baixa (PB) dels tres establiments industrials consistirà en una solera de 20 cm d'espessor d'alta planimetria (± 7 mm en 2,00 m), de formigó armat amb fibres d'acer HAF-25-50/A/S/20/IIa, amb un contingut de fibra de 50 Kg/m^3 de formigó, i assentada sobre una subbase de 20 cm d'espessor de zahorras naturals. Les fibres d'acer seran del tipus del tipus {HE, 1/50}.

En el taller de la Nau B i en les zones d'emmagatzematge i maniobra de la Nau C s'aplicarà un tractament superficial específic amb resina epòxid, amb espolvorejat de quars, ideal per paviments sotmesos a agents corrosius, i, que a més, en contra dels revestiments autonivellants usuals, presenta un bon comportament front al lliscament, gràcies a l'espolvorejat superficial de quars. Es tindrà en un gruix de 3-4 mm.

Es tracta d'un revestiment llis per paviments de formigó format per un sistema epoxídic bicomponent. Es presenta lliure de dissolvents, pigmentat i amb agregats minerals, obtingut per l'aplicació successiva de capes de morter incolor a base de resines epòxid. S'extindrà a mà mitjançant rodets, amb un rendiment aproximat de $0,30 \text{ kg/m}^2$. L'espolvorejat de quars superficial, de granulometria 1,40 mm, tindrà un rendiment aproximat de $0,60 \text{ kg/m}^2$.



En les zones d'exposició (de mobles o motocicletes), les d'atenció als clients i en les oficines, es realitzarà un tractament previ sobre el formigó fresc de raspallat o estriat, per tal de facilitar el posterior recobrint amb material ceràmic. Aquest revestiment consistirà en un gres porcel·lànic, basat en rajoles de 40x40 cm. La rajola és apte per a l'alt trànsit de persones i elements mòbils, té un acabat polit rectificat, és higiènica i fàcil de netejar, i dóna una resistència al lliscament $R_d=12$ en l'assaig de pèndul (classe 1).

Independentment d'aquests acabats, el paviment de formigó haurà de rebre els tractaments superficials necessaris en la seva disposició.

El paviment de Planta Entresolat (PE) consistirà en un paviment continu de formigó, arremolinat amb helicòpter, i que descansarà sobre el forjat de plaques alveolars.

En les zones d'exposició de mobles i oficines s'opta pel revestiment de gres porcel·lànic, basat en rajoles de 40x40 cm. En les altres zones, destinades a l'aparcament de motocicletes i emmagatzematge, s'aplicarà un tractament superficial específic de resina epòxid amb espolvorejat de quars.

En el perímetre exterior de les naus, inclòs la zona de molls, es disposarà una solera semblant a la dels establiments industrials, però amb unes característiques mecàniques superiors, per tal de suportar el possible trànsit de camions pesats.

Per tant, el paviment exterior estarà format per una solera de 30 cm d'espessor d'alta planimetria (± 7 mm en 2,00 m), de formigó armat amb fibres d'acer HAF-25-60/A/S/20/IIa, amb un contingut de fibra de 60 Kg/m^3 de formigó, i assentada sobre una subbase de 30 cm d'espessor de zahorras naturals. Les fibres d'acer seran del tipus {HE, 1/50}.

Aquesta, a part dels tractaments superficials necessaris per a la seva disposició, rebrà un tractament sobre el formigó endurit de rajada de sorra, específic per a paviments de formigó que es troben a l'intempèrie.

Les característiques descriptives, tècniques, etc, i l'estudi exhaustiu d'aquests tipus de paviments, es troben especificades en l'Annex F del projecte.



7.7. Acabats interiors

Els acabats interiors que es realitzaran en els diferents establiments seran els següents:

- Les parets divisòries interiors estaran realitzades amb bloc buit de formigó de 20 cm de gruix (40x20x20 cm), color gris, rebut amb morter de ciment, i acabat vist per les dues cares.
- Enguixats i arrebossats: Les parets interiors que ho requereixin aniran enguixades amb enguixat reglejat sobre parament vertical interior, fins a 3 m d'alçària. A més de 3 m d'alçària s'utilitzarà el guix YG, acabat lliscat amb guix YF, amb protecció d'aresta amb cantonera d'acer galvanitzat, amb cantell rom de 3 mm, per a un gruix de revestiment de 8 mm.
- Aplacats, enrajolats i folrats: En els serveis de les tres naus, s'utilitzarà enrajolat de parament vertical interior fins al sostre, amb rajola de ceràmica esmaltada mat, color a escollir, de 15x15 cm, col·locades amb morter adhesiu.
- Paviments: En els serveis de les naus, s'utilitzarà paviment antilliscant de rajola de gres, premsat, sense esmaltar, de 24,40x24,40 cm, col·locat a l'estesa amb morter adhesiu.
- Cel rasos: En els serveis de les tres naus es col·locarà cel ras de guix laminat continu tipus "Staff". En les zones d'oficina i d'exposició de les tres naus es muntarà cel ras de plaques tipus "Armstrong", de 60x60 cm, de fibres minerals amb entramat vist.
- No s'aplicaran revestiments en la part interior dels plafons de motlle horitzontals i verticals, que constitueixen el tancament exterior. Tampoc s'aplicaran en les plaques alveolars que formen les parets divisòries. Aquests elements ja venen amb els acabats determinats de fàbrica.



7.8. Adequació de la parcel·la

En el perímetre exterior de les naus, excepte la zona de les façanes principals, es disposarà una vorera d'1,00 m d'ample de formigó polit, delimitada per una vorada prefabricada de formigó.

