



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

ESEIAAT
Treball final de Grau

Disseny i implantació d'una instal·lació industrial

Memòria del projecte

Realitzat per:

Lluís Sala Masana
Curs 2019-2020
Quadrimestre de tardor
Grau en Tecnologies Industrials

Director:

Antoni Serra Monte

15 de Gener de 2020



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Titulació:

Grau en Tecnologies Industrials

Alumne (nom i cognoms):

Lluís Sala Masana

Enunciat TFG / TFM:

Disseny i implantació d'una instal·lació industrial

Director/a del TFG / TFM:

Antoni Serra Monte

Codirector/a del TFG / TFM:

Convocatòria de lliurament del TFG / TFM:

Quadrimestre de tardor, convocatòria de Gener



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

TAULA DE CONTINGUTS

Declaració d'honor	i
Agraïments	ii
Llistat de taules	iii
Llistat de figures	vi
Acrònims i abreviatures	viii
Resum	ix
Abstract	ix
1 Propòsit del document	1
2 Introducció	1
2.1 Objecte del projecte	1
2.2 Justificació del projecte	1
2.3 Abast del projecte	3
2.4 Especificacions bàsiques del projecte	4
3 Programes utilitzats	5
4 Disseny de la nau	12
4.1 Ubicació	12
4.2 Distribució i Superfícies	13
4.3 Estructura	18
4.3.1 Pilars	18
4.3.2 Sabates	19
4.3.3 Façanes	20
4.3.4 Tancaments interiors	21
4.3.5 Forjats	23



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

4.3.6	Portes i finestres	24
4.4	Espais exteriors	24
4.5	Estudi de seguretat i salut	26
5	Instal·lacions: Contra Incendis	28
5.1	Sectors i Càrregues de foc	28
5.2	Ocupació per zones	36
5.3	Recorreguts d'evacuació	38
5.4	Instal·lacions a col·locar	41
5.5	Quadre resum	44
6	Instal·lacions: Baixa Tensió	46
6.1	Il·luminació	46
6.2	Potències per quadre	48
6.3	Fórmules de càlcul	53
6.4	Interruptors utilitzats	54
6.5	Cablejat i conductes	58
6.6	Resum de la instal·lació	59
7	Instal·lacions: Climatització i Ventilació	61
7.1	Horari de funcionament	61
7.2	Condicions de les zones i càrregues tèrmiques	62
7.3	Maquinària utilitzada	63
7.4	Instal·lacions a col·locar	66
8	Instal·lacions: Fontaneria i Sanejament	69
8.1	Fontaneria d'aigua potable	69
8.2	Desaigües	71
9	Instal·lacions: Intrusió i CCTV	73



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

10 Instal·lacions: Solar Fotovoltaica	75
10.1 Consum d'aigua calenta	75
10.2 Energia necessària	77
10.3 Radiació solar	78
10.4 Instal·lació final	80
11 Amidaments i Pressupost	82
11.1 Amidaments de les instal·lacions	82
11.2 Pressupost tècnic	83
12 Conclusions i Futurs Projectes	84
13 Bibliografia	86



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

DECLARACIÓ D'HONOR

I declare that,

the work in this Master Thesis / Degree Thesis (*choose one*) is completely my own work,

no part of this Master Thesis / Degree Thesis (*choose one*) is taken from other people's work without giving them credit,

all references have been clearly cited,

I'm authorised to make use of the company's / research group (*choose one*) related information I'm providing in this document (*select when it applies*).

I understand that an infringement of this declaration leaves me subject to the foreseen disciplinary actions by *The Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTECH*.

Lluís Sala Masana

15/01/2020

Student Name

Signature

Date

Title of the Thesis : **Disseny i implantació d'una instal·lació industrial**



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

AGRAÏMENTS

En primer lloc agrair als meus pares, al meu germà i a tota la família per donar-me la estima i el suport necessari sempre que era necessari, a més de comprendre i ajudar a superar els moments difícils que ha comportat la realització d'aquest treball.

També agrair als amics i als companys de la universitat i extra universitaris pel seu interès i suport durant tot el la realització del projecte.

I finalment, a en Antoni Serra Monte, arquitecte i tutor del treball de final de grau, per a la seva ajuda durant la realització d'aquest resolent els diferents dubtes que anaven sorgint i la correcció dels errors comesos en el transcurs del treball.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

LLISTAT DE TAULES

Taula 1: Superfícies de la planta baixa nau. (Font pròpia)	16
Taula 2: Superfícies de la planta baixa oficines. (Font pròpia)	17
Taula 3: Superfícies de la planta primera oficines. (Font pròpia)	17
Taula 4: Superfícies de la planta coberta. (Font pròpia).....	17
Taula 5: Superfícies dels sectors d'incendis. (Font pròpia)	29
Taula 6: Nivell de risc intrínsec del sector d'incendi. (Gobierno de España, 2004)	30
Taula 7: Densitat de càrrega segons el ús previst. (Ministerio de Fomento, 2010)	30
Taula 8: Estabilitat al foc dels elements estructurals (RSCIEI). (Gobierno de España, 2004).....	31
Taula 9: Estabilitat al foc dels elements estructurals (CTE). (Ministerio de Fomento, 2010).....	31
Taula 10: Càrrega de foc del sector 1. (Font pròpia).....	32
Taula 11: Càrrega de foc del sector 2. (Font pròpia).....	33
Taula 12: Càrrega de foc del sector 3. (Font pròpia).....	33
Taula 13: Taula de locals de risc especial. (Ministerio de Fomento, 2010)	35
Taula 14: Ocupació dels espais segons el CTE. (Ministerio de Fomento, 2010)	36
Taula 15: Ocupació en els sectors de la nau. (Font pròpia)	37
Taula 16: Ocupació del sector 4 Oficines. Font pròpia.....	37



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Taula 17: Ocupació del sector 5 Vestíbul. (Font pròpia)	38
Taula 18: Ocupació del sector 6 Arxiu. (Font pròpia)	38
Taula 19: Ocupació total. (Font pròpia)	38
Taula 20: Longituds d'evacuació en zones no industrials. (Ministerio de Fomento, 2010)	39
Taula 21: Longitud d'evacuació en sectors de risc especial: (Ministerio de Fomento, 2010)	40
Taula 22: Longituds d'evacuació en naus. (Gobierno de España, 2004)	40
Taula 23: Recorreguts d'evacuació de la distribució parcial. (Font pròpia)	40
Taula 24: Recorreguts d'evacuació finals. (Font pròpia)	41
Taula 25: Taula resum de la instal·lació contra incendis. (Font pròpia)	44
Taula 26: Lluminares escollides a col·locar. (Font pròpia)	47
Taula 27: Sistemes d'encesa de les lluminares. (Font pròpia)	47
Taula 28: Línies i potències del quadre general. (Font pròpia)	49
Taula 29: Línies i potències del subquadre nau 1. (Font pròpia)	49
Taula 30: Línies i potències del subquadre nau 2. (Font pròpia)	50
Taula 31: Línies i potències del subquadre nau 3. (Font pròpia)	50
Taula 32: Línies i potències del subquadre planta baixa. (Font pròpia)	51
Taula 33: Línies i potències del subquadre planta primera. (Font pròpia)	52
Taula 34: Potències de cada quadre. (Font pròpia)	52
Taula 35: Interruptors de protecció del quadre general. (Font pròpia)	54



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Taula 36: Interruptors de protecció del subquadre nau 1. (Font pròpia).....	55
Taula 37: Interruptors de protecció del subquadre nau 2. (Font pròpia).....	55
Taula 38: Interruptors de protecció del subquadre nau 3. (Font pròpia).....	56
Taula 39: Interruptors de protecció del subquadre planta baixa. (Font pròpia)	56
Taula 40: Interruptors de protecció del subquadre planta primera. (Font pròpia)	57
Taula 41: Interruptors de protecció a col·locar. (Font pròpia).....	57
Taula 42: Zones a climatitzar i horari. (Font pròpia)	61
Taula 43: Percentatge de càrrega per a cada hora solar. (Font pròpia).....	62
Taula 44: Càrregues tèrmiques de cada zona. (Font pròpia)	63
Taula 45: Maquinària escollida per a cada zona. (Font pròpia).....	65
Taula 46: Instal·lació de climatització i ventilació de cada zona. (Font pròpia)	67
Taula 47: Punts de sortida d'aigua sanitària. (Font pròpia)	69
Taula 48: Dispositius de la instal·lació d'intrussió i CCTV. (Font pròpia).....	74
Taula 49: Demanda d'ACS segons la Ordenança Municipal. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.).....	75
Taula 50: Demanda d'ACS segons el CTE-DB-HE. (Ministerio de Fomento, 2017)	76
Taula 51: Consum d'ACS al dia. (Font pròpia)	76
Taula 52: Calor necessària al mes. (Font pròpia).....	78
Taula 53: Radiació solar incident de cada mes del any. (Font pròpia)	79
Taula 54: Requeriment de cobertura solar. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.) .	81

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

LLISTAT DE FIGURES

Figura 1: Logotip de l'empresa sol·licitant. (Fonts pròpia)	2
Figura 2: Captura de pantalla del programa Arquímedes. (Font pròpia)	5
Figura 3: Captura de pantalla del programa CLwin. (Font pròpia).....	6
Figura 4: Captura de pantalla del programa Cypelec REBT. (Font pròpia)	7
Figura 5: Captura de pantalla del programa Cypecad MEP. (Font pròpia).....	8
Figura 6: Captura de pantalla del programa DAwin. (Font pròpia)	9
Figura 7: Captura de pantalla del programa DIALux. (Font pròpia)	10
Figura 8: Captura de pantalla del programa Microstation. (Font pròpia)	11
Figura 9: Mapa del emplaçament de la parcel·la. (Google, 2019).....	12
Figura 10: Distribució inicial planta baixa. (Font pròpia).....	13
Figura 11: Segona distribució planta baixa. (Font pròpia)	14
Figura 12: Distribució final planta baixa. (Font pròpia)	15
Figura 13: Distribució final planta primera. (Font pròpia).....	15
Figura 14: Distribució final coberta. (Font pròpia).....	16
Figura 15: Seccions dels pilars utilitzats. (Font pròpia)	19
Figura 16: Sabata col·locada en un pilar de 0,70x0,40 m en secció. (Font pròpia)	20
Figura 17: Material de fabricació de les façanes. (Font pròpia).....	21
Figura 18: Material de fabricació dels tancaments entre zones de diferent ús. (Font pròpia).....	22

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Figura 19: Material de fabricació dels tancaments interiors. (Font pròpia)	23
Figura 20: Secció dels forjats. (Font pròpia).....	23
Figura 21: Dimensions de les places d'aparcament. (Font pròpia).....	25
Figura 22: Simbologia dels espais exteriors. (Font pròpia)	26
Figura 23: Tipus d'edifici. (Gobierno de España, 2004).....	28
Figura 24: Senyalització d'un extintor d'incendis	43
Figura 25: Simbologia de la instal·lació de contra incendis. (Font pròpia)	45
Figura 26: Simbologia de les lluminàries. (Font pròpia)	48
Figura 27: Simbologia d'enceses de les lluminàries. (Font pròpia)	48
Figura 28: Instal·lació del cablejat interior. (Cype Ingenieros, 2017c).....	58
Figura 29: Protecció de safates per sacs intumescents. (Vimat Ignufats SL, n.d.)	58
Figura 30: Instal·lació del cablejat exterior. (Cype Ingenieros, 2017c)	59
Figura 31: Simbologia de la instal·lació de baixa tensió. (Font pròpia)	60
Figura 32: Simbologia de safates de cablejat. (Font pròpia)	60
Figura 33: Cassette de 4 vies. (Mitsubishi Electric S.A., 2019)	64
Figura 34: Màquina interior de conductes. (Mitsubishi Electric S.A., 2019).....	64
Figura 35: Conductes de xapa d'acer per a ventilació. (Westerfix, 2019).....	66
Figura 36: Protecció de les canonades per tubs intumescents. (Gersal, 2018) 66	
Figura 37: Simbologia de maquinàries de climatització. (Font pròpia)	68



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Figura 38: Simbologia de la instal·lació de climatització. (Font pròpia)	68
Figura 39: Simbologia de la instal·lació de ventilació. (Font pròpia).....	68
Figura 40: Canonada de PEX per a fontaneria. (Leroy Merlin, n.d.)	70
Figura 41: Simbologia de la instal·lació de fontaneria. (Font pròpia).....	71
Figura 42: Arqueta de desaigües. (Archiproducts, 2019)	72
Figura 43: Simbologia de la instal·lació d'intrusió i CCTV. (Font pròpia)	74
Figura 44: Placa solar fotovoltaica de 1,00x1,96 metres. (Merkasol, 2009)	81

ACRÒNIMS I ABREVIATURES

Acrònims i abreviatures

ACS: Aigua Calenta Sanitària

AFS: Aigua Freda Sanitària

BIE: Boca d'incendi equipada

CTE: Codi Tècnic de l'Edificació

DB: Document Bàsic

HSP: Hores de Sol Pic

RITE: Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis

RSCIEI: Reglament de Seguretat Contra Incendis en els Establiments Industrials

SI: Seguretat en cas d'Incendi



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

RESUM

Aquest projecte descriu el procediment a realitzar per tal de dissenyar i implantar una instal·lació industrial, en aquest cas que es dedica a la producció i emmagatzematge de mobles d'oficina. En primer lloc se'n ha realitzat el disseny arquitectònic, és a dir, el disseny de l'establiment, on s'han definit els diferents elements estructurals que la formen i se'n ha fet una distribució dels espais; i el disseny dels exteriors, buscant una ubicació on situar la nau i distribuint-ne els diferents espais. Per altre banda, també s'ha realitzat el disseny, càlculs i dimensionat de les instal·lacions a col·locar en l'interior de l'establiment. Aquestes instal·lacions són les de contra incendis, baixa tensió, climatització i ventilació, fontaneria, intrusió i CCTV i solar fotovoltaica. Finalment, se'n han realitzat plànols tècnic on es mostren tant del disseny arquitectònic com de les diverses instal·lacions, a més d'un document de pressupost tècnic i d'amidaments necessaris per tal de realitzar-ne aquestes instal·lacions.

ABSTRACT

This project describes the procedure that has to be taken in order to design and implant an industrial installation, which is dedicated to the production and the storage of office furniture. First, the architectural design has been carried out, which is the design of the establishment, where the different structural elements have been defined and the distribution of the spaces has been made; and the design of the exteriors, looking for a location where to place the ship and distributing the different spaces. On the other hand, the design, calculations and dimensioning of the elements to be placed inside the establishment have also been performed. These facilities are the fire installation, low voltage, air conditioning and ventilation, plumbing, intrusion and CCTV and photovoltaic solar. Finally, technical plans have been made showing the architectural and the installations designs, as well as a technical budget document and measurements required for these installations.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

1 PROPÒSIT DEL DOCUMENT

L'objectiu d'aquest document es presentar la memòria del projecte, que es basa en l'explicació dels diferents punts treballats en aquest, des de la introducció i tasques inicials, el disseny de la nau industrial i les instal·lacions que s'han calculat, a més dels amidaments. Per altre banda, també s'especifiquen amb quins programes s'ha treballat en la realització del projecte i quines conclusions se'n extreuen.

2 INTRODUCCIÓ

2.1 Objecte del projecte

El projecte es basa en el disseny d'una nau per al seu ús en el sector industrial, tant en part de producció, d'emmagatzematge i d'oficines, junt amb les diferents instal·lacions del seu interior.

2.2 Justificació del projecte

Una empresa productora i transportadora de mobles d'oficina anomenada PEM va sol·licitar una nau industrial de nova fabricació per tal de poder augmentar la seva producció, actuar amb més proximitat i rapidesa, i augmentar-ne també les ventes¹. Va demanat una nau en la qual s'hi pogués emmagatzemar el material previ al seu tractament i a la fabricació de les peces resultants, un espai on realitzar dites peces i un espai per tal de emmagatzemar el producte acabat per a ser distribuït. A més, va requerir una part de la nau destinada a oficines tècniques.

¹ S'ha agafat com a referència de propietat per a realitzar la pròpia justificació l'empresa ABCustom, que es dedica a la distribució de mobles de casa i oficines, i es va traslladar el passat mes de Juny. (- Anònim, n.d.)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Es per això, que la empresa va contactar amb un estudi d'enginyeria per tal de poder obtenir la nova nau en el menor temps possible i així poder-se traslladar i expandir-se.



Figura 1: Logotip de l'empresa sollicitant. (Fonts pròpia)

Aquest projecte en concret s'ha basat sobretot en realitzar el disseny i els càlculs de les instal·lacions a situar en el seu interior ja que es l'activitat en la qual està especialitzada el treballador encarregat de realitzar el projecte, mentre que la part de disseny de l'exterior i de les distribucions òptimes dels espais ha sigut realitzada de més bàsica, la qual podria ser realitzada amb més profunditat si es contactés també amb un arquitecte.

El projecte es s'ha dividit en dues grans parts, les quals son el disseny de la nau, el de la zona exterior i la distribució dels espais interiors, i una segona part que es basada en el càlcul i la implantació de les instal·lacions a col·locar-hi. Un cop realitzades les dues parts, s'ha d'entregar a la propietat una memòria que del projecte junt amb els plànols a seguir a la hora de la construcció de la nau.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

2.3 Abast del projecte

En primer lloc es va un plantejament del projecte per a saber com s'havia de realitzar aquest, quines tasques s'havien de dur a terme i en quin moment temporal s'havien de realitzar.

Per a la realització del projecte, es va dividir en dues grans parts, la de disseny de la nau i la de disseny de les instal·lacions a col·locar. En quant a la part de disseny de la nau, se'n va buscar l'emplaçament on es situarà l'establiment i se'n va fer un disseny bàsic de la nau definint-ne el tipus de forjats, com seran les façanes i una distribució d'espais d'aquesta, que es va plasmar tot en plànols.

Per altre banda, en quant al disseny de les instal·lacions del interior de la nau, es va realitzar la cerca de les normatives d'aquestes per tal de poder ser dissenyades correctament, i se'n van calcular i dimensionar les diferents instal·lacions: contra incendis, solar fotovoltaica, climatització i ventilació, baixa tensió, fontaneria i intrussió-vigilància. Un cop realitzades les diferents distribucions, es van realitzar els diferents plànols d'aquestes i un document d'amidaments on es mostren els diferents materials necessaris per a realitzar les instal·lacions.