La solera d'aquestes zones perimetrals serà la descrita en l'Apartat 6.6 d'aquest document.

Si es requereix, subministrament i plantació d'arbrat.

7.9. Tancaments de la parcel·la

El tancament perimetral de la parcel·la es realitzarà amb muret de bloc de formigó fins una cota de 0,40 m per damunt de la vorera o del terreny. Després es col·locarà tela metàl·lica fins arribar a l'alçada de 2,00 m.

El tancament entre els patis dels diferents establiments industrials es realitzarà amb muret de bloc formigó de 2,00 m d'alçada.

Les portes d'accés a la parcel·la seran del tipus corredisses, amb serralleria de tub d'acer, de 2,00 m d'alçada i un gruix de 12 cm.

Els quadres de comptadors estaran integrats dins els brancals de les portes.

Totes les característiques dels elements estructurals i constructius de la nau, que s'han definit en aquest Apartat 7, es podran observar també en l'Annex G del projecte, on queden definits tots els plànols descriptius i d'estructura.



8. Disseny i càlcul de la fonamentació

8.1. Càlcul de la fonamentació

Aquest projecte constarà d'una fonamentació de tipus superficial. Estarà formada per sabates aïllades i contínues, encastades en la capa resistent de terreny. Aquesta és la Unitat A, que es detecta a partir de 0,50 m de profunditat, respecte la superfície de parcel·la.

El disseny de les sabates aïllades estarà ben definit, seguint els paràmetres establerts per "Hormipresa". D'aquesta manera els pilars prefabricats encaixaran en el calze de la sabata, creant una unió d'encastament perfecte de l'element pilar amb el fonament. Així s'estableix la transmissió total del moment flector obtingut en la base de l'estructura cap a la fonamentació.

Les sabates corregudes s'utilitzaran per suportar la càrrega de les parets de tancament exterior i de les parets divisòries.

Així, es tindrà una sabata contínua perimetral que travarà totes les sabates aïllades dels pilars de façana.

8.1.1. Fonament de les parets divisòries

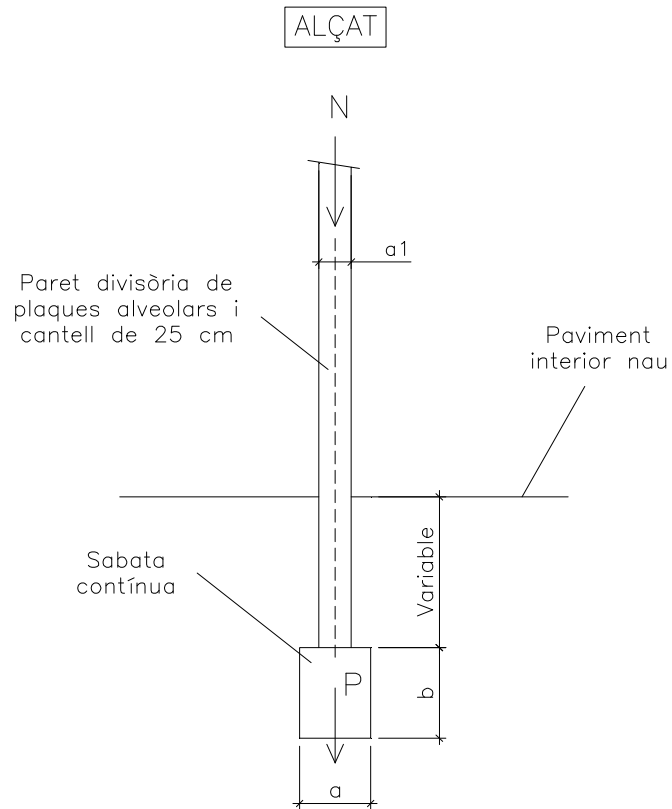
El fonament de les parets divisòries consistirà en una biga de fonamentació contínua. Aquesta està sotmesa a una càrrega centrada provocada pel tancament interior, que separa els diferents establiments industrials de la nau.

Al tractar-se d'un tancament interior, es considera que no estarà exposat a l'acció de les pressions o succions eòliques, ja que en aquest projecte s'han menyspreat les pressions interiors. Per tant, la sabata contínua es dissenyarà i calcularà únicament per a esforços verticals [N+P].

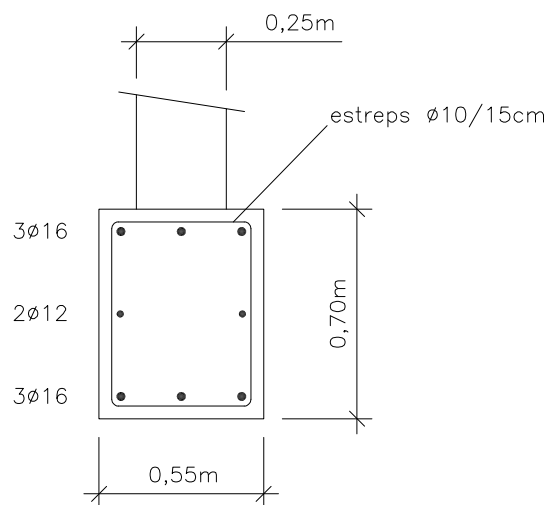


Les seves dimensions són les següents: $a = 0,55 \text{ m}$; $b = 0,70 \text{ m}$; $a_1 = 0,25 \text{ m}$.

Aquesta serà del tipus rígida, ja que $v \leq 2 \cdot h$.



L'armat consistirà en 6 barres $\varnothing 16$, disposades longitudinalment. A més, s'utilitzaran 2 barres $\varnothing 12$ disposades en la part central, degut al cantell elevat de la sabata ($h=0,70\text{m}$). Totes elles d'acer B-500-S. Quedaran situades tal com es mostra a continuació:



8.1.2. Fonamentació del tancament de façanes

La fonamentació del tancament exterior consistirà en una sabata contínua.

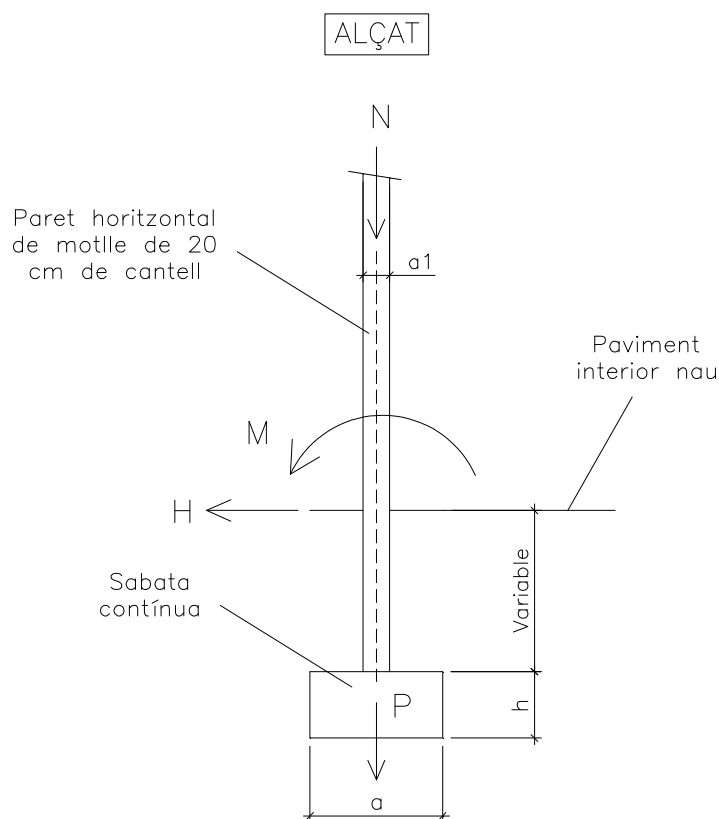
Aquesta sabata contínua es dissenyarà i calcularà per a suportar la càrrega centrada provocada pel tancament, i el moment flector provocat per l'acció del vent sobre els plafons.

Segons s'ha considerat, al ser un tancament del tipus horitzontal, l'efecte de la pressió del vent es transmetrà mitjançant una càrrega lineal al llarg de tota l'alçada del pilar, calculada a través de la superfície tributària, i provocant un moment flector i un esforç tallant en la seva base. Aquestes accions es resoldran amb les sabates aïllades.

Aleshores, per al càlcul de la sabata contínua es consideraran els efectes locals provocats per l'acció del vent. És a dir, la succió que provoca aquest sobre els plafons de tancament.

Les dimensions de la sabata són les següents: $a = 1,00$ m; $h = 0,50$ m; $a_1 = 0,20$ m.

Aquesta serà una llosa de fonament rígida, ja que $v \leq 2 \cdot h$.

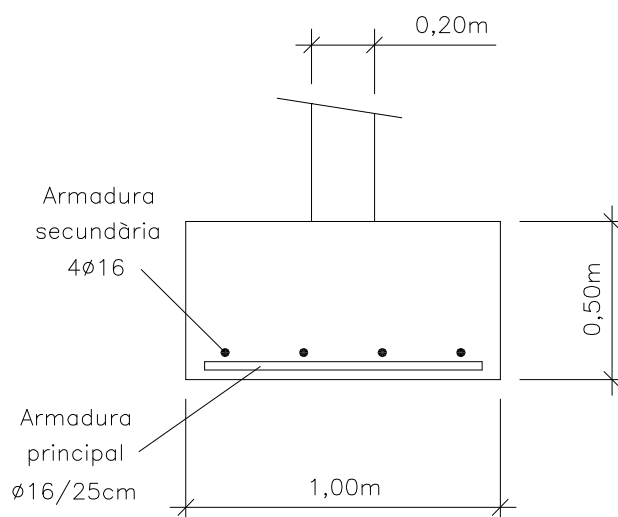


Per tal d'evitar els problemes de ruptura fràgil i retracció, s'adoptarà un armat principal format per barres de $\varnothing 16$ a 25 cm, de manera que es disposen unes 4 barres per metre lineal d'acer B-500-S.

L'armadura longitudinal (secundària, paral·lela al mur) també estarà formada per barres de $\varnothing 16$ a 25 cm. Aquesta es situarà sobre la principal, per tal de no perdre cantell.

No serà necessari ancorar l'armadura. Per tant, aquesta es col·locarà de costat a costat del fonament, en tot l'ample [a].

D'aquesta forma, l'armat de la sabata contínua quedarà disposat de la forma següent:



8.1.3. Sabates aïllades

Són aquelles sobre les que hi carrega un sol pilar, o, també, dos pilars contigus separats per una paret divisòria.

Les sabates aïllades de la nau tindran un cantell d'1,20 m, ja que han d'estar dissenyades segons els paràmetres marcats per "Hormipresa", tal com s'ha comentat anteriorment. Així es crearà una unió d'encastament perfecte de l'element pilar amb el fonament, assegurant la transmissió total del moment flector obtingut en la base de l'estructura cap a la fonamentació.