Finalment se'n van integrar les dues parts i se'n va redactar la memòria del projecte, a més de fer-ne un pressupost aproximat del cost tècnic de redacció del projecte, com els amidaments de les instal·lacions a col·locar en la nau del projecte. A més, es va realitzar un document on es mostren els plànols de les dues parts del treball, i es va realitzar un pòster i una presentació que recullen els punts claus del projecte.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

2.4 Especificacions bàsiques del projecte

Les especificacions que va requerir la propietat per tal de fer-ne el disseny de la nau i de les seves instal·lacions son les següents:

- Situada al Vallès Occidental.
- Dues plantes d'oficines (Planta baixa i planta primera).
- Zona de la nau dividida en una part de producció, una de magatzem de matèries primeres i una de productes acabats.
- Entre 2.000 i 3.000 m² de superfície del establiment.
- Tres portes per l'entrada de matèries primeres i una per a la sortida de productes finals.
- Sense límit de pressupost.
- Zona d'aparcament en la mateixa parcel·la.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

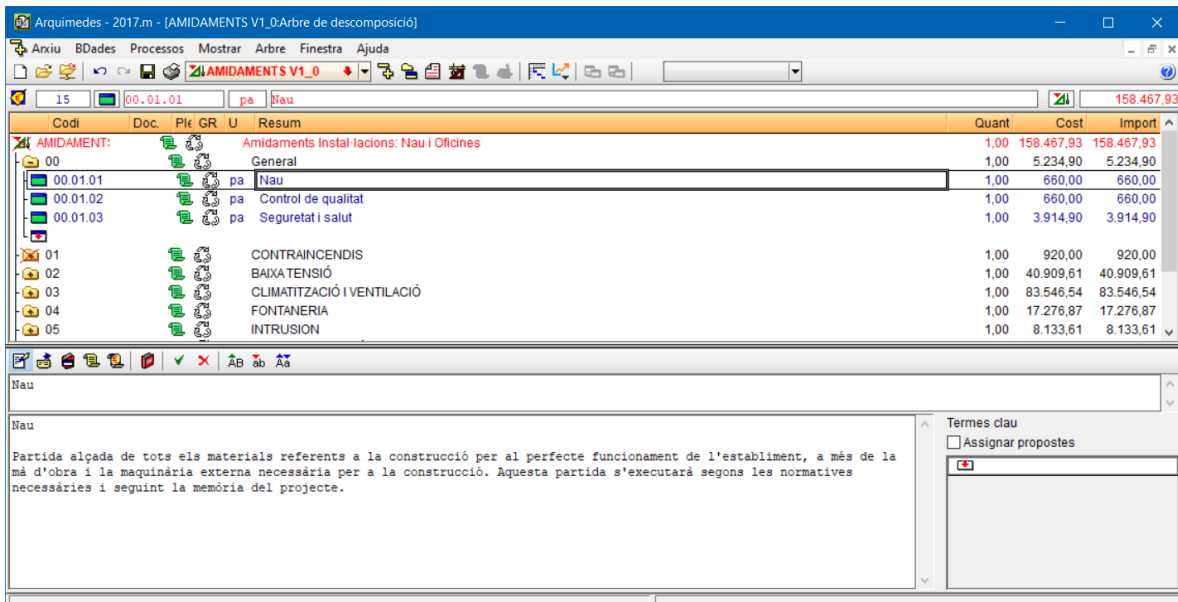
3 PROGRAMES UTILITZATS

Per tal de poder realitzar el projecte es van utilitzar diferents programes de disseny CAD i de càlcul, els quals son els següents:

- **Arquímedes**

Arquímedes és un programa de CYPE que s'utilitza per a fer els amidaments, pressupostos i plecs de condicions.

Mitjançant aquest programa es van realitzar els amidaments de les instal·lacions de la nau junt amb el pressupost. A l'hora d'utilitzar el programa, en primer lloc es creen diferents carpetes en les quals es col·locaran les diferents partides a instal·lar, com podrien ser el subministrament i instal·lació dels extintors (contra incendis) o del cablejat de 1.5mm de diàmetre (baixa tensió). A més, aquest programa disposa d'un generador de preus, que permet realitzar-ne el pressupost. (Cype Ingenieros, 2017a)



Codi	Doc	Ple	GR	U	Resum	Quant	Cost	Import
AMIDAMENT: Amidaments Instal·lacions: Nau i Oficines						1,00	158.467,93	158.467,93
00					General	1,00	5.234,90	5.234,90
00.01.01		pa			Nau	1,00	660,00	660,00
00.01.02		pa			Control de qualitat	1,00	660,00	660,00
00.01.03		pa			Seguretat i salut	1,00	3.914,90	3.914,90
01					CONTRAINCENDIS	1,00	920,00	920,00
02					BAIXA TENSÍO	1,00	40.909,61	40.909,61
03					CLIMATITZACIÓ I VENTILACIÓ	1,00	83.546,54	83.546,54
04					FONTANERIA	1,00	17.276,87	17.276,87
05					INTRUSION	1,00	8.133,61	8.133,61

Partida alçada de tots els materials referents a la construcció per al perfecte funcionament de l'establiment, a més de la mà d'obra i la maquinària externa necessària per a la construcció. Aquesta partida s'executarà segons les normatives necessàries i seguint la memòria del projecte.

Figura 2: Captura de pantalla del programa Arquímedes. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **CLwin**

CLwin és un software de iMventa Ingenieros que permet calcular les càrregues tèrmiques per a la climatització que incideixen en un edifici, a més de la selecció de les característiques dels equips a instal·lar.

Per tal de realitzar aquest estudi, en primer lloc s'ha d'importar una base de càlcul de referència, sobre la qual es faran els càlculs. Un cop s'ha importat el plànol, s'han de definir els diferents tipus de tancaments, de façanes, de forjats, la solera i la coberta que s'utilitzaran en la nau. Llavors, es defineixen les diferents zones a climatitzar col·locant-ne les diverses característiques d'aquesta i finalment es calculen els resultats. Aquests resultats mostren les càrregues de refrigeració i calefacció màximes necessàries, el dia en que es requereix la màxima refrigeració i el cabal de ventilació requerit per la zona estudiada.

Aquest programa es va utilitzar en la realització de la instal·lació de climatització i ventilació per a calcular-ne les càrregues tèrmiques i poder determinar quines màquines de climatització s'hauran d'instal·lar. (Ingenieros, n.d.-a)

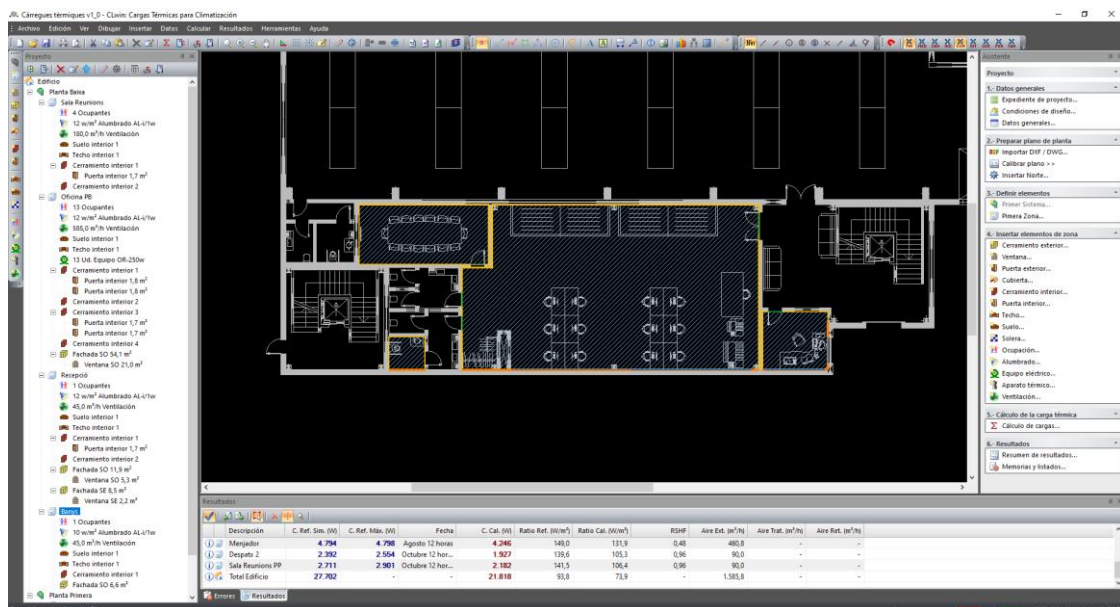


Figura 3: Captura de pantalla del programa CLwin. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **Cypelec REBT**

Cypelec REBT és una aplicació de CYPE dissenyada per a realitzar el càlcul d'instal·lacions elèctriques de baixa tensió segons el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió per a qualsevol projecte elèctric.

Per a poder realitzar-ne el dimensionat, en primer lloc s'ha d'importar una base de càlcul sobre la qual es treballarà, i s'han de definir els diferents receptors d'electricitat a col·locar, els quals són els llums, els llums d'emergència, els endolls i les forces/maquinàries. Un cop s'han definit els receptors, s'han de col·locar els diferents quadres i subquadres en la seva situació i determinar-ne les diferents línies que en sortiran d'aquest. Llavors, quan ja s'han situat en el plànol tots els receptors i s'han connectat al respectiu quadre, el programa dimensiona el tamany del cablejat adient i en permet generar els esquemes unifilars de cada un d'aquests quadres. Finalment, un cop agrupades les línies de la forma desitjada, en calcula els interruptors adients i genera una memòria externa en PDF.

Mitjançant aquest programa es van calcular els esquemes unifilars pertanyents a la instal·lació de baixa tensió. (Cype Ingenieros, 2017c)

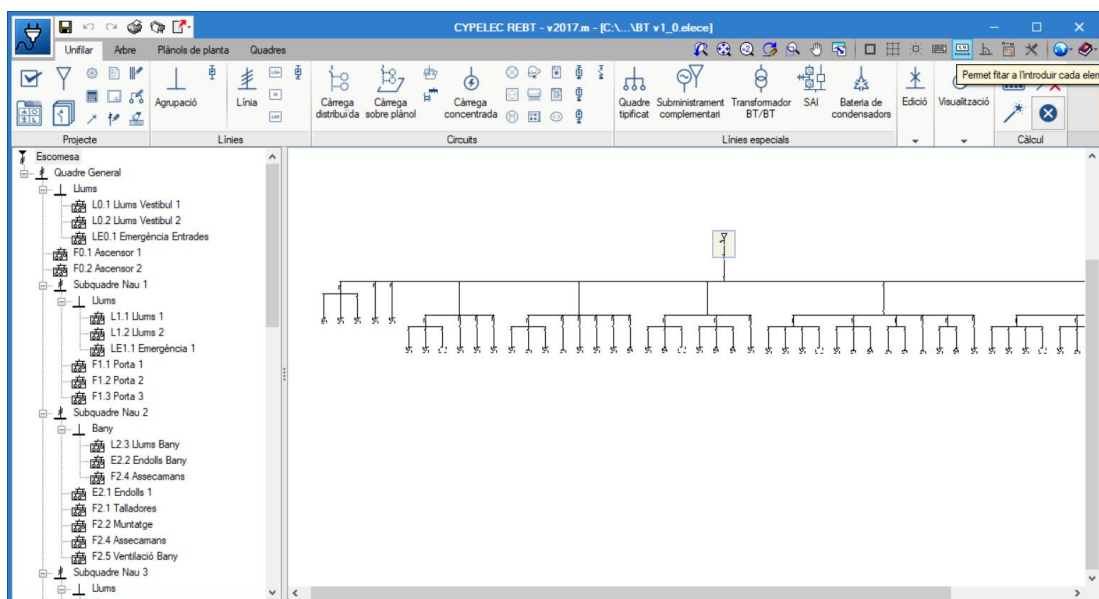


Figura 4: Captura de pantalla del programa Cypelec REBT. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **Cypecad MEP**

Cypelec MEP és un programa de CYPE que integra totes les instal·lacions d'un edifici mitjançant diferents pestanyes. Aquestes pestanyes són, estudi tèrmic, estudi acústic, incendi, climatització, solar tèrmica, gas, parاللamps i electricitat.

Per a poder realitzar-ne el dimensionat de fontaneria i sanejament, en primer lloc s'ha d'importar una base de càlcul sobre la qual es treballarà. Un cop es té el plànol, es van col·locant els diferents receptors, com són els banys, les aixetes de mans o les dutxes, a més del punt de subministrament o escomesa i la caldera. Llavors s'uneixen aquests receptors mitjançant les canonades necessàries, tant d'aigua calenta com d'aigua freda, definint-ne el material del qual estaran fetes. Llavors, quan ja s'han situat en el plànol tots els receptors i s'han connectat, el programa dimensiona el tamany d'aquestes canonades i en permet generar un plànol en CAD per exportar-lo a un altre programa.

Mitjançant aquest programa es va dissenyar i dimensionar la instal·lació de fontaneria i sanejament de la nau. (Cype Ingenieros, 2017b)

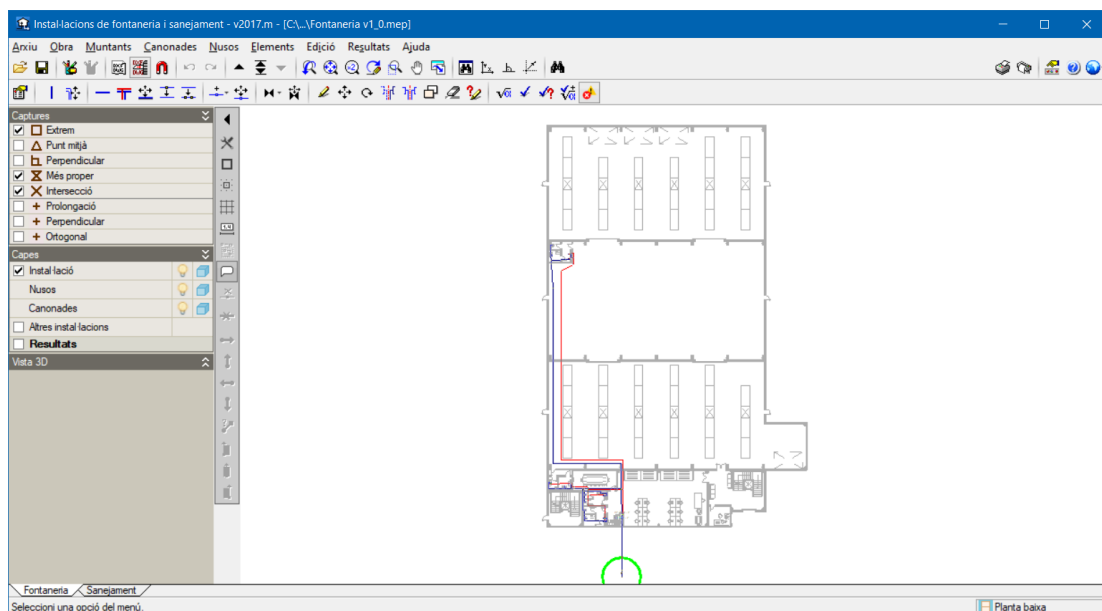


Figura 5: Captura de pantalla del programa Cypecad MEP. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **DAwin**

DAwin és un programa de iMventa Ingenieros que permet dissenyar i calcular les instal·lacions de distribució d'aire per conductes per a climatització, ventilació i extracció.

Per tal de realitzar el disseny, en primer lloc s'ha d'importar una base de càlcul de referència, sobre la qual es faran els càlculs. Un cop s'ha importat el plànol, s'han de crear les diferents capes sobre les quals es vol realitzar els càlculs, com podrien ser les capes de climatització-retorn o ventilació-impulsió. Llavors, col·loquen les diferents reixetes d'impulsió, extracció o retorn definint-ne el cabal que ha de circular per cadascuna d'elles i unir-les mitjançant els conductes. Un cop s'ha realitzat el disseny, el programa en dimensiona els resultats i permet mostrar-los junt als conductes, a més de poder-ne exportar un plànol en CAD.

Aquest programa es va utilitzar en el càlcul dels conductes a col·locar en la instal·lació de climatització i ventilació un cop conegudes les càrregues tèrmiques de cada una de les sales. (Ingenieros, n.d.-b)

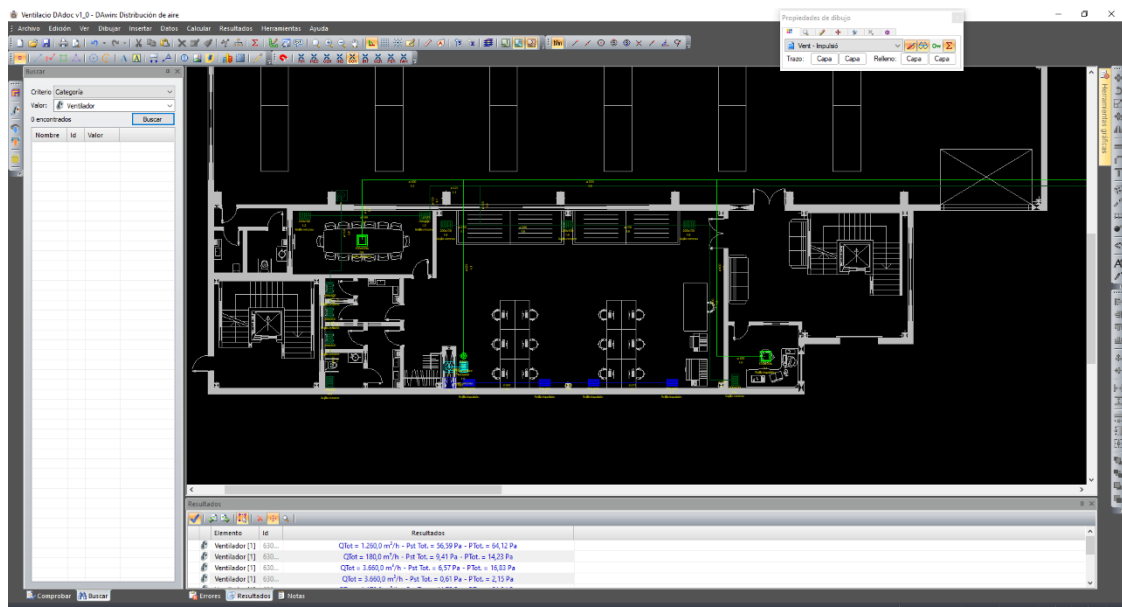


Figura 6: Captura de pantalla del programa DAwin. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **DIALux**

DIALux és un programa de DIAL que permet calcular i corroborar si la disposició de les diferents lluminàries arriba al nivell desitjat donant-ne un mapa de llum mitjançant isolínies.

Per tal de corroborar la disposició proposada, en primer lloc se'n han de determinar les diferents zones que es volen il·luminar, col·locant-ne les parets i els diferents elements que hi aniran dins, tals com taules, cadires o estanteries. Un cop se'n han col·locat aquests elements, es procedeix a situar les diferents lluminàries en el punt on es proposa, amb les seves corresponents característiques. Finalment, aquest en mostra les isolínies lumíniques per tal de conèixer si la distribució és bona o s'haurien d'afegir més llums.

En la realització del projecte es va usar el DIALux per a saber si la distribució proposada de les lluminàries era correcte o no. (DIAL, n.d.)

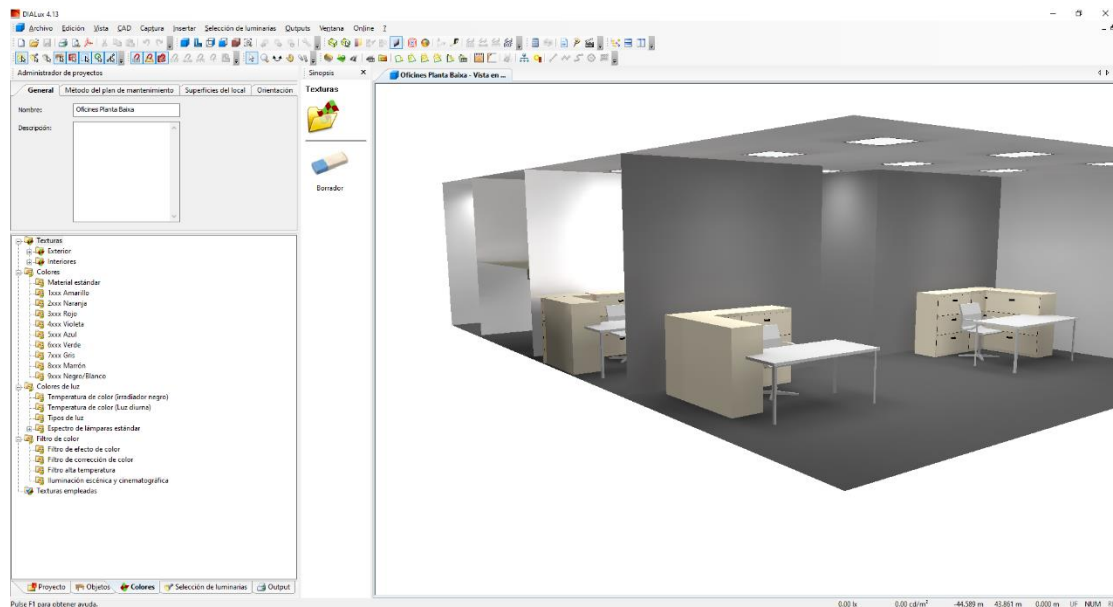


Figura 7: Captura de pantalla del programa DIALux. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- **Microstation**

Microstation és un software de Bentley que permet visualitzar, modelar i documentar projectes de disseny, construcció o operacions, sobretot d'enginyeria i arquitectura, en dues o tres dimensions.