Tot seguit s'observen els detalls i les característiques d'aquesta unió entre pilar prefabricat i sabata aïllada (Fig.3, Fig.4 i Fig.5).

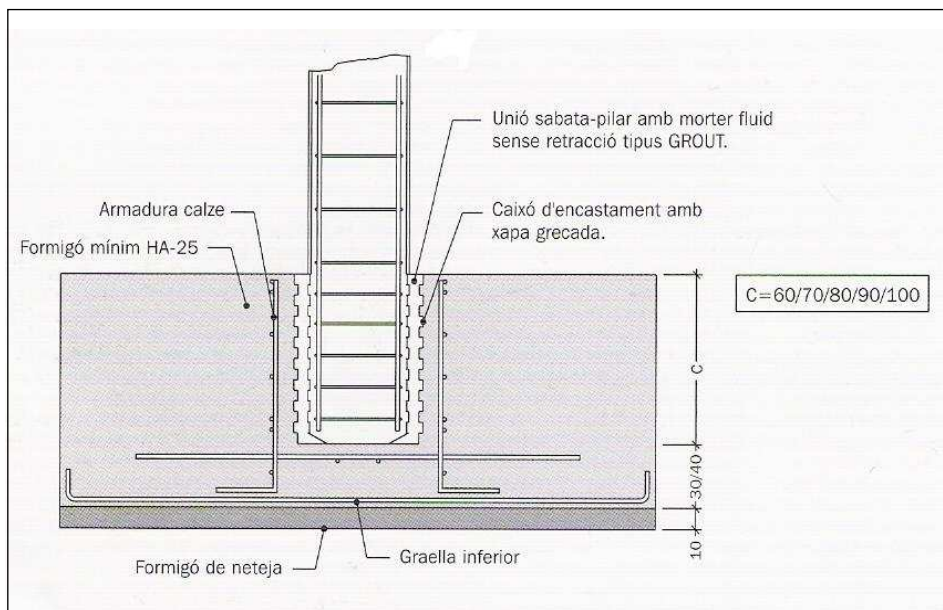


Fig. 3 - Armat tipus de la connexió del pilar prefabricat amb la sabata – C = 0,80 m

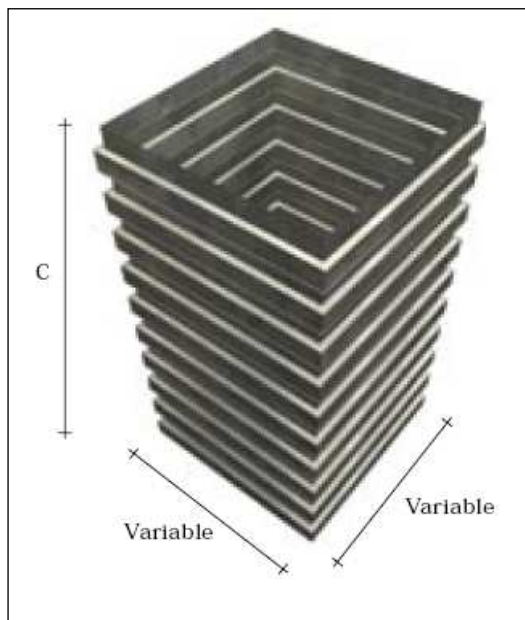
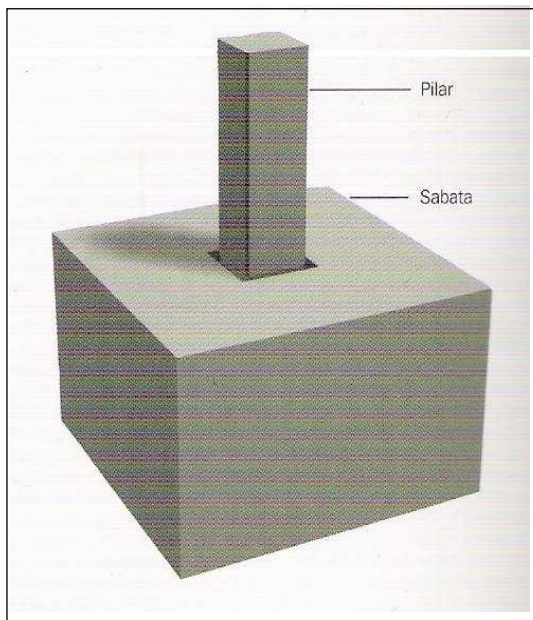


Fig. 4 i Fig.5 - Representació del conjunt, i caixó d'encastament de xapa grecada per la formació del calze.



Per tant, les sabates aïllades seran del tipus rígides, ja que el vol [v] (en ambdues direccions) $\leq 2 \cdot h = 2,40$ m.

Aquest sistema permet realitzar el càlcul de les sabates de forma tradicional.

A continuació es presenta una taula resum amb les dimensions de les sabates de tots els Grups de Fonamentació (GF) que s'han definit en l'Annex D del projecte:

GF	PILARS	CÀRREGUES APLICADES	a [m]	b [m]	h [m]
1	P1 i P12	H=28,07 kN N=557,19 kN M=134,41 kN·m	2,40	2,40	1,20
2	P2 – P5 i P8 – P11	H=58,04 kN N=1.047,08 kN M=294,68 kN·m	3,10	3,10	1,20
3	P6+P7	H=44,96 kN N=1.152,32 kN M=230,00 kN·m	3,10	3,10	1,20
4	P13 i P16 P14 i P15	H=8,16 kN N=651,43 kN M=54,26 kN·m	2,15 2,00	2,15 2,00	1,20 1,20
5	P40 – P41	H=8,50 kN N=535,75 kN M=56,45 kN·m	1,90	1,90	1,20



6	P44 – P47	H=16,60 kN N=776,66 kN M=95,30 kN·m	2,40	2,40	1,20
7	P17+P29 i P28+P39	H=25,42 kN N=1.231,78 kN M=125,66 kN·m	2,90	2,90	1,20
8	P18+P30 – P21+P33 i P24+P35 – P27+P38	H=56,07 kN N=2.864,93 kN M=292,91 kN·m	4,10	4,10	1,20
9	P22+P23+P34	H=43,12 kN N=2.974,20 kN M=276,60 kN·m	4,20	4,20	1,20
10	P42 i P43	H=17,25 kN N=147,93 kN M=101,44 kN·m	2,40	2,40	1,20
11	P48 i P58	H=20,83 kN N=1.044,61 kN M=106,33 kN·m	2,80	2,80	1,20
12	P49 – P57	H=50,40 kN N=1.880,22 kN M=288,50 kN·m	3,60	3,60	1,20



Totes les sabates aïllades d'aquesta fonamentació tenen el mateix cantell ($h=1,20$ m). Així que, realitzant els càlculs d'armadura mínima per ruptura fràgil i d'armadura mínima per retracció i variacions tèrmiques, s'obté que en totes les sabates es disposarà el mateix armat mínim.

Segons aquests criteris, s'adoptarà un engraellat de $\varnothing 20$ a 15 cm, de manera que es disposen unes 6 barres per metre lineal d'acer B-500-S.

Aquest fet permet facilitar la posta en obra i evitar equivocacions a l'hora d'armar.

A part, no serà necessari ancorar l'armadura en cap sabata aïllada. Per tant, aquesta es col·locarà de costat a costat del fonament, en tot l'ample [a] i [b].

8.1.4. Requeriments generals de la fonamentació

El tipus de formigó utilitzat en aquesta fonamentació serà el HA-25/B/20/IIa.

Aquesta etiqueta indica que el formigó serà armat; de resistència característica $f_{ck} = 25$ N/mm²; amb una consistència Tova (B); format per un granulat amb una grandària màxima de 20 mm; i la classe d'exposició serà un ambient IIa, segons "l'EHE-08".

L'ambient IIa implica una màxima relació a/c de 0,60 i un mínim contingut de ciment de 275 Kg/m³.

El [r_{\min}] (recobriment mínim) de tota la fonamentació serà de 3,50 cm, per un ambient de classe IIa.

S'utilitzaran pous de fonamentació per resoldre la continuïtat de les sabates del tancament exterior i de les parets divisòries, quan aquestes es troben amb sabates aïllades a diferents cotes, degut al pendent de la parcel·la. Hi hauran tres sabates aïllades amb la necessitat de realitzar pous de fonamentació:

- Sabata del pilar P2: Pou de fonamentació de 0,50 m (inclòs l'encastament en l'estrat resistent).
- Sabata dels pilars P20+P32: Pou de fonamentació de 0,70 m (inclòs l'encastament en l'estrat resistent).



- Sabata del pilar P54: Pou de fonamentació de 0,50 m (inclòs l'encastament en l'estrat resistent).

Per últim, sota les sabates es disposarà una capa de neteja d'uns 10 cm de formigó pobre de subbase, amb una resistència característica $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$.

D'aquesta forma es compleixen totes les recomanacions constructives que s'han exposat al llarg d'aquest document.

Tots els càlculs i exposicions teòriques sobre la fonamentació de la nau es poden trobar en l'Annex D d'aquest projecte.

A més, en l'Annex G queden definits els plànols de fonamentació i situació de pilars.



9. Estudi del moviment de terres

Retirada de la capa de terra superficial, amb un gruix de 0,50 m.

Aportació de terres i compactació fins a la cota necessària, definida en els plànols descriptius i estructurals de l'Annex G.

Formació dels talussos perimetrals i rases de drenatge.

Rases per a la fonamentació.

Rases per al sanejament.

En aquest capítol es consideren:

- Excavació de rases, entre els 0,60m i 0,80 m de fondària, en terreny fluix, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica sobre camió. Inclou reblert de rasa amb terres reservades.
- Excavació de pous, entre els 1,30m i 1,90 m de fondària, en terreny fluix, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica sobre camió.
- Transport de terres a l'abocador, carregat amb mitjans mecànics i temps d'espera per a la càrrega, amb camió de 12 Tn, amb un recorregut de fins a 25 km.
- Subministrament de terra adequada d'aportació.
- Estesa de graves, en tongades de 25 cm, com a màxim.
- Terraplenat mecànic amb terres adequades, en tongades de fins a 25 cm, amb una compactació al 95% de l'assaig PROCTOR modificat.

Segons l'estudi geotècnic, es possible la presència erràtica d'aigua durant l'execució dels treballs. Aquesta aigua forma part d'escorrenties superficials molt localitzades i no ha de significar inconvenient significatiu per l'avançament de l'obra.

El volum total de terres a extreure és de 1.289,64 m³, amb reposició gairebé total a l'obra, essent el volum de 70 m³ a transportar a l'abocador autoritzat.



10. Criteris mediambientals aplicats a la redacció del projecte

En aquest apartat s'especifiquen els criteris mediambientals que s'han valorat a l'hora de dissenyar i calcular l'estructura del present projecte.

Cada vegada més, el desenvolupament sostenible s'ha convertit en un repte clau en el camp de la construcció. Per aquest motiu s'ha d'intentar trobar la solució més econòmica i amb una menor repercussió mediambiental, i que s'adapti a tots els criteris constructius.