Aquest programa es basa en el disseny en un model inicial en la secció “models”, i mitjançant el ús de referències i capes es pot dividir el projecte en diferents parts sense por de perdre'n una al eliminar algun error. A més, un cop realitzat el model, aquest programa permet directament crear-ne els plànols en la secció de “sheets” gràcies de nou al sistema de referències.

En la realització del projecte es va fer servir el Microstation per al disseny de la nau, la creació de les bases de càlcul per als altres programes i realitzar tots els plànols finals del document adjunt. (Bentley, n.d.)

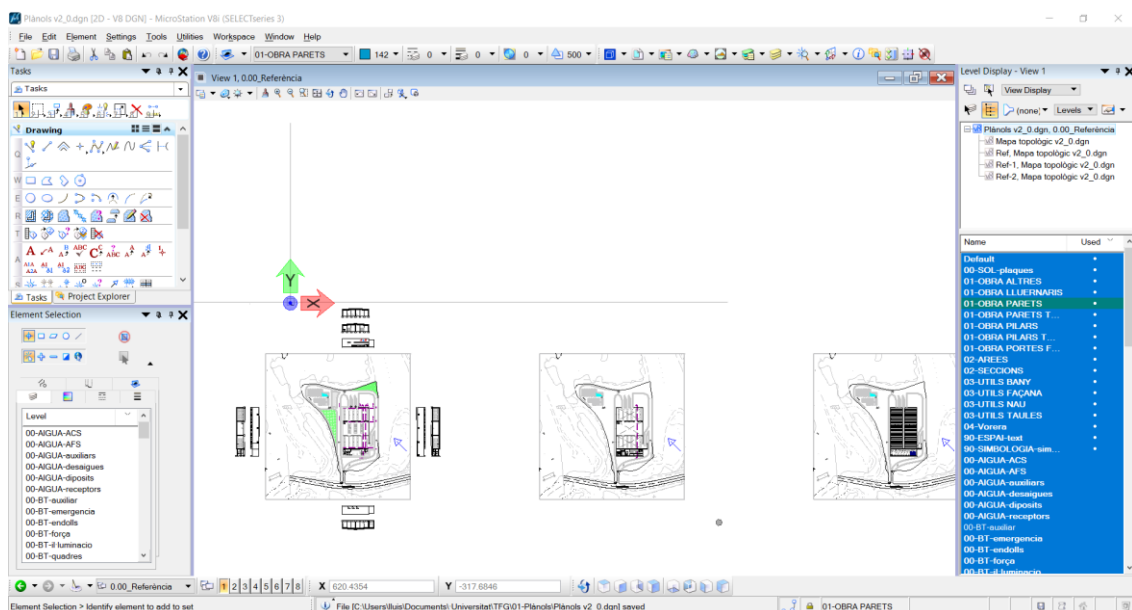


Figura 8: Captura de pantalla del programa Microstation. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

4 DISSENY DE LA NAU

4.1 Ubicació

Per a realitzar el disseny de la nau, en primer lloc es van buscar diferents parcel·les disponibles per tal de poder-hi construir la nau en aquesta. Aquestes parcel·les es van buscar en la zona del Vallès Occidental, atès que era una de les especificacions bàsiques que requeria el client. A més, aquesta parcel·la havia de poder acollir una nau de entre 1.500 i 2.000 metres quadrats. Així doncs, es va decidir que l'emplaçament final de la nau seria al carrer del Tàmesi s/n, situat al oest de Sant Cugat, amb les coordenades següents: $41^{\circ} 28' 51''$ N, $02^{\circ} 02' 33''$ E, la qual disposa de 9209,51 metres quadrats.

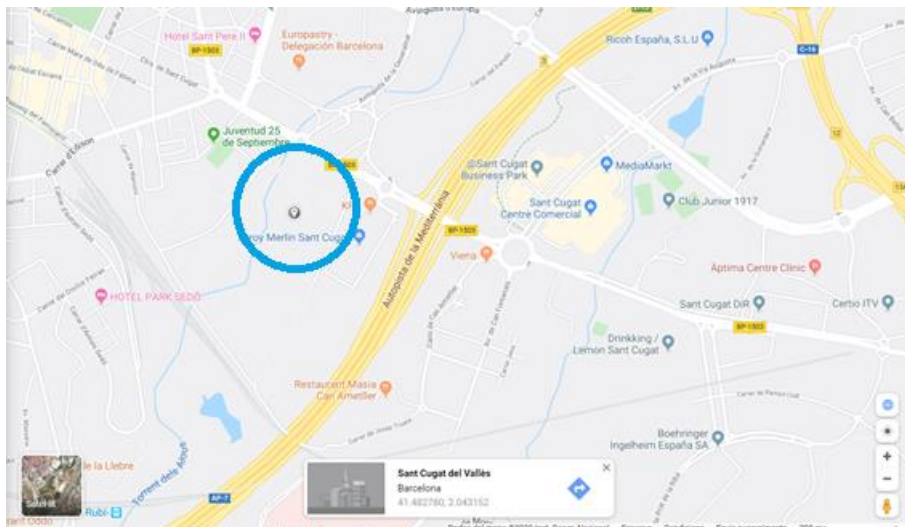


Figura 9: Mapa del emplaçament de la parcel·la. (Google, 2019)

Un cop obtinguda la ubicació, es van realitzar diferents proves per a poder decidir quina seria la millor posició de la nau per tal de poder aprofitar el màxim d'espai exterior i complir amb les condicions requerides.

Aquesta ubicació es pot observar en el plànol 01-Situació Cartogràfica, en el qual es mostra la ubicació de la parcel·la a Sant Cugat, i en el plànol 02-Emplaçament Campa, en el que es veu la col·locació de la nau en la parcel·la.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

4.2 Distribució i Superfícies

A partir de la ubicació de l'establiment, es va realitzar una primera distribució dels espais interiors per tal de complir amb els requeriments de la propietat. Es va dissenyar una nau completament oberta, amb dos sectors principals, un sector de emmagatzematge i producció, i un segon sector de dues plantes d'oficines, i situant pilars també en la part central.

Aquesta distribució inicial es pot observar en la imatge següent:

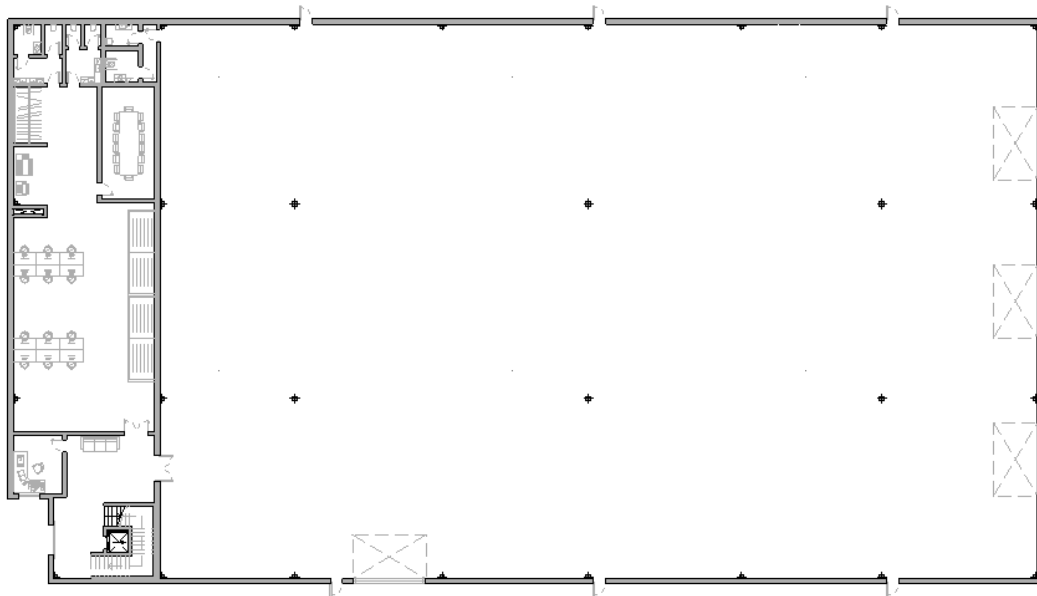


Figura 10: Distribució inicial planta baixa. (Font pròpia)

Amb aquesta distribució, es van observar els següents problemes: no hi havia una separació entre la zona de producció i la zona d'emmagatzematge, cosa que augmentaria molt el preu de les instal·lacions de la zona ja que al ser un espai molt gran requeriria més instal·lacions i de preu més elevat. Així doncs es va dissenyar una segona distribució en la qual es dividia la nau en tres per diferenciar les zones de producció, d'emmagatzematge de matèries primeres i d'emmagatzematge de productes finals.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, es va proposar la següent distribució:

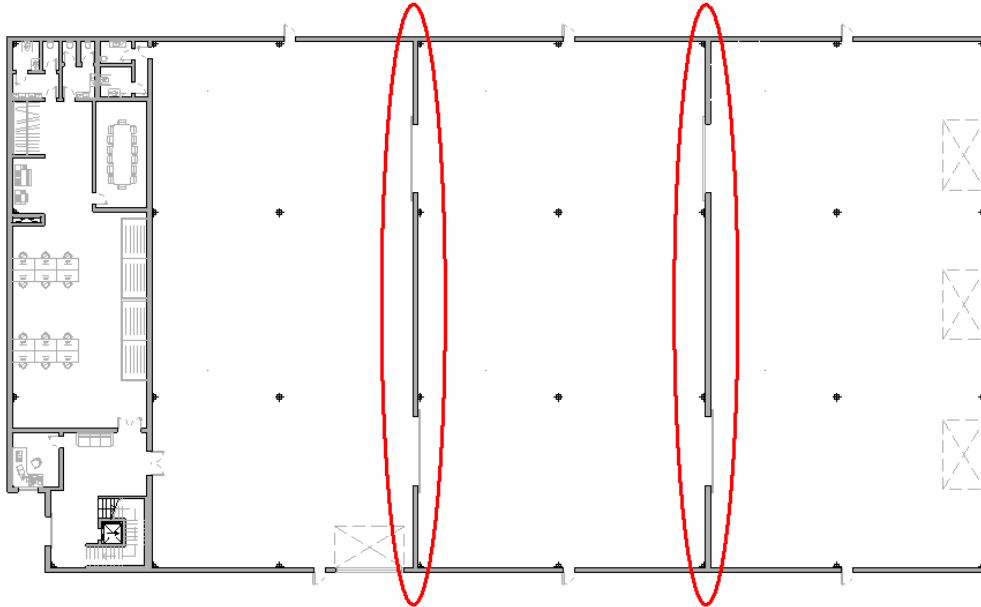


Figura 11: Segona distribució planta baixa. (Font pròpia)

Amb aquesta segona distribució, es va observar que no es disposava d'espai suficient en la zona lateral dreta de la nau per a realitzar la càrrega en camions de productes finals en l'emplaçament, ja que és necessari un espai de 15 metres lineals per a poder realitzar-ne aquestes tasques. A més, també es volia eliminar els pilars centrats de les naus per a poder aprofitar molt més els espais dels diferents sectors i afegir-ne uns banys per a la nau. Per altre banda, quan es va iniciar el disseny de la instal·lació de contra incendis, es va poder observar que no es complien els requeriments necessaris per a complir la normativa de recorreguts de la zona d'oficines, així que es va haver d'afegir una escala d'emergència al lateral inferior esquerre. Aquest tema de recorreguts s'abordarà amb més profunditat en el apartat 5.3 de la memòria.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Finalment, es va proposar el següent disseny de la nau:

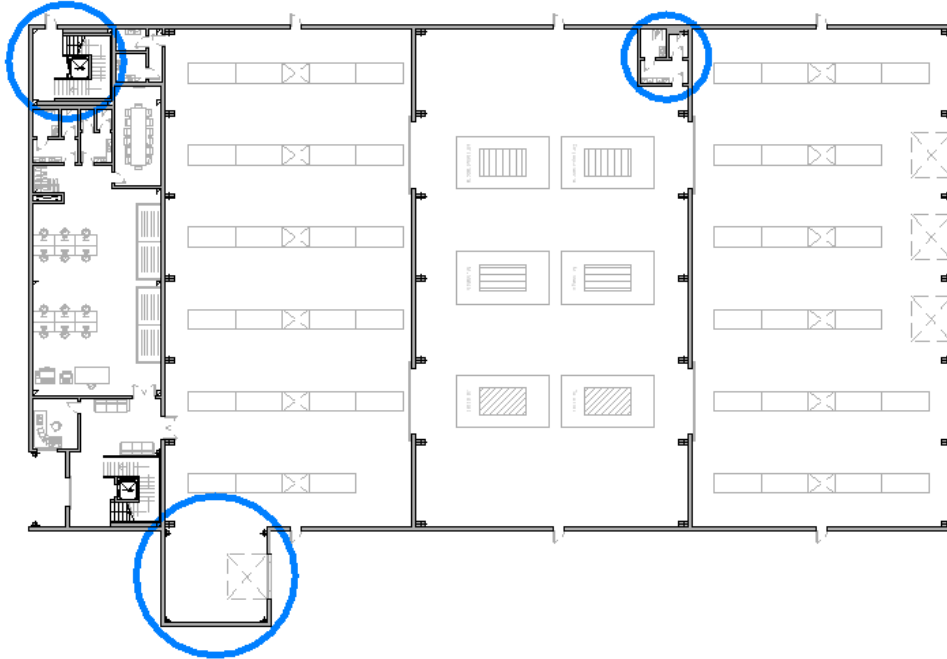


Figura 12: Distribució final planta baixa. (Font pròpia)

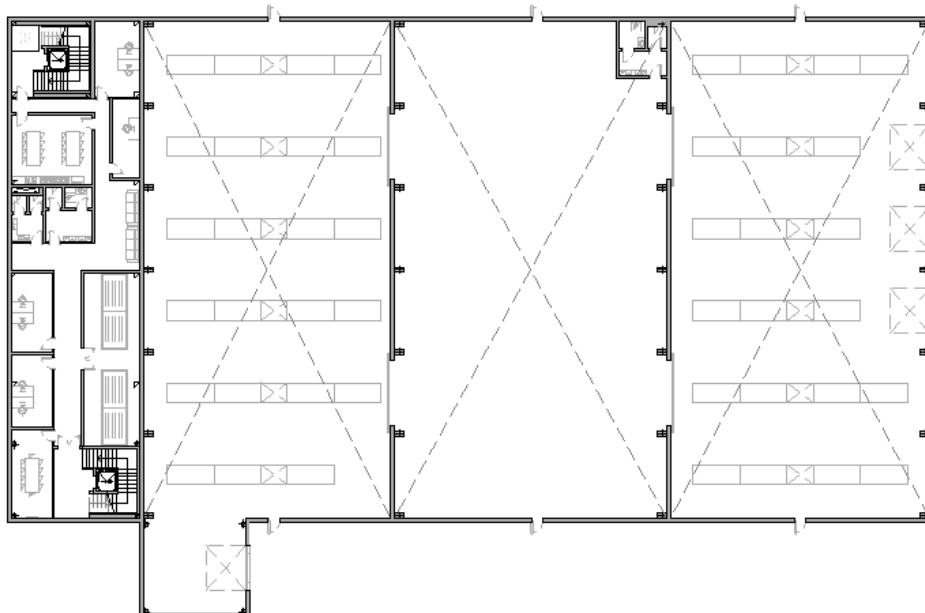


Figura 13: Distribució final planta primera. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

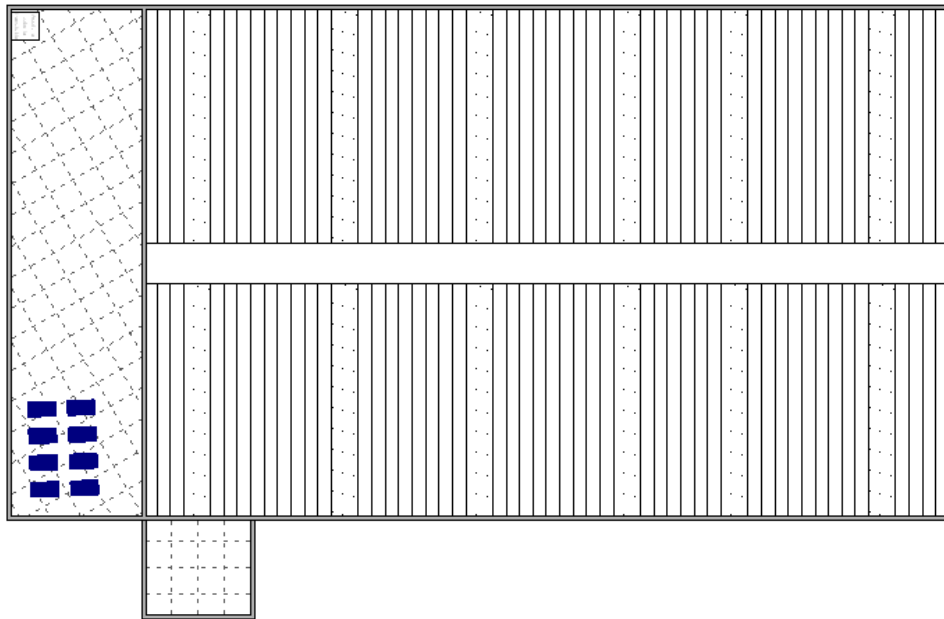


Figura 14: Distribució final coberta. (Font pròpia)

En aquest disseny, que es la proposta final, es va plantejar la realització de tres sectors de la nau, junt amb dues plantes d'oficines i una coberta transitable.

Les diferents superfícies es poden veure en les següents taules:

Planta Baixa Nau	Superfície (m ²)
Sector 1: Magatzem productes inicials	744,66
Sector 2: Planta producció	766,12
Sector 3: Magatzem productes finals	767,16
WC Nau	14,00
WC Adaptat Nau	14,10
TOTAL	2.306,04

Taula 1: Superfícies de la planta baixa nau. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Planta Baixa Oficines	Superfície (m ²)
Vestíbul PB	64,63
Vestíbul emergència PB	32,70
Recepció	13,19
Sala oficines PB	156,15
Guarda-robes	4,80
Sala de reunions PB	26,69
WC Oficines PB	9,84
WC Adaptat PB	13,94
TOTAL	321,94

Taula 2: Superfícies de la planta baixa oficines. (Font pròpia)

Planta Primera Oficines	Superfície (m ²)
Vestíbul PP	34,25
Vestíbul emergència PP	34,50
Despatx 1	19,55
Despatx 2	18,29
Despatx 3	16,67
Sala de reunions PP	20,46
Servidor	12,55
Arxiu	55,45
Menjador	32,19
Pas PP	76,17
WC Oficines PP	8,42
WC Adaptat PP	14,35
TOTAL	342,85

Taula 3: Superfícies de la planta primera oficines. (Font pròpia)

Planta Coberta	Superfície (m ²)
Coberta Transitable	366,66
TOTAL	366,66

Taula 4: Superfícies de la planta coberta. (Font pròpia)



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

La distribució final de la nau, junt amb les superfícies esmentades es poden observar ens els plànols 03-Superfície Nau, 04-Superfície Planta Baixa, 05-Superfície Planta Primera i 09-Cotes i Superfície Coberta. A més, també es poden observar les seccions de la nau en els plànols 14-Seccions Transversals i 15-Seccions Longitudinals.

4.3 Estructura

Un cop decidit el disseny bàsic de la nau, es va passar a definir-ne la seva estructura, tant dels pilars, de les sabates, dels forjats, de les façanes i dels tancaments interiors; on es van caracteritzar els materials necessaris per a realitzar les diferents part, a més del seu tamany.

4.3.1 Pilars

Un pilar és un element de suport vertical que es col·loca en les edificacions que està destinat a rebre càrregues verticals per transmetre a la fonamentació. Així doncs, es van definir els pilars tant de la zona de nau com de la zona d'oficines col·locant-ne els necessaris per a la sustentació de la coberta. (DIEC, 2019; Wikipedia, 2019d)

En un primer instant es van col·locar pilars de secció 0,30 x 0,30 m en totes les zones del establiment, però, tal i com s'explica amb més profunditat en l'apartat anterior, es van substituir els pilars de la zona de la nau per 28 pilars de 0,70 x 0,40 m correctament distribuïts, aprofitant-ne així millor l'espai. A més, en la zona de càrrega de productes acabats, es van projectar 4 pilars de 0,30 x 0,30 m per a sustentar-la.

En quant a la zona d'oficines, es van situar 14 pilars de 0,30 x 0,30 m distribuïts per tot l'espai de manera eficient per a poder aguantar el forjat del segon pis i la coberta de forma correcte, a més de sustentar-ne les dues escales.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

A més, aquests pilars han de ser de formigó prefabricat, i es col·locaran sobre les sabates, les quals en el següent apartat es definiran. Així doncs, en la següent imatge es mostren els diferents tipus de pilars utilitzats:

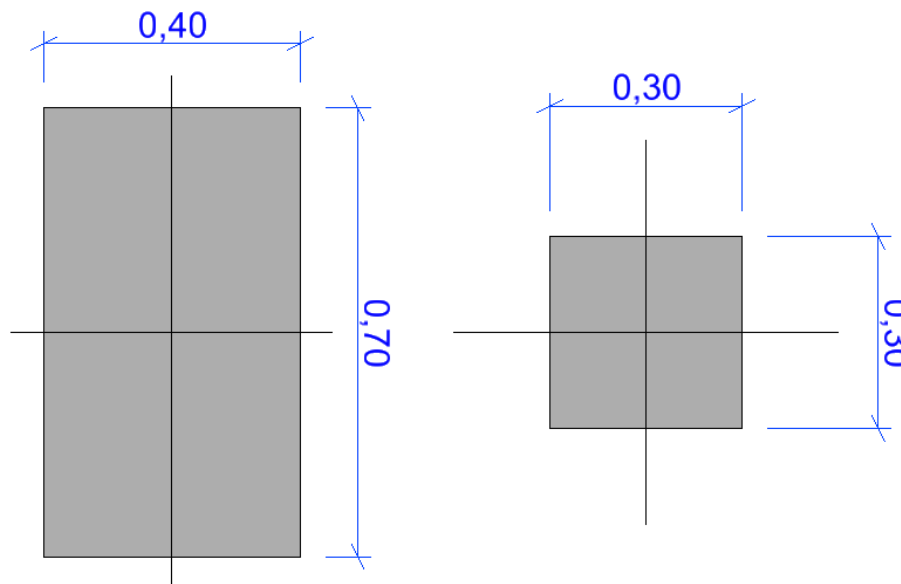


Figura 15: Seccions dels pilars utilitzats. (Font pròpia)

4.3.2 Sabates

Les sabates, en arquitectura, són els fonaments que tenen un eixamplament del mur en la superfície en planta i que serveixen per a distribuir-ne la càrrega que reben els pilars adequant-la a la resistència del terra. (Projecte GRETA, n.d.)

Un cop definits els pilars, se'n van dissenyar les sabates on s'hi col·locarien aquests pilars a sobre. Així doncs, es van projectar dos tipus de sabates diferents, unes per als pilars de la nau i unes altres per als pilars de les oficines i de la zona de càrrega de productes finals.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Les dimensions d'aquestes sabates seran:

- 1,60 x 1,60 m de secció x 1,20 m de profunditat per als pilars de les oficines (0,30 x 0,30 m)
- 2,40 x 2,40 m de secció x 1,60 m de profunditat per als pilars de la nau (0,70 x 0,40 m)

En la següent imatge es mostren aquestes sabates en una secció transversal de l'establiment:

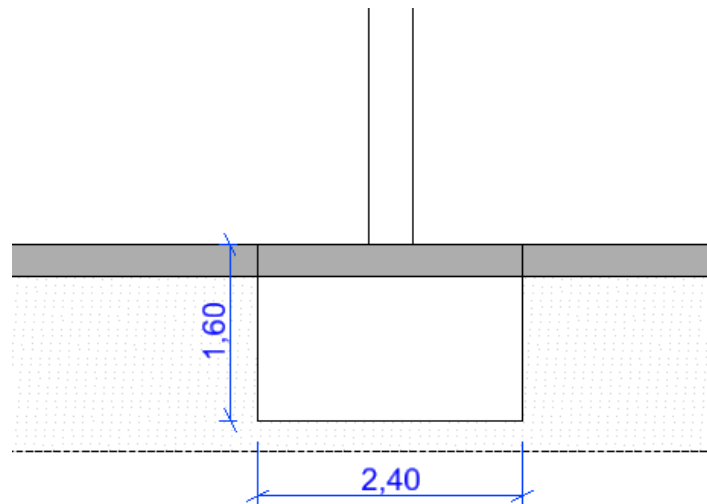


Figura 16: Sabata col·locada en un pilar de 0,70x0,40 m en secció. (Font pròpia)

4.3.3 Façanes

Una façana es qualsevol parament exterior d'un edifici, és a dir, qualsevol de les cares visibles dels murs verticals que clouen un edifici des de l'exterior del establiment. (DIEC, 2019; Wikipedia, 2019a)

Així doncs, es van definir les quatre façanes de l'establiment, les quals seran fetes de panells de formigó prefabricat de 0,30 m [HORM1], tal i com es mostra en la següent imatge:

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

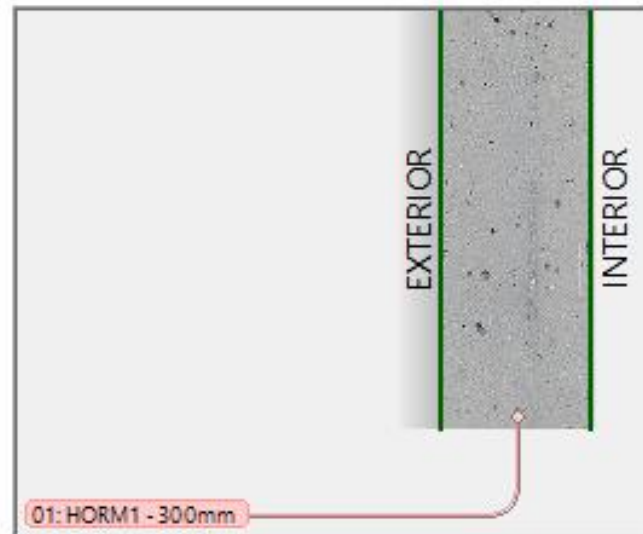


Figura 17: Material de fabricació de les façanes. (Font pròpia)

A més, se'n van definir els diferents elements a col·locar en cada una d'aquestes façanes:

- Façana frontal: Porta d'accés a oficines, finestres, una porta de càrrega i descàrrega de camions i logotip de l'empresa propietària.
- Façana trasera: Tres portes de càrrega i descàrrega per a camions.
- Façana lateral esquerra (vista des de la façana frontal): Quatre portes de sortida de personal.
- Façana lateral dreta (vista des de la façana frontal): Tres portes de sortida de personal.

Aquestes façanes i les seves cotes es poden observar en els plànols 11-Façanes Frontal i Trasera, 12-Cotes Façanes Frontal i Trasera i 13-Façanes Laterals.

4.3.4 Tancaments interiors

Els tancaments interiors són aquells murs que es col·loquen amb objectiu de dividir l'espai en diverses zones aïllades una de la altre.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per tal de poder realitzar les diferents divisions, es va decidir realitzar dos tipus de tancaments diferents depenent de la seva situació en la nau i el seu ús, els quals son:

- Tancaments entre zones de nau i entre nau i oficines: Per tal de realitzar aquests tancaments, com separen la nau en sectors d'ús diferent es va decidir realitzar-ne aquests tancaments mitjançant panells prefabricats fets de formigó convencional d=2200 [HORM10], formigó convencional d=2100 [HORM11], morter de ciment o cal [MORT2], llana mineral (0,04 W/mK) [AISL6] i arrebossat de guix [ENLU1], de la forma que es mostra en la següent figura:

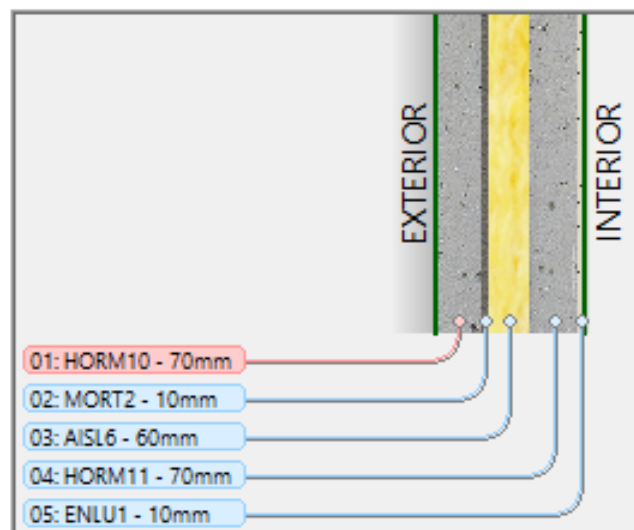


Figura 18: Material de fabricació dels tancaments entre zones de diferent ús. (Font pròpia)

- Tancaments entre zones d'oficines: Per tal de realitzar aquests tancaments, com tant sols separen els diferents espais de la zona d'oficines es va decidir realitzar-ne aquests tancaments mitjançant panells prefabricats de pladur fets de plaques de guix PYL [YESO1] i llana mineral (0,04 W/mK) [AISL6], de la forma que es mostra en la següent figura:

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

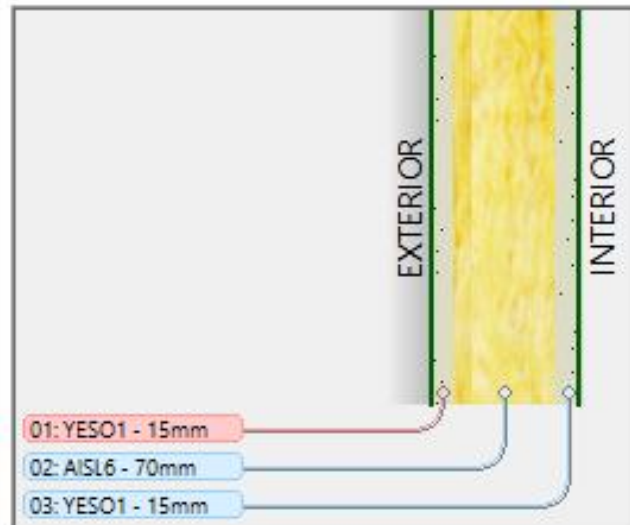


Figura 19: Material de fabricació dels tancaments interiors. (Font pròpia)

4.3.5 Forjats

Es denomina forjat al element constructiu capaç de transmetre les càrregues que suporta així com el seu pes propi als altres elements de l'estructura com ara bigues, pilars, murs, etc., formant part de l'estructura horitzontal de les diferents plantes d'un edifici. (Wikipedia, 2019c)

Els forjats tant de la zona de nau com de la zona d'oficines seran forjats bidireccionals de formigó prefabricat de 1,60 m d'alçada en direcció longitudinal i 0,8 m en direcció transversal, que recorreran tota la distància entre els pilars i de secció en forma de I, com es mostra en la següent figura:



Figura 20: Secció dels forjats. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

4.3.6 Portes i finestres

En arquitectura, una porta és un espai buit o obertura feta en una paret, que s'utilitza per accedir o sortir d'un habitatge o de cambres interiors, mentre que una finestra és una obertura de forma regular practicada en un mur o paret per a deixar entrar aire i claror dins un edifici i per a poder mirar de dins a fora. (Wikipedia, 2019e, 2019b)

En quant a les portes, es van col·locar diferents tipus segons la seva posició, sent:

- Porta automàtica de dues fulles de vidre de 1,25 x 2,10 m cada una situada a l'entrada principal del establiment.
- Portes de dues fulles abatibles de fusta de 0,80 x 2,10 m cada una situades entre el passadís i l'arxiu de la planta primera, entre el vestíbul i la zona d'oficines de cada planta i el vestíbul amb la zona de magatzem de materials finals.
- Portes d'una fulla abatibles de fusta de 0,80 x 2,10 m situades entre les diferents zones d'oficines i en els banys de la nau.
- Portes sectoritzadores tallafocs metàl·liques de 6,00 x 3,00 m situades entre les diferents zones de la part de nau, les quals aniran assegurades amb un retenidor electromagnètic cada una.

Per altre banda, també es van situar diverses finestres en la façana principal de vidre de 1,50 x 1,00 m per tal d'obtenir il·luminació natural en la zona d'oficines.

4.4 Espais exteriors

Un cop es va definir tant la ubicació com la parcel·la, a més de tenir-ne realitzada la distribució i l'estructura de l'establiment, es va passar a dissenyar-ne la distribució dels espais exteriors. Es consideren espais exteriors tota la zona que conforma la parcel·la, ja siguin les voreres, espais de zona verda, zones de circulació i d'aparcaments, etc.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, se'n van dissenyar els següents espais:

- Vorerres: Es van col·locar espais destinats al pas de vianants d'un metre d'ample al llarg de tot l'establiment, ocupant-ne una superfície de 422,69 m².
- Espais verds: Es van situar dos espais de jardí on es col·locarà gespa i arbres, els quals compten amb una superfície de 262,96 i 639,09 m².
- Zona d'aparcament: En el disseny, i tal i com es requeria en les especificacions bàsiques del projecte, es van situar 35 places d'aparcament, 4 de les quals destinades a visitants, on cada plaça d'aparcament té les següents dimensions:

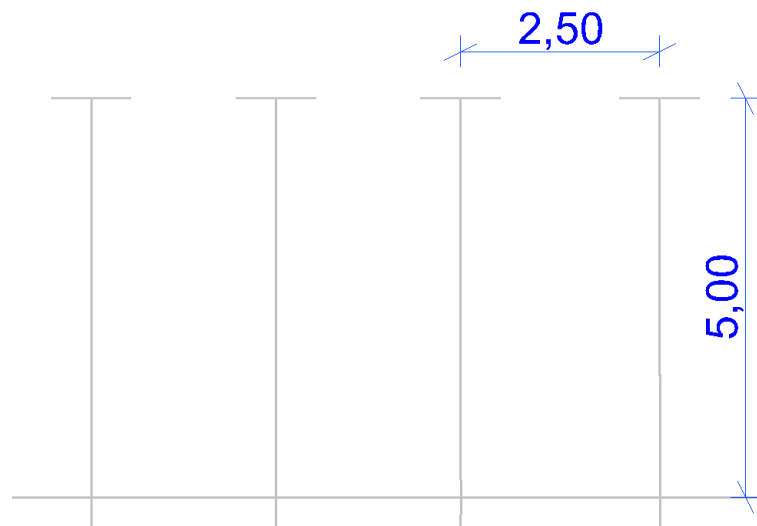


Figura 21: Dimensions de les places d'aparcament. (Font pròpia)

- Zones de circulació: Es van dissenyar els carrils de circulació de vehicles, tant de camions de càrrega i descàrrega com d'automòbils, realitzant-ne un carril principal de 5 metres d'ample, carrils de desviament cap al aparcament de vehicles de 3,50 metres d'ample i també espais de maniobra per a la càrrega i descàrrega de vehicles, de 3,40 metres d'ample i amb un radi de maniobra de 10,38 metres des del centre del carril. A més, se'n han col·locat les diferents senyalitzacions de circulació.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Aquests espais definits, junta amb les diferents superfícies es poden observar en el plànol 02-Emplaçament Campa, on també es mostra una simbologia d'aquests espais:







Simbologia ESPAIS EXTERIORS		
	Parcel·la	9209.51 m²
	Voreres	422.69 m²
	Zona verda	262.96 + 639.09 m²
	Aparcament	430.72 m² / 31 places
	Aparcament visitants	4 places
	Senyals de circulació	

Figura 22: Simbologia dels espais exteriors. (Font pròpia)

4.5 Estudi de seguretat i salut

A més, per tal de realitzar tant la construcció de la nau com el de les instal·lacions de forma segura, es va fer un estudi de seguretat i salut, on s'estableixen les previsions per a la prevenció d'accidents i malalties professionals. Aquest estudi es va fer d'acord amb el Decret 1627/1997 del 24 d'Octubre.

Els riscos laborals professionals poden ser:

- Caigudes a diferents nivells.
- Caigudes de materials.
- Talls, pinçaments, cops amb les màquines o materials.
- Caigudes al mateix nivell.
- Projecció de partícules als ulls.
- Electrocutió.
- Incendis i explosions.
- Atropellaments.
- Caigudes en l'interior de les rases.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per tal d'evitar aquests riscos, es requeriran:

- Proteccions individuals del cap (casc), de les extremitats superiors (guants) i de les extremitats inferiors (botes).
- Proteccions col·lectives com ara senyalitzacions de prohibició, obligatorietat d'ús de les proteccions individuals o sortides de camions.

Finalment, també es disposarà en l'obra d'una farmaciola, amb el material especificat en la Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball, i com a mínim format per:

Aigua oxigenada, alcohol 96%, tintura de iode, mercromina, amoníac, gases esterilitzades, cotó flux, benes, esparadrap, antiespasmòdics, analgèsics, tònic d'urgència per al cor, torniquets, bosses d'aigua per aigua i gel, guants esterilitzats, xeringues d'un sol ús, agulles injectables d'un sol ús, termòmetre. (Generalitat de Catalunya, 1997)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

5 INSTAL·LACIONS: CONTRA INCENDIS

Un cop realitzat el disseny final de la nau i ja definits els diferents espais d'aquesta, es va procedir a realitzar el càlcul de les diferents instal·lacions a col·locar-hi, les quals són: Contra Incendis, Baixa Tensió, Fontaneria, Climatització - Ventilació i Solar Fotovoltaica.

En aquest primer apartat, es definirà la instal·lació de contra incendis, que es basa en la protecció dels espais i de les persones envers un foc en el interior d'un edifici per aconseguir-ne un grau de seguretat suficient. Aquesta instal·lació es regeix per el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) i per el Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI). (Gobierno de España, 2004; Ministerio de Fomento, 2010)

5.1 Sectors i Càrregues de foc

En primer lloc, es va determinar el tipus d'establiment que es realitzava en relació amb la seguretat contra incendis depenent de la ubicació d'aquest, el posicionament de l'establiment en la parcel·la i el seu entorn. Així doncs, la nau és un establiment industrial del tipus C ja que tal i com s'indica en el RSCIEI:

El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio. (Gobierno de España, 2004)

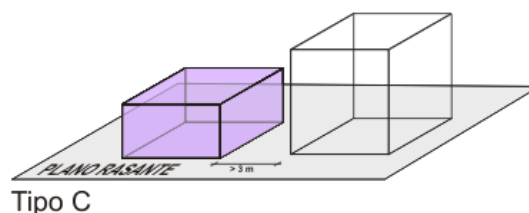


Figura 23: Tipus d'edifici. (Gobierno de España, 2004)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Un cop definida la tipologia d'edifici en relació al entorn, es va dividir aquest en diferents sectors d'incendis, és a dir, en zones compartimentades respecte la resta del edifici mitjançant separadors resistents al foc. Així doncs, es van diferenciar 6 sectors diferents:

Sectors d'incendis	Superfície (m ²)
Sector 1: Magatzem productes inicials	744,66
Sector 2: Planta producció	780,12
Sector 3: Magatzem productes finals	781,26
Sector 4: Oficines	531,52
Sector 5: Vestíbul	77,82
Sector 6: Arxiu	55,45

Taula 5: Superfícies dels sectors d'incendis. (Font pròpia)

A partir dels sectors definits, s'han de caracteritzar aquests segons el seu risc intrínsec d'incendi per a poder col·locar els elements requerits i realitzar-ne les comparticions amb els tancaments adients. Per a calcular el risc intrínsec de cada sector, es diferencia si aquest pertany a ús industrial, el qual es regeix pel RSCIEI, o no hi pertany, que es regeixen per el CTE-DB-SI. En els casos d'ús industrial, la normativa especifica la següent equació per a calcular-ne el risc del sector:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

On:

- Q_s : densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida, del sector o àrea d'incendi.
- G_i : massa en kg de cada un dels combustibles que existeixen en el sector d'incendi.
- q_i : poder calorífic de cada un dels combustibles que existeixen en el sector d'incendi.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- C_i : coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat de cada un dels combustibles.
- R_a : coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat inherent a l'activitat industrial que es desenvolupa en el sector d'incendi.
- A : superfície construïda del sector d'incendi.