El disseny de la nau és el pas més important del projecte. En aquest punt intervenen les premisses i les restriccions normatives de tot tipus. A partir d'una correcta interpretació d'aquestes, i amb l'aplicació de l'enginy en el disseny de tots els elements que formen la construcció, es pot minimitzar el seu cost final i el seu impacte mediambiental.

L'òptim disseny no només afectarà en l'etapa constructiva, si no que també repercutirà de forma positiva o negativa en tota la vida útil, i també en l'enderroc.

Un apartat que implica un important estalvi energètic, amb les evidents conseqüències, és la il·luminació natural. En aquest projecte s'ha primat aquest aspecte, ja que el 18% de la coberta està formada per lluernes, i les façanes també gaudeixen d'àmplies obertures:

FAÇANA	SUPERFÍCIE DE LA FAÇANA [m ²]	SUPERFÍCIE D'OBERTURES [m ²]
C/ de Copènic	305,10	76,30 (25%)
Ctra. d'Igualada	305,10	76,30 (25%)
Nord	813,60	69,15 (8,50%)
Sud	813,60	227,80 (28%)

Tots aquests valors estan per sobre del mínim estipulat per normativa, provocant una bona il·luminació natural en tots els espais de la nau.



Un tant per cent d'aquetes obertures, a part dels exutoris, també estan destinades a la ventilació natural.

A més, la coberta tipus "sandvitx" utilitzada, formada per plafons de xapa d'acer, en l'interior dels quals es situarà llana de roca i aire, presenta un molt bon aïllament tèrmic. La llana de roca és un material que prové del reciclatge de productes siderúrgics. Factor que implica un altre avantatge mediambiental.

Tots aquests aspectes produeixen una eficiència energètica durant la vida útil de la construcció, a part del conseqüent augment de la sensació de benestar de les persones que s'hi troben en el seu interior.

També s'ha posat especial atenció en el procés de disseny i càlcul estructural, per tal d'utilitzar els elements de formigó prefabricat que millor s'ajusten a la combinació d'accions considerada. Posant sempre per davant els criteris de seguretat.

L'estudi exhaustiu i detallat per tal de trobar la solució estructural que minimitza el volum de formigó utilitzat, i també la quantia d'armadura activa i passiva, permet una reducció del cost total de l'estructura, i conseqüentment, una menor repercussió mediambiental.

Aquest procés es repeteix en el disseny i càlcul de la fonamentació, minimitzant també el volum de moviment de terres.

A més, s'ha preparat l'estructura de la nau per a la possible instal·lació de panells de generació d'energia solar fotovoltaica.

També s'ha previst la instal·lació de diferents dipòsits de recollida d'aigües pluvials per a la seva reutilització.

A part de tot això, a continuació s'exposen algunes raons tècniques sobre els elements de formigó prefabricat, que provoquen una minimització del cost final i de l'impacte mediambiental de la construcció:

- La fabricació d'elements de formigó prefabricat es tracta d'un procés totalment industrialitzat, permetent una producció eficient, controlada i estandarditzada.



- A més, en aquest procés s'utilitza aigua freàtica. Així, s'evita el malgastament d'aigua procedent de la xarxa pública que s'empraria en el curat del formigó en obra.
- En fase de disseny, el formigó prefabricat afavoreix la previsió, anticipació i adaptació a les situacions posteriors en obra. La producció en fàbrica permet, a part d'estandarditzar els processos, especialitzar i qualificar la mà d'obra, augmentant els estàndards de qualitat i seguretat.
- El muntatge en obra dels elements prefabricats és ràpid, ja que els materials arriben preparats de fàbrica per a la seva col·locació. Això fa que el termini d'obres es redueixi notablement.
- La fabricació i l'apilament en instal·lacions industrials permet programar el subministrament mentre es condiciona el terreny. Una vegada en obra, s'eliminen les esperes per a enduriment, factor que permet simultaniejar diverses activitats o muntatges.
- El control de les dosificacions permet optimitzar les propietats de cada material i adaptar el disseny als requeriments de cada projecte.
- El Formigó Pretesat (HP) permet majors llums i redueix el pes dels elements, el que es tradueix en estructures més senzilles i costos optimitzats.
- L'excel·lent resposta del formigó davant el foc, amb valors RF de fins a 240, evita els processos ignífugs, d'aplicació obligatòria en altres materials. Així es redueix el cost de construcció i s'augmenta la seguretat de les instal·lacions. Utilitzant el prefabricat de formigó, el client es beneficia amb un menor cost en assegurances d'incendis i una major taxació bancària.
- És un material sostenible amb el medi ambient, ja que en el seu procés de fabricació es reutilitzen els residus. Aquest procés és industrialitzat i controlat, i, per tant, té com a conseqüència el major aprofitament de les matèries i de l'energia emprades. També permet optimitzar el dimensionament de les peces, o millorar la resistència al foc sense tractaments químics, reduint tant els costos com l'impacte ambiental.