Un cop es coneix la densitat de càrrega del sector d'incendi, es busca en la taula 1.3 del document RSCIEI que indica "De esta tabla se deduce el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio, del edificio industrial o del conjunto del establecimiento industrial." (Gobierno de España, 2004):

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Taula 6: Nivell de risc intrínsec del sector d'incendi. (Gobierno de España, 2004)

En el cas que es tracti d'un sector regit pel document CTE-DB-SI, la densitat de càrrega de foc vindrà determinada per la taula B.6:

	Valor característico [MJ/m ²]
Comercial	730
Residencial Vivienda	650
Hospitalario / Residencial Público	280
Administrativo	520
Docente	350
Pública Concurrencia (teatros, cines)	365
Aparcamiento	280

Taula 7: Densitat de càrrega segons el ús previst. (Ministerio de Fomento, 2010)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Finalment, un cop s'ha determinat el risc intrínsec de la zona estudiada, se'n estableix el nivell d'estabilitat al foc dels elements estructurals portants segons la taula 2.2 del RSCIEI o la taula 1.2 del CTE-DB-SI:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Taula 8: Estabilitat al foc dels elements estructurals (RSCIEI). (Gobierno de España, 2004)

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	E ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Taula 9: Estabilitat al foc dels elements estructurals (CTE). (Ministerio de Fomento, 2010)

On:

- R: Resistència al foc dels elements estructurals.
- EI: Resistència al foc de parets, sostres i portes.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Sector 1: Magatzem Productes Inicials

Per a aquest sector es va determinar que la activitat que s'hi realitzarà seria d'emmagatzematge de mobles de fusta, cosa que comporta un coeficient $R_a=1,5$, i la superfície d'aquest seria de $744,66 \text{ m}^2$.

A més, es va estimar que s'utilitzaria tant fusta com cartró per tal de fer els mobles, sobredimensionant-ne la quantitat en quilograms que es necessitarien realment per tal de no realitzar les instal·lacions amb un risc inferior al necessari. Per tant, les dades dels materials són:

Material	G_i (kg)	q_i (MJ/kg)	C_i	$G_i * q_i * C_i$ (MJ)
Fusta	50.000	16,7	1,3	1.085.500
Cartró	10.000	16,7	1,3	217.100
Total				1.302.600

Taula 10: Càrrega de foc del sector 1. (Font pròpia)

Amb aquestes dades, s'aplica la fórmula especificada anteriorment:

$$Q_s = \frac{1.302.600}{744,66} * 1,5 = 2405 \text{ MJ/m}^2$$

Així doncs, i mitjançant la taula anteriorment mencionada es va determinar que es tracta d'un sector de **risc Mig 5** ($1.700 < Q_s \leq 3.400$). Degut a aquest risc, i segons la taula 8, s'hi hauran d'instal·lar elements amb resistència REI-60.

Sector 2: Planta Producció

Per a aquest sector es va determinar que la activitat que s'hi realitzarà seria de producció de mobles de fusta, cosa que comporta un coeficient $R_a=1,5$, i la superfície d'aquest seria de $780,12 \text{ m}^2$.

A més, es va estimar que s'utilitzaria tant fusta com cartró per tal de fer els mobles, sobredimensionant-ne la quantitat en quilograms que es necessitarien realment per tal de no realitzar les instal·lacions amb un risc inferior al necessari.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per tant, les dades dels materials són:

Material	G _i (kg)	q _i (MJ/kg)	C _i	G _i * q _i * C _i (MJ)
Fusta	50.000	16,7	1,3	1.085.500
Cartró	10.000	16,7	1,3	217.100
Total				1.302.600

Taula 11: Càrrega de foc del sector 2. (Font pròpia)

Amb aquestes dades, s'aplica la fórmula especificada anteriorment:

$$Q_s = \frac{1.302.600}{780,12} * 1,5 = 2405 \text{ MJ/m}^2$$

Així doncs, i mitjançant la taula anteriorment mencionada es va determinar que es tracta d'un sector de **risc Mig 5** (1.700<Q_s≤3.400). Degut a aquest risc, i segons la taula 8, s'hi hauran d'instal·lar elements amb resistència REI-60.

Sector 3: Magatzem Productes Finals

Per a aquest sector es va determinar que la activitat que s'hi realitzarà seria d'emmagatzematge de mobles de fusta, cosa que comporta un coeficient R_a=1,5, i la superfície d'aquest seria de 781,26 m².

A més, es va estimar que s'utilitzaria tant fusta com cartró per tal de fer els mobles, sobredimensionant-ne la quantitat en quilograms que es necessitarien realment per tal de no realitzar les instal·lacions amb un risc inferior al necessari.

Per tant, les dades dels materials són:

Material	G _i (kg)	q _i (MJ/kg)	C _i	G _i * q _i * C _i (MJ)
Fusta	50.000	16,7	1,3	1.085.500
Cartró	10.000	16,7	1,3	217.100
Total				1.302.600

Taula 12: Càrrega de foc del sector 3. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Amb aquestes dades, s'aplica la fórmula especificada anteriorment:

$$Q_s = \frac{1.302.600}{781,26} * 1,5 = 2405 \text{ MJ/m}^2$$

Així doncs, i mitjançant la taula anteriorment mencionada es va determinar que es tracta d'un sector de **risc Mig 5** ($1.700 < Q_s \leq 3.400$). Degut a aquest risc, i segons la taula 8, s'hi hauran d'instal·lar elements amb resistència REI-60.

Sector 4: Oficines

Aquest sector es tracta d'un sector d'ús no industrial, així que es regiria pel document CTE-DB-SI, i per tant la densitat de càrrega de foc segons la taula 6 seria de 520 MJ/m^2 , cosa que implicaria ser un sector amb **risc Baix**. Degut a aquest risc, i segons la taula 9, s'hi haurien d'instal·lar elements amb resistència REI-60, però degut a que una part del arxiu comparteix tancament amb la nau i el sector vestíbul també ho requereix es va decidir que s'hauran d'instal·lar els tancaments completament amb REI-90.

Sector 5: Vestíbul

Aquest sector es tracta d'un sector de risc nul ja que com s'indica en el apartat 1.4 de la secció 1: Propagació interior del document CTE-DB-SI:

Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que se establece en el punto 3 anterior. (Ministerio de Fomento, 2010)

Aquest punt 3 indica:

Cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio. (Ministerio de Fomento, 2010)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, els elements separadors s'establiran conforme els riscos dels sectors contigus a aquest.

Sector 6: Arxiu

Aquest últim sector es tracta d'una zona de risc especial amb les següents dimensions: 55,45 m² de superfície i 3,6 m d'altura, cosa que en fa un volum total de 199,62 m³. N'és de risc especial degut a que segons la taula 2.1 de la secció 1: Propagació Interior del document CTE-DB-SI es troba entre un volum de 100 m³ i 200 m³. Així doncs, es tracta d'un local amb **risc Especial Baix**. Degut a aquest risc s'hi hauran d'instal·lar elements amb resistència REI-60.

Uso previsto del edificio o establecimiento - Uso del local o zona	Tamaño del local o zona S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤ 200 m ³	200<V≤ 400 m ³	V>400 m ³
- Almacén de residuos	5<S≤15 m ²	15<S ≤30 m ²	S>30 m ²
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m ²	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P ⁽¹⁾⁽²⁾	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	20<S≤100 m ²	100<S≤200 m ²	S>200 m ²
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco refrigerante halogenado	P≤400 kW	En todo caso	P>400 kW
- Almacén de combustible sólido para calefacción	S≤3 m ²	P>400 kW	S>3 m ²
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P:			
total	P<2 520 kVA	2520<P≤4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		

Taula 13: Taula de locals de risc especial. (Ministerio de Fomento, 2010)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

5.2 Ocupació per zones

Un cop es van definir els sectors i els tancaments a fer-ne per tal que no es propaguin els incendis, es va passar a determinar-ne la ocupació de cada una d'elles per a complir-ne les exigències relatives a l'evacuació del establiment.

Tal i com s'indica en el punt 6.1 del RSCIEI:

Se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad. (Gobierno de España, 2004)

En aquest cas, es va considerar que en cada sector de la nau hi treballaran dues persones, exceptuant el sector de producció, on en treballaran tres.

Per altre banda, en el CTE-DB-SI, s'indica que la ocupació es calcula mitjançant a següent taula:

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestibulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestibulos generales y zonas de uso público	2

Taula 14: Ocupació dels espais segons el CTE. (Ministerio de Fomento, 2010)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

En primer lloc es van calcular les ocupacions de cada un dels sectors de la nau:

Sectors Nau	Superfície (m ²)	Ponderació	Ocupació
Sector 1: Magatzem productes inicials	744,66	2x1,1	≈ 3
Sector 2: Planta producció	780,12	3x1,1	≈ 4
Sector 3: Magatzem productes finals	781,26	2x1,1	≈ 3
Total			10

Taula 15: Ocupació en els sectors de la nau. (Font pròpia)

Per altre banda, en els sectors que es regeixen pel CTE, la seva ocupació depenia de les diferents zones que el formen, tal que:

Sector 4: Oficines	Superfície (m ²)	Ponderació	Ocupació
Vestíbul emergència PB	32,70	2	≈ 17
Sala oficines PB	156,15	10	≈ 16
Guarda-robes	4,80	10	≈ 1
Sala de reunions PB	26,69	10	≈ 3
WC Oficines PB	9,84	3	≈ 4
WC Adaptat PB	13,94	3	≈ 5
Vestíbul emergència PP	34,50	2	≈ 18
Despatx 1	19,55	10	≈ 2
Despatx 2	18,29	10	≈ 2
Despatx 3	16,67	10	≈ 2
Sala de reunions PP	20,46	10	≈ 3
Servidor	12,55	-	≈ 0
Menjador	32,19	10	≈ 4
Pas PP	76,17	2	≈ 39
WC Oficines PP	8,42	3	≈ 3
WC Adaptat PP	14,35	3	≈ 5
Total			124

Taula 16: Ocupació del sector 4 Oficines. Font pròpia

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Sector 5: Vestíbul	Superfície (m ²)	Ponderació	Ocupació
Vestíbul PB	64,63	2	≈ 33
Recepció	13,19	10	≈ 2
Vestíbul PP	34,25	2	≈ 18
Total			53

Taula 17: Ocupació del sector 5 Vestíbul. (Font pròpia)

Sector 6: Arxiu	Superfície (m ²)	Ponderació	Ocupació
Arxiu	55,45	40	≈ 2
Total			2

Taula 18: Ocupació del sector 6 Arxiu. (Font pròpia)

Així doncs, la ocupació total determinada és de 189 persones:

Sectors Nau	Superfície (m ²)	Ocupació
Sector 1: Magatzem productes inicials	744,66	3
Sector 2: Planta producció	780,12	4
Sector 3: Magatzem productes finals	781,26	3
Sector 4: Oficines	531,72	124
Sector 5: Vestíbul	77,82	53
Sector 6: Arxiu	55,45	2
Total		189

Taula 19: Ocupació total. (Font pròpia)

5.3 Recorreguts d'evacuació

A partir dels diferents sectors prèviament exposats, a més del càlcul de l'ocupació de cada un d'ells, es passa a explicar-ne els recorreguts d'evacuació de cada un.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Un recorregut d'evacuació, tal i com s'explica en el RSCIEI:

Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación. La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos.
(Gobierno de España, 2004)

A més, tant el RSCIEI com el CTE mostren quines son les longituds màximes permeses d'evacuació del sector en relació al nombre de sortides, que es mostren en les següents taules:

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	<p>No se admite en uso <i>Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en uso <i>Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta, incluso de uso <i>Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en uso <i>Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de salida de edificio ⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	<p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso <i>Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso <i>Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.</p>

Taula 20: Longituds d'evacuació en zones no industrials. (Ministerio de Fomento, 2010)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestibulo de independencia en cada comunicaci3n de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicaci3n con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30 -C5	2 x EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾

Taula 21: Longitud d'evacuaci3n en sectors de risc especial: (Ministerio de Fomento, 2010)

Longitud del recorrido de evacuaci3n seg3n el n3mero de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Taula 22: Longituds d'evacuaci3n en naus. (Gobierno de Espa1a, 2004)

Així doncs, per tal de veure si es requeria algun canvi en la estructura i disseny de la nau en quant a sortides de planta i sortides d'emergència, es van mesurar les distàncies des del punt més allunyat del sector fins a les diferents sortides.

Sectors Nau	Sortides	Recorregut (m)
Sector 1: Magatzem productes inicials	2	28,00
Sector 2: Planta producci3n	2	28,70
Sector 3: Magatzem productes finals	2	28,10
Sector 4: Oficines	1	41,20
Sector 6: Arxiu	1	21,00

Taula 23: Recorreguts d'evacuaci3n de la distribuci3n parcial. (Font pr3pia)

Tal i com es pot observar, en el Sector 4: Oficines no es complia la normativa en quan als recorreguts, així que es per aix3 que, tal i com s'ha esmentat en el punt 4.3: *Distribuci3n i Superfícies* d'aquesta mem3ria, es va decidir incloure una escala d'emergència en el lateral esquerre de la zona d'oficines i així poder comptar amb dues sortides del sector i no superar els recorreguts màxims exigits.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, els recorreguts finals de cada un dels sectors seran:

Sectors Nau	Sortides	Recorregut (m)
Sector 1: Magatzem productes inicials	2	28,00
Sector 2: Planta producció	2	28,70
Sector 3: Magatzem productes finals	2	28,10
Sector 4: Oficines	2	24,80
Sector 6: Arxiu	2	17,20

Taula 24: Recorreguts d'evacuació finals. (Font pròpia)

5.4 Instal·lacions a col·locar

Un cop es van definir els recorreguts d'evacuació, i es van realitzar els canvis corresponents al disseny de la nau, es va passar a determinar quines instal·lacions de protecció contra incendis es requerien i el nombre d'aquestes.

Per a determinar-ne quines eren necessàries en els sectors 1, 2 i 3 i quines no ho eren es va seguir l'annex III del RSCIEI (totes les definicions, requeriments per a la instal·lació i característiques d'aquests es poden trobar entre la pàgina 108 i 123). (Gobierno de España, 2004). Aquestes instal·lacions son:

- Sistemes automàtics de detecció d'incendis: No es necessari instal·lar-ne ja que els diferent sectors es tracten de sectors pertanyents a una nau de tipus C de risc Mig i cap d'ells supera els 1.500 m².
- Sistemes manuals d'alarma d'incendis: S'hauran d'instal·lar els sistemes manuals d'alarma, més coneguts com a polsadors, ja que els sectors no requereixen de detecció automàtica.
- Sistemes de comunicació d'alarma: Malgrat no seria necessari, s'instal·larà aquest sistema degut a que es col·locaran sistemes manuals d'alarma d'incendis.
- Sistemes d'abastament d'aigua: No serà necessari instal·lar-ne no ho exigeixen les disposicions vigents. Així doncs, tampoc seran necessaris els sistemes de boques d'incendis equipades (BIE).

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- Sistemes d'hidrants exteriors: No seria necessari col·locar-ne per les condicions que s'exigeixen, però degut a la ubicació de la nau se'n instal·larà un a l'entrada de la parcel·la.
- Extintors d'incendis: S'hauran d'instal·lar tants extintors d'incendis de pols d'eficàcia mínima 21 A, així com d'extintors de CO₂ per a complir amb la normativa anteriorment esmentada.
- Sistemes de columna seca: No serà necessari instal·lar-ne ja que no es superen els 15 m d'altura d'evacuació.
- Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua: No es requerirà instal·lar ruixadors automàtics d'aigua atès que en cap cas es supera la superfície de 2.000 m², tractant-se d'un edifici amb sectors de risc mig i tipus C.
- Sistema d'enllumenat d'emergència: Es col·locaran els llums d'emergència complint la normativa en quant a nombre necessari i col·locació de cadascun d'ells.

En quant els sectors 4, 5 i 6, es va seguir la normativa CTE (totes les definicions, requeriments per a la instal·lació i característiques d'aquests es poden trobar entre la pàgina 108 i 123), (Ministerio de Fomento, 2010), i se'n van determinar:

- Extintors d'incendis: S'hauran d'instal·lar tants extintors d'incendis de pols d'eficàcia mínima 21 A, així com d'extintors de CO₂ per a complir amb la normativa anteriorment esmentada.
- BIEs: No serà necessari col·locar-ne degut a que no es tracten de sectors amb risc alt ni es superen els 2.000 m² de superfície.
- Ascensors d'emergència: No seria necessari instal·lar-ne ja que no es supera una altura d'evacuació de 28 m però se'n instal·larà un junt amb les escales d'emergència al sector 4.
- Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua: No es requerirà instal·lar ruixadors automàtics d'aigua atès que en cap cas es supera una altura d'evacuació de 80 m.
- Sistemes automàtics de detecció d'incendis: No es necessari instal·lar-ne ja que els diferent sectors no superen els 1.000 m².

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- Sistemes manuals d'alarma d'incendis: No en seria necessari la seva instal·lació, tot i que se'n col·locaran atès que els sectors no requereixen de detecció automàtica.

Així doncs, les instal·lacions que es col·locaran en cada un dels sectors seran les següents:

Sector 1: Arxiu → Enllumenat d'emergència, enllumenat d'emergència de gran alçada, extintors, extintors de CO₂, sistemes manuals d'alarma d'incendis i sistema de comunicació.

Sector 2: Arxiu → Enllumenat d'emergència, enllumenat d'emergència de gran alçada, extintors, extintors de CO₂, sistemes manuals d'alarma d'incendis i sistema de comunicació.

Sector 3: Arxiu → Enllumenat d'emergència, enllumenat d'emergència de gran alçada, extintors, extintors de CO₂, sistemes manuals d'alarma d'incendis i sistema de comunicació.

Sector 4: Arxiu → Enllumenat d'emergència, extintors, extintors de CO₂, sistemes manuals d'alarma d'incendis i sistema de comunicació.

Sector 5: Arxiu → Enllumenat d'emergència i extintors.

Sector 6: Arxiu → Enllumenat d'emergència i extintors.

A més, es col·locaran senyals fluorescents d'extintors, recorreguts d'emergència, sortides d'emergència i pulsadors d'alarmes per tal d'identificar-ne ràpidament la seva posició.



Figura 24: Senyalització d'un extintor d'incendis

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

5.5 Quadre resum

Finalment, un cop s'han definit les diferents característiques i elements a col·locar en la instal·lació de contra incendis, se'n ha fet una taula resum per a mostrar-ne aquestes característiques principals:

Sector	Superfície (m ²)	Normativa	Risc	Resistència al foc	Tipus Sector	Ocupació	Recorregut (sort. emergència)	Llum emergència	Llum emergència gran alçada	Extintors	Extintors CO2	BIE	Detectors	Sistemes manuals	Sistema comunicació	Hidrant exterior
Sector 1 Nau	744,66	RSCIEI	Mig 5	REI 60	Magatzem	3	<50m (2)	2	14	7	1	-	-	8	1	1
Sector 2 Nau	780,12	RSCIEI	Mig 5	REI 60	Producció	4	<50m (2)	5	15	7	1	-	-	8	1	
Sector 3 Nau	781,26	RSCIEI	Mig 5	REI 60	Magatzem	3	<50m (2)	6	15	7	1	-	-	8	1	
Oficines	531,72	CTE-SI	Baix	REI 90	Oficines	124	<25m	29	-	7	2	-	-	6	2	
Vestíbul	77,82	CTE-SI	Nul	REI 90	Vest. Indep.	53	-	5	-	1	-	-	-	1	-	
Arxiu	55,45	CTE-SI	E-Baix	REI 90	Arxiu	2	-	2	-	1	-	-	-	1	-	

Taula 25: Taula resum de la instal·lació contra incendis. (Font pròpia)

A més, s'han realitzat diferents plànols on es mostra el disseny de la instal·lació comentada. Aquests plànols son:

- 20-Contra Incendis Nau, 21-Contra Incendis Planta Baixa i 22-Contra Incendis Planta Primera; on es mostren els diferents elements a instal·lar i els recorreguts d'evacuació.
- 23-Sectorització Nau i Planta Baixa i 24-Sectorització Planta Primera; on es mostren les zones que formen cada un dels sectors d'incendis.
- 25-Contra Incendis Seccions, on es mostren les dues seccions longitudinals i les zones sectoritzades.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

En aquests plànols també se'n ha col·locat una simbologia per tal de ser més comprensibles, la qual es la següent:



















Simbologia CONTRA INCENDIS			
	Tancament EI-90		Luminàries emergència-senyalització
	Tancament EI-60		Luminàries emergència-senyalització (gran alçada)
	Tancament EI-45		Toldo EI-90
	Tancament EI-30		Toldo EI-60
	Extintor de 6 kg de pols polivalent d'eficàcia 21A-113B-C		Polsador d'alarma d'incendi
	Extintor de 5 kg de CO2		Armari BIE-25
	Central d'incendis		Sirena sonora lumínica alarma incendis
	Recorregut d'evacuació/Sortida de planta		Hidrant incendis
	Portes Sectoritzadores		Retenidors electromagnètics de portes

Figura 25: Simbologia de la instal·lació de contra incendis. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

6 INSTAL·LACIONS: BAIXA TENSIÓ

Una altre de les instal·lacions que es va dissenyar i realitzar-ne els càlculs corresponents va ser la de baixa tensió, la qual es basa en la definició dels diferents elements i receptors a connectar a la xarxa elèctrica, a més de definir-ne les proteccions que s'hauran de col·locar per tal d'evitar que aquests receptors deixin de funcionar en cas d'un curtcircuit o d'una sobrecàrrega en algun punt de la instal·lació.

Per a realitzar aquesta instal·lació, es va realitzar un estudi lumínic per saber quines eren les lluminàries necessàries, es van determinar la posició dels diferents receptors, ja fossin endolls, forces o maquinàries i després se'n van fer els càlculs corresponents per al dimensionar del cablejat. Finalment se'n van realitzar els esquemes unifilars per a cadascun dels quadres elèctrics.

Aquesta instal·lació es regeix per el REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto; a més del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión i les Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT-01 a ITC-BT-51).

6.1 Il·luminació

En primer lloc, a l'hora de realitzar la instal·lació de baixa tensió, es va fer una primera proposta de lluminàries a col·locar en cadascun dels diversos espais anteriorment definits, i mitjançant el programa DIALux es va comprovar si aquesta primera proposta era viable o se'n hauria de fer canvis per tal de il·luminar millor algunes zones.

Un cop realitzats els càlculs d'aquesta proposta, es va comprovar que en algunes zones d'oficines, com ara la sala d'oficines de la planta baixa o el pas de la planta primera, necessitaven d'una millor il·luminació per tal de complir amb la normativa corresponent. Així doncs, se'n va fer un segon càlcul afegint algunes lluminàries més i se'n va obtenir la distribució final, la qual es pot observar en els plànols 30-II-luminació Nau, 31-II-luminació Planta Baixa i 32-II-luminació Planta Primera.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs les lluminàries que s'hauran de col·locar en les sales son:

Llum	Potència (W)	Il·luminació (lúmens)	Unitats	Situació
Nordeon Highbay Vidar 2	220	33.000	31	Nau
Celer Panel LED 60x60 - 7100005056	40	3.600	62	Sales d'oficina
Celer Downlight SPK - 7100020148	23	2.320	62	Banyes, pas i vestíbuls
Celer Pantalla Monoblock IP65 - 7100070019	50	6.200	4	Taules d'oficines PB
Lamp Kombic - 9281530	36	4.016	2	Escales
Lamp Flut – MF265SY740NG	44	5.577	20	Exterior

Taula 26: Lluminàries escollides a col·locar. (Font pròpia)

A part de les llums, també es van col·locar els diferents elements d'encesa d'aquestes, és a dir, es va fer una distribució dels diferents interruptors, commutadors i detectors de presència per tal d'encendre cada un dels llums. La col·locació d'aquests elements també es pot veure en els plànols abans esmentats, i es troba tant sols en la zona d'oficines ja que en la zona de la nau es va decidir que s'encendrien directament pujant en interruptor magnetotèrmic. Per tant, se'n hauran d'instal·lar el següent nombre d'enceses:

Enceses de llums	Unitats
Interruptor d'encesa	21
Commutador d'encesa	8
Detector de presència	10

Taula 27: Sistemes d'encesa de les lluminàries. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Finalment, també se'n han col·locat dues taules de simbologia per tal que els tres plànols siguin més comprensibles, les quals son:







Simbologia LLUMINÀRIES						
	Marca	Model	Referència	Potència	Il·luminació	Unitats
	Nordeon	Highbay Vidar 2	62011945	220 W	33.000 lm	31
	Celer	Panel LED 60x60	7100005056	40 W	3.600 lm	62
	Celer	Downlight SPK	7100020148	23 W	2.320 lm	62
	Celer	Pantalla Monoblock IP65	7100070019	50 W	6.200 lm	4
	Lamp	Kombic	9281530	36 W	4.016 lm	2
	Lamp	Flut	MF265SY740NG	44 W	5.577 lm	20

Figura 26: Simbologia de les Il·luminàries. (Font pròpia)




Simbologia ENCESES LLUMINÀRIES	
	Interrupor d'encesa
	Commutador d'encesa
	Detector de presència

Figura 27: Simbologia d'enceses de les Il·luminàries. (Font pròpia)

En l'annex B se'n poden veure les pàgines on es descriuen les característiques de cada una d'aquestes lluminàries.

6.2 Potències per quadre

A l'hora de determinar quina seria la potència requerida per tota la instal·lació, es va dividir la nau i la zona d'oficines en diferents quadres elèctrics, on a cadascun se li hauran de col·locar les línies adients a la zona de la seva situació. En cada un dels quadre elèctrics, s'hi van col·locar línies d'endolls, de forces, d'il·luminació i d'il·luminació d'emergència.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Aquests quadres, junt amb les línies a instal·lar-hi en cadascun d'ells i la potència que requereixen són:

Línies Quadre General	Potència (W)
L0.1 Llums Vestíbul 1	174
L0.2 Llums Vestíbul 2	82
L0.3 Llums Exterior	880
LE0.1 Emergència Entrades	78
F0.1 Ascensor 1	3.000
F0.2 Ascensor 2	3.000
F0.3 Intrussió i CCTV	2.500
Subquadre Nau 1	3.785
Subquadre Nau 2	13.864
Subquadre Nau 3	6.549
Subquadre Planta Baixa	22.319
Subquadre Planta Primera	27.574
TOTAL	83.805

Taula 28: Línies i potències del quadre general. (Font pròpia)

Línies Subquadre Nau 1	Potència (W)
L1.1 Llums 1	1.100
L1.2 Llums 2	1.100
LE1.1 Emergència 1	208
F1.1 Porta 1	1.000
F1.2 Porta 2	1.000
F1.3 Porta 3	1.000
TOTAL	5.408

Taula 29: Línies i potències del subquadre nau 1. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Línies Subquadre Nau 2	Potència (W)
L2.1 Llums 1	1.100
L2.2 Llums 2	1.100
LE2.1 Emergència 2	208
L2.3 Llums Bany	69
E2.2 Endolls Bany	2.940
F2.4 Assecamans	1.450
E2.1 Endolls 1	2.940
F2.1 Talladores	3.000
F2.2 Muntatge	3.000
F2.4 Empaquetadores	3.000
F2.5 Ventilació Bany	1.000
TOTAL	19.807

Taula 30: Línies i potències del subquadre nau 2. (Font pròpia)

Línies Subquadre Nau 3	Potència (W)
L3.1 Llums 1	1.100
L3.2 Llums 2	1.100
LE3.1 Emergència 3	247
L3.3 Llums Bany	69
F3.2 Assecamans	2.900
E3.1 Endolls Bany	2.940
F3.1 Porta 1	1.000
TOTAL	9.356

Taula 31: Línies i potències del subquadre nau 3. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Línies Subquadre Planta Baixa	Potència (W)
L4.1 Llums Reunió	320
L4.2 Llums Sala	637
L4.3 Llums Recepció	160
LE4.1 Emergència PB	143
L4.4 Llums Bany	138
E4.4 Endolls Bany	2.940
F4.3 Assecamans	2.900
E4.1 Endolls 1	2.940
E4.2 Endolls 2	2.940
E4.3 Endolls 3	2.940
F4.1 Clima Reunió	100
F4.2 Clima Recepció	100
F4.4 Clima Exterior PB	10.000
TOTAL	26.258

Taula 32: Línies i potències del subquadre planta baixa. (Font pròpia)

Línies Subquadre Planta Primera	Potència (W)
L5.1 Llums 1	320
L5.2 Llums 2	1.080
L5.3 Llums 3	860
LE5.1 Emergència PP	140
L5.4 Llums Bany	140
E5.5 Endolls Bany	2.940
F5.5 Assecamans	2.900
E5.1 Endolls 1	2.940
E5.2 Endolls 2	2.940
E5.3 Endolls 3	2.940
E5.4 Endolls 4	2.940

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

F5.1 Clima 1	100
F5.2 Clima 2	100
F5.3 Clima 3	100
F5.4 Clima Exterior PP	10.000
F5.5 Ventilació	2.000
TOTAL	32.440

Taula 33: Línies i potències del subquadre planta primera. (Font pròpia)

Tal i com es pot observar, la suma del total de potències de cada un dels quadres no és igual no és igual a la potència que dona el quadre general, i això es degut a que s'ha realitzat els càlculs amb el factor de simultaneïtat, és a dir, que la instal·lació de cada subquadre no estarà sempre en funcionament sinó que hi hauran moments del dia que no s'utilitzarà cap de les línies. En la següent taula es pot observar la potència final de cada quadre i la seva simultaneïtat:

Quadre	Potència instal·lada	Simultaneïtat	Potència utilitzada
Quadre General	83.805	1	83.805
Subquadre Nau 1	5.408	0,7	3.785
Subquadre Nau 2	19.807	0,7	13.864
Subquadre Nau 3	9.356	0,7	6.549
Subquadre Planta Baixa	26.258	0,85	22.319
Subquadre Planta Primera	32.440	0,85	27.574

Taula 34: Potències de cada quadre. (Font pròpia)

Així doncs, es requerirà una instal·lació de 83.805 W, que es proporcionarà per una escomesa de 400 V i 50 Hz.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

6.3 Fórmules de càlcul

En el càlcul de la instal·lació de baixa tensió s'ha de comprovar que les intensitats màximes de les línies que s'hi col·loquen siguin inferiors a les potències admeses en el Reglamento de Baja Tensión, tenint en compte els factors de correcció segons el tipus d'instal·lació. Així doncs, aquestes intensitats s'han de calcular amb la següents expressions, tant a nivell monofàsic com trifàsic:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi} \quad I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_f \cdot \cos \varphi}$$

Per altre banda, també s'ha de comprovar que la caiguda de tensió no superi el 1,5% de la tensió nominal aplicada fins al quadre general, el 3% de la tensió nominal en circuits d'enllumenat i endolls des del quadre principal, i el 5% de la tensió nominal en la resta de circuits. Les fórmules a utilitzar son les següents:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Caiguda de tensió en monofàsic: $\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$

Caiguda de tensió en trifàsic: $\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$

On:

- I Intensitat calculada (A).
- R Resistència de la línia (Ω).
- X Reactància de la línia (Ω).
- j Angle corresponent al factor de potència de la càrrega.

Totes aquestes comprovacions es van realitzar mitjançant el programa Cypelec REBT, amb el qual se'n va dissenyar la instal·lació dels receptors i del cablejat i en va realitzar els càlculs i els esquemes unifilars.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

6.4 Interruptors utilitzats

De cara a mantenir els circuits protegits contra corrents de curtcircuit o contra caigudes de tensió, s'hauran de col·locar interruptors de protecció en cada una de les línies que es col·loquen en cada sector, a més d'interruptors per les diferents agrupacions de línies.

Un interruptor diferencial és aquell que protegeix a les línies de possibles curtcircuits, mentre que l'interruptor magnetotèrmic protegeix a les línies de sobreescalfaments dels circuits.

Així doncs, en les taules següents es mostra els interruptors que s'han de col·locar i a quines línies afecten cadascun d'ells:

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums QG	2P / 40A / 30mA	L0.1	2P / 10A / 6kA
		L0.2	2P / 10A / 6kA
		L0.3	2P / 10A / 6kA
		LE0.1	2P / 10A / 6kA
Ascensor 1	4P / 40A / 30mA	F0.1	4P / 16A / 10kA
Ascensor 2	4P / 40A / 30mA	F0.2	4P / 16A / 10kA
Intrussió i CCTV	4P / 40A / 30mA	F0.3	4P / 10A / 10kA
SQ1	-	-	4P / 10A / 10kA
SQ2	-	-	4P / 20A / 10kA
SQ3	-	-	4P / 10A / 10kA
SQ4	-	-	4P / 40A / 10kA
SQ5	-	-	4P / 40A / 10kA

Taula 35: Interruptors de protecció del quadre general. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums SQ1	2P / 40A / 30mA	L1.1	2P / 10A / 6kA
		L1.2	2P / 10A / 6kA
		LE1.1	2P / 10A / 6kA
Porta 1	4P / 40A / 30mA	F1.1	4P / 10A / 6kA
Porta 2	4P / 40A / 30mA	F1.2	4P / 10A / 6kA
Intrussió i CCTV	4P / 40A / 30mA	F0.3	4P / 10A / 6kA

Taula 36: Interruptors de protecció del subquadre nau 1. (Font pròpia)

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums SQ2	2P / 40A / 30mA	L2.1	2P / 10A / 6kA
		L2.2	2P / 10A / 6kA
		LE2.1	2P / 10A / 6kA
Bany SQ2	2P / 40A / 30mA	L2.3	2P / 10A / 6kA
		F2.1	2P / 10A / 6kA
		E2.2	2P / 16A / 6kA
Endolls	2P / 40A / 30mA	E2.1	2P / 16A / 6kA
Talladores	4P / 40A / 30mA	F2.2	4P / 10A / 6kA
Muntatge	4P / 40A / 30mA	F2.3	4P / 10A / 6kA
Empaquetadores	4P / 40A / 30mA	F2.4	4P / 10A / 6kA
Ventilació Bany	4P / 40A / 30mA	F2.5	4P / 10A / 6kA

Taula 37: Interruptors de protecció del subquadre nau 2. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums SQ3	2P / 40A / 30mA	L3.1	2P / 10A / 6kA
		L3.2	2P / 10A / 6kA
		LE3.1	2P / 10A / 6kA
Bany SQ3	2P / 40A / 30mA	L3.3	2P / 10A / 6kA
		F3.2	2P / 10A / 6kA
		E3.1	2P / 16A / 6kA
Porta 4	4P / 40A / 30mA	F3.1	4P / 10A / 6kA

Taula 38: Interruptors de protecció del subquadre nau 3. (Font pròpia)

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums SQ4	2P / 40A / 30mA	L4.1	2P / 10A / 6kA
		L4.2	2P / 10A / 6kA
		L4.3	2P / 10A / 6kA
		LE4.1	2P / 10A / 6kA
Bany SQ4	2P / 40A / 30mA	L4.4	2P / 10A / 6kA
		E4.4	2P / 16A / 6kA
		F4.3	2P / 10A / 6kA
Endolls 1 PB	2P / 40A / 30mA	E4.1	2P / 16A / 6kA
		E4.2	2P / 16A / 6kA
Endolls 2 PB	2P / 40A / 30mA	E4.3	2P / 16A / 6kA
Clima PB	4P / 40A / 30mA	F4.1	4P / 10A / 6kA
		F4.2	4P / 10A / 6kA
Clima exterior PB	4P / 40A / 30mA	F4.4	4P / 16A / 6kA

Taula 39: Interruptors de protecció del subquadre planta baixa. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Agrupació de línies	Característiques diferencial	Línies	Característiques magnetotèrmic
Llums SQ5	2P / 40A / 30mA	L5.1 L5.2 L5.3 LE5.1	2P / 10A / 6kA 2P / 10A / 6kA 2P / 10A / 6kA 2P / 10A / 6kA
Bany SQ5	2P / 40A / 30mA	L5.4 E5.5 F5.5	2P / 10A / 6kA 2P / 16A / 6kA 2P / 10A / 6kA
Endolls 1 PP	2P / 40A / 30mA	E5.1 E5.2	2P / 16A / 6kA 2P / 16A / 6kA
Endolls 1 PP	2P / 40A / 30mA	E5.3 E5.4	2P / 16A / 6kA 2P / 16A / 6kA
Clima PP	4P / 40A / 30mA	F5.1 F5.2 F5.3	4P / 10A / 6kA 4P / 10A / 6kA 4P / 10A / 6kA
Clima exterior PP	4P / 40A / 30mA	F5.4	4P / 16A / 6kA
Ventilació	4P / 40A / 30mA	F5.6	4P / 16A / 6kA

Taula 40: Interruptors de protecció del subquadre planta primera. (Font pròpia)

Així doncs, s'hauran d'instal·lar el següent nombre d'interruptors de protecció:

Interruptor de protecció	Unitats
Diferencial - 2P / 40A / 30mA	15
Diferencial - 4P / 40A / 30mA	16
Magnetotèrmic - 2P / 10A / 6kA	29
Magnetotèrmic - 2P / 16A / 6kA	12
Magnetotèrmic - 4P / 10A / 6kA	16
Magnetotèrmic - 4P / 16A / 6kA	5
Magnetotèrmic - 4P / 20A / 6kA	1
Magnetotèrmic - 4P / 40A / 6kA	2

Taula 41: Interruptors de protecció a col·locar. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

6.5 Cablejat i conductes

Un cop col·locats els receptors, i per tal d'unir-los amb els quadres i la escomesa, també se'n a dissenyat el cablejat elèctric, ja siguin de forma monofàsica o trifàsica.

A més, es va decidir que el cablejat tant de la nau com de la planta primera d'oficines anirien visibles, mentre que el de la planta baixa aniria pel fals sostre. En ambdós casos, el cablejat utilitzat serà mitjançant unes safates metàl·liques obertes, conegudes com a rejibands, les quals es protegiran mitjançant sacs intumescents quan travessin un tancament sectoritzador d'incendis. Aquestes safates i cablejat tenen les següents característiques amb les següents característiques:

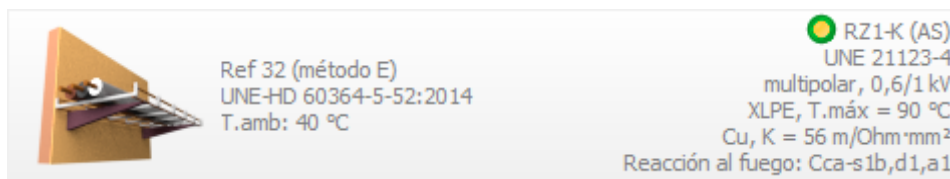


Figura 28: Instal·lació del cablejat interior. (Cype Ingenieros, 2017c)



Figura 29: Protecció de safates per sacs intumescents. (Vimat Ignufats SL, n.d.)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per altre banda, des de l'escomesa fins al quadre general el sistema de cablejat serà mitjançant un tub enterrat per on passaran els diferents cables. Les característiques d'aquest tipus d'instal·lació és:

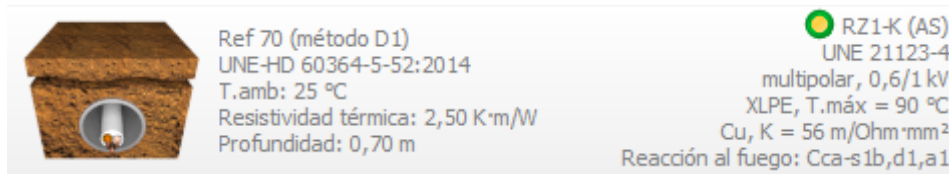


Figura 30: Instal·lació del cablejat exterior. (Cype Ingenieros, 2017c)

Aquest cablejat, tant l'interior com l'exterior, es va dimensionar mitjançant el programa Cypelec REBT per tal de conèixer la secció necessària i la seva longitud real. Aquestes característiques es mostren en els plànols 43-Unifilar Quadre General i Escomesa, 44-Unifiliars Subquadres Nau 1 i Nau 3, 45-Unifilar Subquadre Nau 2, 46-Unifilar Subquadre Planta Baixa i 47-Unifilar Subquadre Planta Primera; a més del document d'amidaments i pressupost.