- També es pot reciclar el prefabricat de formigó per posteriors usos. A més, els seus elements no emeten components tòxics i, fins i tot, redueix el CO₂ de l'atmosfera gràcies a un producte de la superfície de l'estructura que atrapa les partícules i les allibera a l'atmosfera amb la pluja, un cop ja no existeix cap efecte nociu.
- D'altra banda, s'ha demostrat que la massa tèrmica del formigó contribueix a una major eficiència energètica reduint el consum i el cost en climatització.
- Els elements de formigó prefabricats es mantenen intactes al llarg del temps, sense necessitat de ser sotmesos a tractaments per protegir-los d'efectes externs. De fet, a mesura que passen els anys el material es torna més resistent, ja que, a més, no presenta deformacions produïdes per dilatacions tèrmiques. Si es desitja fer una ampliació a partir d'una infraestructura ja construïda, és pot realitzar fàcilment i sense afectar la sòlida estructura que el caracteritza.
- Encara així, la vida útil de qualsevol edifici o estructura no és il·limitada. Independentment de com es duguin a terme, les demolicions produeixen soroll, pols, contaminació i altres efectes perjudicials pel medi ambient. Aquests problemes s'eviten, en major grau, amb les construccions de formigó prefabricat, ja que es desmunten de manera fàcil, segura i neta, i, a més, permeten realitzar un enderroc selectiu.

El prefabricat de formigó és una opció ecològica, segura, tecnològicament avançada, resistent i de qualitat, característiques indispensables per la construcció amb formigó del futur.



11. Pressupost

El pressupost establert per la feina realitzada per Adrià Martínez Bohé serà el següent:

S'estableix un cost de 60 €/hora. Amb un total de 672 hores, el pressupost d'execució material per la realització del projecte de la nau industrial de formigó prefabricat, del c/ Copèrnic, núm. 34, del municipi de Piera (comarca de l'Anoia), serà de:

$$60 \text{ €/hora} \times 672 \text{ hores} = 40.320 \text{ €}$$

En aquest pressupost s'inclou l'amortització de les despeses següents:

CONCEPTE	COST PER HORA (€/h)	HORES EMPLEADES (h)	COST TOTAL (€)
Sou delineant	10	350	3.500
Sou mecanògraf	10	450	4.500
Lloguer oficina + despeses (llum, aigua, telèfon, Internet, etc)	8,50	1.000	8.500
Ordinadors	0,65	1.000	650
Llicència AutoCAD 2008	0,10	350	35
Llicència Office 2007	0,07	500	35
Formació complementària			4.200

En la formació complementària de l'Enginyer s'ha considerat el postgrau de Disseny i Càlcul Estructural realitzat a la Fundació UPC.



“ESTRUWIN 3D” és un programa desenvolupat per l'ETSEIB i d'accés lliure per als seus estudiants i persones vinculades. Així que no és necessària una llicència. Per tant el preu imputat és nul.

Tampoc es considera l'amortització del material d'oficina, de la impressora o de l'escàner. La proporció d'ús d'aquests elements produiria un cost menyspreable.

A continuació es detalla el pressupost d'execució per contracte:

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	40.320,00 €
13,00% Despeses Generals sobre 40.320,00 €.....	5.241,60 €
6,00% Benefici Industrial sobre 40.320,00 €.....	2.419,20 €
SUBTOTAL	47.980,80 €
16,00% IVA sobre 47.980,80 €	7.676,93 €
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE	55.657,73 €



12. Conclusions

Una de les principals conclusions que s'han extret de la redacció d'aquest projecte ha estat les avantatges que presenta la construcció amb elements de formigó prefabricat, respecte el formigonat in-situ. D'aquesta manera es redueix el cost total de l'obra, els temps d'execució i, per tant, l'impacte ambiental de la construcció.

Una altra conclusió positiva seria la utilització d'un paviment de formigó reforçat amb fibres, ja que presenta mots aspectes favorables respecte els que utilitzen les malles d'acer. Amb aquest tipus de paviment industrial es facilita la posta en obra i es milloren les propietats mecàniques, havent d'utilitzar una menor quantitat de materials. Aspecte que també és favorable pel cost econòmic de l'obra i pel medi ambient.

Per últim, esmentar la importància de dedicar temps i esforç a realitzar un bon disseny inicial de la nau, ja que això repercutirà al llarg de tot el procés de construcció i, també, durant la vida útil de l'edifici.

En relació amb aquesta darrera puntualització, l'estudi contra incendi de la nau industrial permetrà establir un correcte disseny, i uns principis de seguretat molt importants per a la funcionalitat dels establiments.



13. Agraïments

Aquest apartat va destinat sobretot a la meva família, ja que he passat més temps de l'habitual a casa, i quan a això s'afegeix la redacció d'un Projecte Final de Carrera, es pot dir que el teu estat d'ànim ha passat per moments de més bon humor, de menor irritabilitat, i de major predisposició a fer qualsevol cosa.

També m'agradaria agrair la direcció del professor Frederic Marimon Carvajal, ja que la realització del PFC ha estat un procés molt llarg, passant per temporades de desmotivació, que afortunadament es van saber redreçar.

Per últim, esmentar als senyors Manuel López i Ivan Carvajal, dels Departaments Comercials d'Hormipresa i Pujol, respectivament, que va dedicar part del seu temps a explicar-me el funcionament i les característiques dels seus productes de formigó prefabricat.