6.6 Resum de la instal·lació

Finalment, un cop es va acabar el disseny i els càlculs de la instal·lació de baixa tensió, se'n van realitzar els diferents plànols i els esquemes unifilars de cada un dels quadres, que es poden observar en el document de plànols, i son:

- 40-Baixa Tensió Nau, 41-Baixa Tensió Planta Baixa i 42-Baixa Tensió Planta Primera s'hi pot observar la posició de cada un dels receptors a col·locar junt amb quina línia pertanyen.
- 43-Unifilar Quadre General i Escomesa, 44-Unifiliars Subquadres Nau 1 i Nau 3, 45-Unifilar Subquadre Nau 2, 46-Unifilar Subquadre Planta Baixa i 47-Unifilar Subquadre Planta Primera s'hi poden veure els esquemes unifilars de cada quadre elèctric.
- 50-Safates de Cablejat Nau, 51-Safates de Cablejat Planta Baixa i 52-Safates de Cablejat Planta Primera s'hi mostra la col·locació de les safates per on passaran els cables.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

A més, en aquests plànols s'ha utilitzat la següent simbologia per a fer-los més aclaridors:








Simbologia BAIXA TENSIÓ	
	Lluminàries emergència-senyalització
	Lluminàries emergència-senyalització (gran alçada)
	Endoll encastat a paret
	Endoll encastat a terra
	Lluminàries
	Receptor de forces i mquinàries
	Quadre elèctric

Figura 31: Simbologia de la instal·lació de baixa tensió. (Font pròpia)




Simbologia SAFATES	
	Safates Cablejat Nau
	Safates Cablejat Oficines
	Sacs Intumescents

Figura 32: Simbologia de safates de cablejat. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

7 INSTAL·LACIONS: CLIMATITZACIÓ I VENTILACIÓ

Una altra de les instal·lacions que es van calcular i dissenyar va ser la instal·lació de climatització i ventilació de la zona d'oficines i banys del establiment, la qual s'encarrega de mantenir l'espai a la temperatura desitjada, a més d'extreure'n els mals olors.

Per tal de realitzar el disseny d'aquesta instal·lació es van utilitzar els programes CLwin i DAwin, que es regeixen per les següents normatives: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), les Instrucciones Técnicas (IT) i el Código Técnico de Edificación, tant el de Salubridad (HS) com el d'Ahorro de energia (HE).

7.1 Horari de funcionament

En primer lloc, es va definir quin seria el horari de funcionament de cada una de les zones que es van climatitzar, contemplant la ocupació màxima de cada una d'aquestes zones i l'enllumenat que s'hi aportarà. Així doncs, es va definir el següent horari:

Zona a climatitzar/ventilar	Ocupació de la zona	Horari operacional
Sala de reunions PB	4	8 hores, condicions operacionals
Sala oficines PB	13	8 hores, condicions operacionals
Recepció	1	8 hores, condicions operacionals
Banys PB i Banys Nau	-	-
Despatx 1	2	8 hores, condicions operacionals
Despatx 2	2	8 hores, condicions operacionals
Despatx 3	2	8 hores, condicions operacionals
Menjador	16	8 hores, condicions operacionals
Sala de Reunions PP	2	8 hores, condicions operacionals
Banys PP	-	-

Taula 42: Zones a climatitzar i horari. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per altre banda, també es va definir quin seria l'horari de 8 hores en condicions operacionals dels sectors d'oficines segons el percentatge de càrrega per a cada hora solar. Aquest horari és:

Referència		Percentatge de càrrega per a cada hora solar																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Condicions operacionals 8h																									
0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	

Taula 43: Percentatge de càrrega per a cada hora solar. (Font pròpia)

7.2 Condicions de les zones i càrregues tèrmiques

Per altre banda, a partir de la ubicació del establiment se'n van definir les condicions exteriors del projecte, les quals son:

- Temperatura seca estiu: 27,6 °C.
- Temperatura humida estiu: 22,5 °C.
- Percentil condicions d'estiu: 5,0 %.
- Temperatura seca hivern: 1,2 °C.
- Percentil condicions d'hivern: 97,5 %.
- Variació diürna de temperatures: 8,4 °C.
- Orientació del vent dominant: N.
- Velocitat del vent dominant: 3,60 m/s.

Un cop definides les característiques, es va procedir a realitzar-ne els càlculs de les càrregues tèrmiques i del cabal de ventilació necessari de cada una de les zones anteriorment exposades, col·locant en el programa de càlcul els materials utilitzats en les façanes, els tancaments interiors i els forjats.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

En la taula següent es mostren els resultats obtinguts:

Zona a climatitzar / ventilar	Càrrega de Refrigeració Simultània (W)	Càrrega de Refrigeració Màxima (W)	Data de màxima càrrega	Càrrega de Calefacció (W)	Volum Ventilació (m ³ /h)
Sala de reunions PB	1.452	1.458	Juliol 12 h	1.862	180,0
Sala oficines PB	12.355	12.383	Agost 12 h	8.385	585,0
Recepció	2.087	2.321	Octubre 12 h	1.453	45,0
Banys PB i Banys Nau	646	647	Agost 12 h	551	45,0
Despatx 1	1.265	1.272	Juliol 12 h	1.212	90,0
Despatx 2	2.392	2.554	Octubre 12 h	1.927	90,0
Despatx 3	2.384	2.548	Octubre 12 h	1.919	90,0
Menjador	4.794	4.798	Agost 12 h	4.246	460,8
Sala de Reunions PP	2.711	2.901	Octubre 12 h	2.182	90,0
Banys PP	646	647	Agost 12h	551	45,0

Taula 44: Càrregues tèrmiques de cada zona. (Font pròpia)

En l'annex A es pot veure l'evolució anual de la temperatura exterior seca i humida màxima de la ubicació, a més del càlcul detallat que realitza el programa d'una de les zones a climatitzar.

7.3 Maquinària utilitzada

Un cop conegudes les càrregues tèrmiques es va passar a escollir la maquinària necessària a col·locar en cada una de les zones per tal de complir amb les condicions calculades.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per tal d'escollir la maquinària adient, es van consultar els catàlegs de diferents marques com ara Panasonic, Mitsubishi, Samsung o Hitachi, escollint finalment a Mitsubishi com a proveïdor, mentre que per a seleccionar cada una de les màquines, es van comparar els resultats de cada zona amb les característiques de cada una, obtingudes del catàleg. (Mitsubishi Electric S.A., 2019)

A més, a l'hora de climatitzar la sala d'oficines de la planta baixa, es va decidir fer-ho mitjançant conductes de climatització en comptes d'un cassette de 4 vies, tal i com es va realitzar el disseny de les altres sales. A més, es va decidir que cada màquina sigui completament independent a les altres mitjançant un sistema de control remot de la temperatura en cada una de les sales a climatitzar.



Figura 33: Cassette de 4 vies. (Mitsubishi Electric S.A., 2019)



Figura 34: Màquina interior de conductes. (Mitsubishi Electric S.A., 2019)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, es van escollir les següents maquinàries:

Zona a climatitzar/ ventilar	Càrrega de Refrigeració Màxima (W)	Càrrega de Calefacció (W)	Volum Ventilació (m ³ /h)	Màquina escollida	Potència frigorífica / calorífica entregada (W)
Sala de reunions PB	1.458	1.862	180,0	Cassette PLFY-P15VFM-E	1,7 / 1,9
Sala oficines PB	12.383	8.385	585,0	Conductes PEFY-P200VMHS-E	22,4 / 25,0
Recepció	2.321	1.453	45,0	Cassette PLFY-P25VFM-E	2,8 / 3,2
Banys PB i Banys Nau	647	551	45,0	-	-
Despatx 1	1.272	1.212	90,0	Cassette PLFY-P15VFM-E	1,7 / 1,9
Despatx 2	2.554	1.927	90,0	Cassette PLFY-P25VFM-E	2,8 / 3,2
Despatx 3	2.548	1.919	90,0	Cassette PLFY-P25VFM-E	2,8 / 3,2
Menjador	4.798	4.246	460,8	Cassette PLFY-50VFM-E	5,6 / 6,3
Sala de Reunions PP	2.901	2.182	90,0	Cassette PLFY-P32VFM-E	3,6 / 4,0
Banys PP	647	551	45,0	-	-

Taula 45: Maquinària escollida per a cada zona. (Font pròpia)

En el document de pressupost i d'amidaments es pot veure les característiques d'aquestes màquines, i en l'annex B es poden veure les pàgines extretes del catàleg.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

7.4 Instal·lacions a col·locar

Finalment, un cop escollides les màquines, es va passar a dissenyar-ne els diferents conductes de ventilació i de climatització de la sala interior mitjançant el programa DAWin.

En aquest programa es van col·locar cada un dels conductes unint-los a les màquines de clima, a més de dissenyar-ne la posició de les reixetes d'extracció i d'impulsió d'aire, les quals faran la funció de ventilació de cada espai. Un cop tot va estar col·locat, el programa en va dimensionar el diàmetre de cada conducte, a més del tamany de les reixetes. Es va determinar que aquests conductes seran fets de xapa d'acer i protegits per tubs intumescentos quan travessin tancaments sectoritzadors d'incendis.



Figura 35: Conductes de xapa d'acer per a ventilació. (Westerfix, 2019)



Figura 36: Protecció de les canonades per tubs intumescentos. (Gersal, 2018)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, els espais a climatitzar i ventilar son:

Zona	Clima - Impulsió	Clima - Retorn	Ventilació - Impulsió	Ventilació - Extracció	Impulsió per Màquina de clima
Sala de reunions PB	-	-	-	X	X
Sala oficines PB	X	X	-	X	X
Recepció	-	-	-	X	X
Banys PB i Banys Nau	-	-	-	X	-
Despatx 1	-	-	-	X	X
Despatx 2	-	-	-	X	X
Despatx 3	-	-	-	X	X
Menjador	-	-	X	X	X
Sala de Reunions PP	-	-	-	X	X
Banys PP	-	-	-	X	-

Taula 46: Instal·lació de climatització i ventilació de cada zona. (Font pròpia)

Aquest disseny de les instal·lacions de ventilació i climatització es poden veure en els següents plànols:

- En els plànols 60-Climatització Planta Baixa i 61-Climatització Planta Primera s'hi mostra la situació de les màquines de climatització.
- En els plànols 70-Ventilació Nau, 71-Ventilació Planta Baixa, 72-Ventilació Planta Primera, 73-Ventilació Coberta i 74-Ventilació Seccions s'hi poden observar es conductes de ventilació i climatització.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

A més, en aquests plànols se'n mostra la següent simbologia per fer-los més comprensibles:

Simbologia MAQUINÀRIA CLIMATITZACIÓ						
	Marca	Model	Referència	Pot. Frigo	Pot. Calor	Unitats
①	Mitsubishi	City Multi 4 vies 570x570	PLFY-P15VFM-E	1,7 kW	1,9 kW	3
②	Mitsubishi	City Multi 4 vies 570x570	PLFY-P25VFM-E	2,8 kW	3,2 kW	3
③	Mitsubishi	City Multi 4 vies 570x570	PLFY-P32VFM-E	3,6 kW	4,0 kW	1
④	Mitsubishi	City Multi 4 vies 570x570	PLFY-P50VFM-E	5,6 kW	6,3 kW	1
⑤	Mitsubishi	Màquina per conductes	PEFY-P200VMHS-E	22,4 kW	25,0 kW	1

Figura 37: Simbologia de maquinàries de climatització. (Font pròpia)






Simbologia CLIMATITZACIÓ	
	Màquina de sostre de 4 vies
	Reixeta d'impulsió d'aire
	Reixeta de retorn d'aire
	Màquina de climatització
	Identificador de màquina utilitzada

Figura 38: Simbologia de la instal·lació de climatització. (Font pròpia)






Simbologia VENTILACIÓ	
	Reixeta d'impulsió de ventilació
	Reixeta de extracció d'aire de ventilació
	Impulsor d'aire
	Extractor d'aire
	Tub intumescent

Figura 39: Simbologia de la instal·lació de ventilació. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

8 INSTAL·LACIONS: FONTANERIA I SANEJAMENT

A més de les instal·lacions ja comentades, es va dissenyar i dimensionar també la instal·lació de fontaneria, la qual es basa en la col·locació i manteniment de canonades i desaigües per tal d'abastir la nau industrial amb aigua potable i evacuar-ne les aigües residuals. Per tal de realitzar-ne el disseny d'aquesta instal·lació, es va utilitzar el programa Cypecad MEP, anteriorment explicat, i es va seguir la normativa CTE-DS-HS. (Renovables, 2007)

8.1 Fontaneria d'aigua potable

En un primer lloc, a l'hora de fer la distribució dels espais i dels diferents utilitaris de la nau, es van col·locar els punts de sortida d'aigua tant de la planta baixa com de la planta primera, per tal de fer-hi arribar tant la AFS (aigua freda sanitària) com la ACS (aigua calenta sanitària) en cada punt d'aquests:

Punt de sortida	Situació	Unitats
Vàter amb cisterna	Nau	4
	Planta Baixa	4
	Planta Primera	4
Lavabo	Nau	5
	Planta Baixa	5
	Planta Primera	9

Taula 47: Punts de sortida d'aigua sanitària. (Font pròpia)

Un cop es van col·locar els punts de sortida d'aigua, es va passar a realitzar-ne el disseny sobre plànol situant les canonades necessàries, les quals seran fetes de PEX (Polietilè reticulat), a més de les vàlvules de protecció i el escalfador d'aigua a la coberta accessible per passar de AFS a ACS, per tal que el programa en dimensionés les mesures de cada un dels conductes a col·locar. A més, es va decidir que en els banys de la zona de la nau de producció no hi arribés aigua calenta degut a que necessitava de molta més força ja que es troba a molta distància del escalfador.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL



Figura 40: Canonada de PEX per a fontaneria. (Leroy Merlin, n.d.)

Es coneix com a vàlvula de retenció el “dispositivo que impide automáticamente el paso de un fluido en sentido contrario al normal funcionamiento de la misma.”, mentre que la vàlvula de pas es aquella “llave colocada en el tubo de alimentación que pueda cortarse el paso del agua hacia el resto de la instalación interior.” (Renovables, 2007)

Així doncs, i tal i com s'indica en la normativa que s'ha seguit, es va col·locar una vàlvula de retenció prèvia a cada una de les pujants, i una vàlvula de pas just a la entrada de cada una de les zones on es troben els diferents punts de sortida. Per tant, s'hauran de situar dues vàlvules de retenció i disset vàlvules de pas.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Finalment, se'n van fer els plànols en el microstation per tal de veure aquesta part de la instal·lació, els quals son el 80-Fontaneria Nau, 81-Fontaneria Planta Baixa, 82-Fontaneria Planta Primera i 83-Fontaneria Campa. A més, se'n ha fet una simbologia per tal que siguin més comprensibles:



Simbologia FONTANERIA	
	Pujants d'aigua
	Aigua Freda Sanitària
	Aigua Calenta Sanitària
	Vàlvules de retenció
	Rentamans
	Lavabo
	Comptador
	Aixeta de Pas
	Caldera
	Escomesa
	Canalització de desaigües
	Arqueta
	Desaigüe vial

Figura 41: Simbologia de la instal·lació de fontaneria. (Font pròpia)

8.2 Desaigües

Per altre banda, també se'n va dissenyar la part de la instal·lació d'evacuació d'aigües residuals mitjançant el sistema de desaigües. Per tal de realitzar-ne aquesta part, es van col·locar dues arquetes de 40x40 cm centrades en cada una de les zones de la nau, a més de una altre en el sector d'oficines. Un cop col·locades, es van situar les diferents canonades per tal de portar-hi l'aigua des del punt d'extracció fins a l'arqueta corresponent.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

A més, es va col·locar en el programa de càlcul una arqueta principal situada al exterior de la nau, de dimensions 80x80 cm, la qual ha de desenvolupar en el sistema de clavegueram, i se'n va realitzar el dimensionat de les canonades a col·locar.

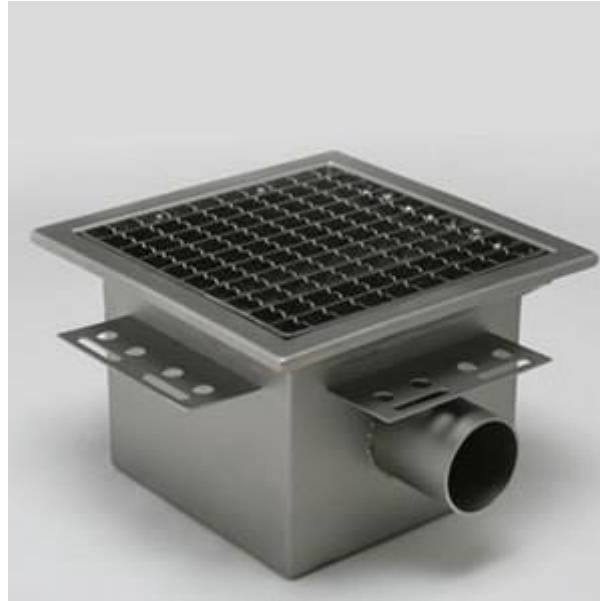


Figura 42: Arqueta de desaiçgues. (Archiproducts, 2019)

Aquesta part de la instal·lació es pot observar en els plànols 83-Fontaneria Campa i 84-Desaiçgues.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

9 INSTAL·LACIONS: INTRUSSIÓ I CCTV

A part de les instal·lacions ja comentades, també es va dissenyar la instal·lació d'intrussió i CCTV, la qual es basa en la col·locació i manteniment de tots els sistemes electrònic necessaris per tal de garantir la seguretat de l'establiment, proporcionant una cobertura del perímetre, detectant i/o gravant els moviments de persones en tots els espais interiors i exteriors i protegint els diferents accessos com ara portes o finestres.

Així doncs, a l'hora de fer aquesta instal·lació, es va dividir en tres parts, les quals van ser:

- Central d'intrussió: En aquesta part es va dissenyar com funcionaria el sistema d'intrussió per tal de garantir la seguretat de tot l'establiment, el qual es basarà en un servidor principal des d'on es controlaran els diferents sistemes mitjançant un teclat que en proporciona accés als diferents sistemes. A més, es va decidir que es col·locaran dos punts de xarxa WIFI, un en cada planta d'oficines, per tal de donar accés a internet a tots els dispositius que ho necessitin.
- Protecció d'espais interiors: En quant als espais interiors, es va decidir que s'hauran de col·locar detectors de presència per tal de controlar-ne les diferents entrades als diferents espais, a més de situar detectors d'empremtes dactilars per tal d'accedir a l'establiment i fitxar les hores treballades. Finalment, també es va decidir que es necessitarà una sirena interior en el cas d'una entrada no desitjada.
- Protecció d'espais exteriors: Per tal de garantir la seguretat en els espais exteriors, es va dissenyar un sistema de càmeres de vigilància per tal d'enregistrar les entrades a la parcel·la del establiment, tant càmeres analògiques d'alta definició com càmeres infraroges. A més, també serà necessari posar una alarma exterior.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Per tant, es col·locaran els següents dispositius d'intrussió:

Dispositiu	Espai	Unitats
Servidor	Central	1
Teclat	Central	1
Antena WIFI	Central	2
Detector de presència	Interior	10
Lector d'empremtes dactilars	Interior	3
Sirena interior	Interior	1
Sirena exterior	Exterior	1
Càmera exterior HD	Exterior / Interior	13
Càmera exterior infraroja	Exterior	8

Taula 48: Dispositius de la instal·lació d'intrussió i CCTV. (Font pròpia)

Un cop es va dissenyar el sistema de protecció i seguretat, i per tal de veure la col·locació dels diferents dispositius mencionats, se'n van fer els plànols en el microstation, els quals son el 90-Intrussió i CCTV Nau, 91-Intrussió i CCTV Planta Baixa, 91-Intrussió i CCTV Planta Primera i 93-Intrussió i CCTV Campa. A més, se'n ha fet una simbologia per tal que aquests plànols siguin més comprensibles:









Simbologia INTRUSSIÓ i CCTV	
	Càmera de seguretat
	Càmera de seguretat per infrarrojos
	Detectors òptics de presència
	Videoporters amb detectors de empremtes dactilars
	Alarma interior
	Alarma exterior
	Teclat
	Emesors de senyal WIFI

Figura 43: Simbologia de la instal·lació d'intrussió i CCTV. (Font pròpia)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

10 INSTAL·LACIONS: SOLAR FOTOVOLTAICA

Una altre de les instal·lacions a calcular, es la col·locació de plaques solars en la coberta per tal de poder aprofitar l'energia del sol, a més de complir amb la normativa municipal i estatal. Aquestes normatives son la ordenança municipal reguladora de la implantació de sistemes de captació d'energia solar per a usos tèrmics en les edificacions de Sant Cugat i el CTE-DB-HE. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.; Ministerio de Fomento, 2017)

Aquesta instal·lació de plaques solars podria ser de dues formes diferents, tant amb plaques solars tèrmiques com amb fotovoltaïques. La gran diferència entre elles es que les solars tèrmiques generen calor per executar un motor tèrmic i obtenir electricitat, mentre que les plaques fotovoltaïques en generen directament l'electricitat. Així doncs, es va decidir que es col·locarien plaques solars fotovoltaïques.

10.1 Consum d'aigua calenta

En primer lloc, per tal de determinar el nombre de plaques es va calcular la quantitat d'aigua calenta estimada que necessitaria cada treballador que es compta que hi treballarà. Per tal de determinar el consum màxim, s'ha de calcular aquest mitjançant la estimació de la demanda que s'indica en les dues normatives, les quals son:

Tipus d'ús	Ordenança
Habitatges unifamiliars	30 l/persona
Habitatges plurifamiliars	28 l/persona
Hospitals i clíniques	55 l/lit
Ambulatoris i centres de salut	40 l/persona
Hotel de 5 estrelles	100 l/persona
Hotel de 4 estrelles	70 l/persona
Hotel 3 estrelles	55 l/persona
Hotel 1 i 2 estrelles	40 l/persona
Hostals i pensions	35 l/persona
Càmpings	40 l/emplaçament
Residències en general	55 l/persona
Vestuaris/dutxes col·lectives	20 l/persona
Escoles sense dutxes	4 l/alumne
Escoles amb dutxes	20 l/alumne
Casernes	20 l/persona
Fàbriques i tallers	15 l/persona
Administració, bancs i oficines	3 l/persona
Gimnasos	25 l/usuari
Centres d'oci i salut amb teràpies d'aigua sense aigües medicinals naturals	100 l/persona
Bugaderies	5 l/quilogram de roba
Restaurants	10 l'àpat
Cafeteries	1 l'àpat

Taula 49: Demanda d'ACS segons la Ordenança Municipal. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Taula 50: Demanda d'ACS segons el CTE-DB-HE. (Ministerio de Fomento, 2017)

Per tant, es va calcular quin seria el consum màxim aplicant-ne les dues, obtenint:

Criteris de demanda	Persones	Consum (L/dia*pers) Ord. Mun.	L/dia Ord. Mun.	Consum (L/dia*pers) Ord. Mun.	L/dia CTE-DB-HE
Taller / Nau	7	15	105	21	147
Oficines	20	3	60	2	40
TOTAL	27	-	165	-	187

Taula 51: Consum d'ACS al dia. (Font pròpia)

Tal i com es pot observar en la taula, el consum màxim s'obté mitjançant la normativa CTE-DB-HE, i aquest consum és de 187 L/dia.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

10.2 Energia necessària

Un cop coneguda la necessitat d'aigua calenta en la instal·lació, es va passar a calcular la calor necessària que es necessitaria produir per tal d'obtenir la aigua calenta prèviament calculada. Per tal de fer-ho, en primer lloc es va buscar quina era la temperatura d'entrada d'aigua des de la xarxa, i tal i com indica la Ordenança Municipal de Sant Cugat, "El valor mitjà anual de la temperatura de l'aigua freda, tant si prové de la xarxa pública com del subministrament propi, ha de ser de 12 °C.". (Ministerio de Fomento, 2017)

Així doncs, es va passar a calcular aquesta calor mitjançant la següent expressió:

$$Q = V * 4,186 * \Delta T * 0,000278$$

On:

- Q: Calor necessària en kWh/dia
- V: Volum ACS en L/dia
- ΔT : Increment de temperatura de l'aigua en °C

En la següent taula es pot veure la calor necessària total en cada mes:

Mes	Volum (l/dia)	T producció ACS (°C)	T entrada aigua (°C)	Nº dia/mes	Q _d (kWh/dia)	Q _m (kWh/mes)
Gener	187	60	12	31	10,45	323,81
Febrer	187	60	12	29	10,45	302,92
Març	187	60	12	31	10,45	323,81
Abril	187	60	12	30	10,45	313,36
Maig	187	60	12	31	10,45	323,81
Juny	187	60	12	30	10,45	313,36
Juliol	187	60	12	30	10,45	313,36

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Agost	187	60	12	31	10,45	323,81
Setembre	187	60	12	30	10,45	313,36
Octubre	187	60	12	31	10,45	323,81
Novembre	187	60	12	30	10,45	313,36
Desembre	187	60	12	31	10,45	323,81
Mitjana anual	187,00	60,00	12,00	30,42	10,45	317,72

Taula 52: Calor necessària al mes. (Font pròpia)

10.3 Radiació solar

A més, per tal de conèixer la necessitat de plaques, es necessari saber la radiació solar incident que hi haurà durant l'any en el lloc on es volen calcular. Així doncs, es va utilitzar la eina PVGIS - Photovoltaic Geographical Information System (Institute of Energy and Transport, 2011), que ofereix la comissió europea.

Així doncs, es van obtenir els següents resultats:

Mes	Ed (kWh)	Em (kWh)	Hd (kWh/m ²)	Hm (kWh/m ²)
Gener	3,51	108,90	4,31	133,70
Febrer	3,74	108,60	4,66	135,10
Març	0,51	15,70	5,58	172,90
Abril	4,46	133,70	5,83	174,80
Maig	4,66	144,60	6,23	193,10
Juny	4,79	143,70	6,54	196,30
Juliol	4,98	149,30	6,88	206,40
Agost	4,68	145,20	6,42	199,10
Setembre	4,24	127,30	5,70	170,90

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Octubre	3,77	116,80	4,91	152,10
Novembre	3,28	98,40	4,13	123,90
Desembre	3,30	102,20	4,04	125,10
Mitjana anual	3,83	116,20	5,43	165,28

Taula 53: Radiació solar incident de cada mes del any. (Font pròpia)

On:

- Ed: Producció mitjana diària d'energia elèctrica del sistema (kWh).
- Em: Producció mitjana mensual d'energia elèctrica del sistema (kWh).
- Hd: suma diària mitjana d'irradiació global per metre quadrat rebuda per els mòduls del sistema (kWh / m²).
- Hm: suma mitjana d'irradiació global per metre quadrat rebuda per els mòduls del sistema (kWh / m²).

Tal i com es pot observar en la taula, és durant el mes de Desembre que es troba la menor suma diària d'irradiació, i per tant es va dimensionar el nombre de captadors a partir d'aquesta suma, la qual és $HSP = 4,04 \text{ kWh/m}^2$, on HSP son Hores de Sol Pic.

A més, es va calcular aquesta radiació amb les característiques de la localització de la nau, tal i com s'ha indicat anteriorment en el apartat d'ubicació, la potència nominal de la instal·lació i la inclinació dels mòduls segons la Ordenança Municipal, que indica que:

A fi d'assolir la màxima eficiència en la captació de l'energia solar, cal que el subsistema de captació estigui orientat al sud (azimut zero) amb el desviament mínim possible i que la inclinació respecte a l'horitzontal sigui la mateixa que la latitud geogràfica del municipi, és a dir, $41^{\circ}48'$. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.)

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Així doncs, les característiques son les següents:

- Latitud: 41° 28' 51".
- Longitud: 02° 02' 33'.
- Potència de la instal·lació: 1 kWh.
- Inclinació dels mòduls: 41° 48'.
- Orientació dels mòduls: 0°.

Tal i com es pot observar en la taula, és durant el mes de Desembre que es troba la menor suma diària d'irradiació, i per tant es va dimensionar el nombre de captadors a partir d'aquesta suma, la qual és:

$$HSP = \frac{4,04 \text{ kWh/m}^2}{1 \text{ kW/m}^2} = 4,04 \text{ h}$$

10.4 Instal·lació final

Finalment, per tal de calcular el nombre de plaques a col·locar, es va utilitzar la següent expressió, on relaciona l'energia necessària mitjana de la instal·lació, el mínim necessari d'electricitat a generar, el rendiment de les plaques i la potència de cada captador, resultant així:

$$N^{\circ} \text{ captadors} = \frac{Q_d * F}{HSP * R * W} = \frac{10445,44 * 0,70}{4,04 * 0,70 * 330} = 7,84 \approx 8 \text{ captadors}$$

On:

- Q_d : Calor diària necessària en kWh/dia.
- HSP: Hores de Sol Pic.
- R: Rendiment de les plaques.
- W: Potència d'un captador.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

- F: Cobertura Solar. Aquesta cobertura, tal i com s'indica en l'ordenança municipal, haurà de ser superior al 70% de l'energia total.

Consum (L/d)ACS	Energia de suport	Cobertura solar (%)
< 6.000 L/dia	Gas natural, propà o altres	65
	Electricitat mitjançant efecte Joule	70
	Gas-oil	70

Taula 54: Requeriment de cobertura solar. (Ajuntament de Sant Cugat, n.d.)

Així doncs, s'hauran d'instal·lar 8 captadors de 1,00x1,96 metres en la coberta accessible, tal i com es pot veure en el plànol 09-Cotes Coberta.



Figura 44: Placa solar fotovoltaica de 1,00x1,96 metres. (Merkasol, 2009)



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

11 AMIDAMENTS I PRESSUPOST

11.1 Amidaments de les instal·lacions

Un cop es va realitzar el disseny i els càlculs de les diferents instal·lacions, se'n va realitzar el document d'amidaments, on es reflexa la quantitat de material i d'element necessaris per tal de fer-ne aquestes instal·lacions. Se'n van fer tant sols els amidaments de les instal·lacions ja que el projecte està centrat en el disseny d'aquestes, i no pas en tot el material necessari per tal de construir la nau.

Així doncs, se'n va realitzar els amidaments de:

- Generals
- Instal·lació de contra incendis
- Instal·lació de baixa tensió i il·luminació
- Instal·lació de climatització i ventilació
- Instal·lació de fontaneria
- Instal·lació d'intrussió i CCTV
- Instal·lació solar

Aquests amidaments es poden trobar en el document adjunt de pressupost tècnic i amidaments, on es mostren els diferents apartats comentats, els elements que es col·locaran en cada un d'ells i una descripció de cada un dels elements.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

11.2 Pressupost tècnic

Per altre banda, també es va realitzar un pressupost tècnic, és a dir, els costos associats als recursos humans utilitzats per a la realització dels treballs d'enginyeria que comporta el projecte.

Així doncs, es van definir les diferents tasques a dur a terme junt amb el temps estimat de realització de cada una d'aquestes tasques i el seu respectiu preu, sent aquest de 20€ cada hora treballada. Per tant, el cost final de la realització del projecte serà de 6.000 €. Es pot trobar el càlcul detallat d'aquest pressupost en el document de pressupost tècnic i amidaments.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

12 CONCLUSIONS I FUTURS PROJECTES

En aquest projecte se'n han dissenyat les diferents instal·lacions principals que es col·loquen en els establiment industrials, les quals son contra incendis, baixa tensió, climatització i ventilació i fontaneria, a més de dissenyar-ne també la instal·lació de seguretat i intrusió i la col·locació de plaques solars.

Per altre banda, també se'n ha fet un document de pressupost tècnic i d'amidaments de materials i elements necessaris per a la construcció de les instal·lacions internes, a més del document de plànols a seguir per la construcció de la nau i les instal·lacions.

A més, s'han complert les diferents especificacions tècniques:

- Situada al Vallès Occidental: L'establiment es situa a les afores de Sant Cugat del Vallès
- Dues plantes d'oficines (Planta baixa i planta primera): Es contempen les dues plantes destinades a oficines tècniques.
- Zona de la nau dividida en una part de producció, una de magatzem de matèries primeres i una de productes acabats: S'ha dividit la nau en aquests tres sectors diferenciats i compartimentats degudament.
- Entre 2.000 i 3.000 m² de superfície l'establiment: L'establiment consta de 2.306,04 m².
- Tres portes per l'entrada de matèries primeres i una per a la sortida de productes finals: Es disposen de tres portes de càrrega i descàrrega en la zona de magatzem de productes inicials i d'una altre en la zona de magatzem de productes finals.
- Sense límit de pressupost: S'ha realitzat un document de pressupost tècnic i d'amidaments de les instal·lacions, de les quals se'n haurà de decidir el preu final.
- Zona d'aparcament en la mateixa parcel·la: Es disposa d'una zona d'aparcament de vehicles en la parcel·la, comptant amb 31 espais d'aparcament i 4 més per a visitants.



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

En quant a propostes de futurs projectes a partir d'aquest, es podria:

- Realitzar els càlculs estructurals per tal de comprovar si es possible la implantació de l'establiment o requeriria de canvis, i en aquest cas proposar-los.
- Millorar el disseny de la nau per tal de no requerir la zona de càrrega i descàrrega externa en la zona de magatzem de productes finals.
- Mitjançant un programa extern, projectar el disseny proposat en tres dimensions mostrant cada un dels espais exteriors i interior, i que sigui visible mitjançant ulleres de realitat virtual.
- Realitzar-ne un maqueta a escala del disseny actual o modificat.
- Documentar els tràmits necessaris per tal de dur a terme el projecte realitzat a la realitat.

A l'hora de realitzar el projecte s'han tingut sobretot dificultats a l'hora de realitzar el disseny de la nau i dels espais exteriors degut a que es un tema més enfocat a la arquitectura que no pas a l'enginyeria, motiu principal per el qual se'n ha fet un disseny bàsic sense entrar en grans detalls dels diferents sistemes estructurals ni dels materials requerits.

Aquest projecte ha sigut molt útil per a comprendre com es treballen i com es dissenyen les diferents instal·lacions d'un establiment industrial, a més d'ajudar a entendre i veure'n l'aplicació de molts dels conceptes apresos durant els anys de realització del grau.

DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

13 BIBLIOGRAFIA

Ajuntament de Sant Cugat. (n.d.). *Ordenança Municipal reguladora de la implantació de sistemes.*

Archiproducts. (2019). *Arqueta de desagüe F.Ili Malin.*
https://www.archiproducts.com/es/productos/f-lli-malin/arqueta-de-desague-c-30100sl_16042

Bentley. (n.d.). *Microstation.*
<https://www.bentley.com/es/products/brands/microstation>

Cype Ingenieros, S. A. (2017a). *Arquímedes Cype.* <http://arquimedes.cype.es/>

Cype Ingenieros, S. A. (2017b). *CYPECAD MEP.* <http://fontaneria.cype.es/>

Cype Ingenieros, S. A. (2017c). *Cypelec REBT - CYPE.* <http://cypelec-rebt.cype.es/>

DIAL. (n.d.). *DIALux.* <https://www.dial.de/es/dialux-desktop/download/>

DIEC. (2019). *Diccionari del Institut d'Estudis Catalans.* <https://dlc.iec.cat/>

Generalitat de Catalunya. (1997). Reial decret 486/1997. *Generalitat de Catalunya.*

Gersal. (2018). *COLLARI INTUMESCENT TUB Ø100mm.*
<https://www.gersal.com/Articulo/contraincendis/04020604/collari-intumescent-tub-o100mm-117-149mm>

Google. (2019). *Google Maps.* <https://www.google.com/maps>

Gobierno de España. (2004). Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos comerciales. *Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre, 1–141.*

Ingenieros, Im. (n.d.-a). *CLwin.* <https://www.imventa.com/clwin>



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Ingenieros, Im. (n.d.-b). *DAwin*. <https://www.imventa.com/dawin>

Institute of Energy and Transport. (2011). Photovoltaic Geographical Information System. *Joint Research Center*, 1–2. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

Leroy Merlin. (n.d.). *Tuberías PEX*. <https://www.leroymerlin.es/fontaneria/tuberias-de-agua-y-griferia-de-paso/tuberia-plex>

Merkasol. (2009). *Panel Solar Monocristalino MERKASOL LX-100M 100W*. https://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/panel073

Miguel Ángel, G. (n.d.). *CBRE*. AbCustom Alquiler Una Nave Logística En La Plataforma Logística PLAZA. <https://noticias.cbre.es/abcustom-alquiler-una-nave-logistica-en-la-plataforma-logistica-plaza/>

Ministerio de Fomento. (2010). CTE-SI-Seguridad en caso de incendio. *Publicaciones Ministerio Vivienda*, 1–90.

Ministerio de Fomento. (2017). *Documento Básico HE. Ahorro de energía (Código Técnico de la Edificación)*. 1–77. <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>

Mitsubishi Electric S.A. (2019). *CATÁLOGO MITSUBISHI ELECTRIC S.A.*

Projecte GRETA. (n.d.). *Sabates de fonamentació*. <https://www.projectegreta.cat/ca/fonaments/tecnica-constructiva-fonaments/sabates-de-fonamentacio/>

Renovables, a S. (2007). Documento Básico HS. *Septiembre, 2013*, 1–129. <http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf>

Vimat Ignufats SL. (n.d.). *PAS D'INSTAL·LACIONS*. <http://www.vimat-ignifugats.com/ca/pas-dinstallacions.aspx>



DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UN NAU INDUSTRIAL

Westerfix. (2019). *WESTERFIX* *SHUNT*.

<http://www.westaflex.es/producto/westerfix-shunt/>

Wikipedia. (2019a). *Façana*. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Façana>

Wikipedia. (2019b). *Finestra*. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Finestra>

Wikipedia. (2019c). *Forjat*. [https://ca.wikipedia.org/wiki/Forjat_\(construcció\)](https://ca.wikipedia.org/wiki/Forjat_(construcció))

Wikipedia. (2019d). *Pilar*. [https://ca.wikipedia.org/wiki/Pilar_\(arquitectura\)](https://ca.wikipedia.org/wiki/Pilar_(arquitectura))

Wikipedia. (2019e). *Porta*. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Porta>

- Anònim. (26 de 2 de 2015). *Click Renovables*. Recuperado el 6 de 12 de 2019, de *Cómo calcular una instalación solar fotovoltaica en 5 pasos*: <https://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>

- Anònim. (2019). *Bloques Autocad*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <https://www.bloquesautocad.com/>