14. Bibliografia

14.1. Referències bibliogràfiques

- ASOCIACIÓN CIENTIFICO-TÈCNICA DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL (ACHE), *Manual de tecnología del hormigón reforzado con fibras de acero*, gener de 2.002.
- CARLOS JOFRÉ IBAÑEZ I JULIO JOSÉ VAQUERO GARCÍA, *Manual de pavimentos industriales*, Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), any 2.000.
- CEB BULLETINS INFORMATION, *Buclding & Inestability*, butlletí 103, any 1.978.
- COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN (CEN), *EuroCódigo 2 (EC-2): Proyecto de estructuras de hormigón*.
- J. G. MACGREGOR, J. E. BREEN, I E. O. PFRANG, *Design of slender columns*, *Journal ACI*, Vol. 67, núm. 1, gener de 1.970, pàg. 6-28.
- JORDI MARISTANY, *Pandeo de estructuras de Hormigón Armado. Ábacos*, any 1.997.
- JOSÉ CALAVERA RUIZ, *Cálculo de Estructuras de Cimentación*, Editorial INTEMAC, 4a edició, any 2.000.
- JUAN J. ARENAS DE PABLO, *Cálculo de soportes de Hormigón Armado en teoría de 2º orden*, Editorial Técnicos Asociados, S. A., any 1.980.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Norma Básica de la Edificación NBE-AE/88, sobre Acciones en la Edificación*, aprovada pel “Real Decreto 1370/1988”, de 25 de juliol.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Norma Básica de la Edificación (NBE-CPI/96), sobre Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios*, aprovada pel “Real Decreto 2177/1996”, de 4 d’octubre.



- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE, *Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y Edificación (NCSE-02)*, aprovada pel “Real Decreto 997/2002”, de 27 de setembre.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSIEI)*, aprovat pel “Real Decreto 2267/2004”, de 3 de desembre.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, aprovat pel “Real Decreto 314/2006”, de 17 de març.
- MINISTERIO DE FOMENTO, *Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)*, aprovada pel “Real Decreto 1247/2008”, de 18 de juliol.
- P. J. MONTOYA, A. G. MESEGUER, F. MORÁN, *Hormigón Armado*, Editorial Gustavo Gili S.L., 14a edición, any 2.000.

14.2. Bibliografia complementària

- En la redacció d'aquest projecte he utilitzat gran part del material que em va ser lliurat en el Postgrau de Disseny i Anàlisi Estructural Avançats, de la Fundació UPC, que vaig realitzar el curs 2.007-2.008. He utilitzat material d'aquests dos mòduls:
 - Càlcul i Disseny d'Estructures Metàl·liques segons la Normativa “Eurocodi-3” i el “Codi Tècnic de l'Edificació SE-A” (Professor Frederic Marimon Carvajal).
 - Càlcul i Disseny d'Estructures de Formigó segons la Normativa Espanyola “EHE”. Paral·lelisme amb “l'Eurocodi-2” (Professor Joan Bisbal Serra).
- Com a suport de càlcul he utilitzat el programa informàtic ESTRUWIN 3D, desenvolupat des del Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), 20 d'abril de 2.007).



- A més, he obtingut molta informació de la xarxa. La recerca s'ha centrat en l'obtenció de catàlegs de diferents empreses per tal de completar la descripció del projecte. Aquestes són algunes de les pàgines web que he visitat:
 - HORMIPRESA, *Catàleg dels elements estructurals de formigó prefabricat*, 2.008.
[\[http://www.hormipresa.com/es/index.asp\]](http://www.hormipresa.com/es/index.asp), novembre de 2.008]
 - ACIEROID, *Informació tècnica sobre els perfils de tancament de coberta*, 2.008.
[\[http://www.acieroid.es/\]](http://www.acieroid.es/), novembre de 2.008]
 - SUMAIR VENTILACIÓN, *Informació tècnica sobre exutoris*, 2.008.
[\[http://www.ventilacion.com/evacuacion_humos/exutorios.html\]](http://www.ventilacion.com/evacuacion_humos/exutorios.html), novembre de 2.008]
 - PRODEIN, *Informació tècnica sobre serveis i instal·lacions contra incendi*, 2.008.
[\[http://www.prodeincendio.com/\]](http://www.prodeincendio.com/), novembre de 2.008]
 - VIKING, *Informació tècnica sobre ruixadors automàtics*, 2.008.
[\[http://www.vikingspain.com/\]](http://www.vikingspain.com/), novembre de 2.008]
 - CHUBB PARISI A UTC FIRE & SECURITY COMPANY, *Informació tècnica sobre detectors termovelocimètrics*, 2.009.
[\[http://www.parsi-pci.com/\]](http://www.parsi-pci.com/), febrer de 2.009]
 - TREFILARBED-ARCELOR GROUP, *Informació tècnica sobre fibres d'acer per al reforç de paviments industrials*, 2.009.
[\[http://www.trefilarbed.com/\]](http://www.trefilarbed.com/), març de 2.009]
 - GRUPO COPSA, *Informació tècnica sobre morters especials i productes químics per a la construcció de paviments industrials*, 2.009.
[\[http://www.copsa.com/\]](http://www.copsa.com/), març de 2.009]



- CRAWFORD COMBURSA, *Informació tècnica sobre portes industrials del tipus seccionals, i processos d'accés i d'automatització*, 2.009.

[<http://www.crawfordcombursa.com/Pages/default.aspx>, abril de 2.009]

- Esmentar que en la meua recerca he trobat informació d'interès, sobre els paviments de formigó reforçats amb fibres d'acer, en el portal d'accés obert al coneixement de la UPC:

- JOSÉ MARÍA VILLAVERDE GONZÁLEZ, HUGO MORENO MORENO, *Disseny, construcció i manteniment de paviments industrials de formigó armats amb fibres d'acer*, UPC, ETSEIB, abril de 2.008.

[<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5027>, març de 2.009]

- Per últim, també he trobat informació d'interès sobre els paviments de formigó reforçats amb fibres d'acer en el següent link de la xarxa:

- DAVID MARTÍNEZ PONCE, *Hormigón de altas prestaciones. Hormigón con fibras.*

[<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/07/11/10.%20-20Hormigon%20con%20fibras.pdf>, març de 2.009]

