Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volum I
Memòria

TREBALL DE FI DE GRAU

Projecte d'instal·lacions en una nau industrial destinada a la mecanització de peces

TFG presentat per obtenir el títol de GRAU en
ENGINYERIA ELÈCTRICA
Per **Joan Campolier i Costa**

Barcelona, 9 de Juny de 2015

Director: Rodolfo Oseira Goas
Departament de EE
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Índex memòria

Índex memòria 1
Resum.....4
Resumen.....4
Abstract.....4
Capítol 1: OBJECTE DEL PROJECTE.....5
Capítol 2: ABAST DEL PROJECTE.....6
Capítol 3: NORMATIVA I REGLAMENTS.....7
Capítol 4: DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE.....8
4.1. Situació.....8
4.2. Emplaçament.....9
4.3. Descripció de l'activitat.....10
4.4. Descripció i característiques de la nau.....11
4.5. Definició de la maquinària.....12
4.5.1. Torns.....13
4.5.2. Centre de mecanitzats.....15
4.5.3. Fresadores.....16
4.5.4. Serres.....18
4.5.5. Trepants.....19
4.6. Personal.....20
Capítol 5: PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS.....22
5.1. Situació Caracterització de l'establiment industrial.....23
5.1.1. Configuració i ubicació amb l'entorn.....23
5.1.2. Risc intrínsec de l'establiment.....23

5.2. Requisits constructius de l'establiment segons normativa.....29

5.2.1. Ubicacions no permeses de sectors d'incendi amb activitat industrial.....30

5.2.2. Sectorització dels establiments industrials.....30

5.2.3. Materials.....32

5.2.4. Estabilitat al foc dels elements constructius portants.....32

5.2.5. Resistència al foc d'elements constructius de tancament.....34

5.2.6. Evacuació dels establiments industrials.....34

5.3. Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis en els establiments industrials.....37

5.3.1. Mesures de detecció d'incendis.....37

5.3.2. Resum dels requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis.....46

Capítol 6: INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ.....47

6.1. Descripció de les necessitats.....47

6.2. Ventilació de la zona d'oficines.....47

6.3. Ventilació de la zona de taller i magatzem.....48

6.3.1. Possibles solucions a implementar.....51

6.3.2. Solució escollida.....52

Capítol 7: IL·LUMINACIÓ.....54

7.1. Aspectes generals.....54

7.2. Lluminàries.....56

7.3. Càlcul de la il·luminació.....58

Capítol 8: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA.....60

8.1. Potència instal·lada.....62

8.2. Potència contractada.....64

8.3. Subministrament elèctric.....66

8.4. Posta a terra.....67

8.5. Compensació d'energia reactiva.....68

8.5.1. Conceptes bàsics.....68

8.5.2. Compensació a l'establiment.....69

8.6. Escomesa.....72

8.7. Caixa de Protecció i Mesura.....72

8.7.1. Fusibles generals de protecció.....72

8.7.2. Comptador.....73

8.8. Derivació Individual.....73

8.8.1. Instal·lació.....73

8.8.2. Cables i tubs.....74

8.9. Quadre General de Comandament i Protecció.....74

8.9.1. Interruptor de Control de Potència (ICP) 75

8.9.2. Interruptor General Automàtic (IGA) 75

8.9.3. Protecció contra sobretensions.....76

8.9.4. Interruptors Diferencials.....76

8.9.5. Petits Interruptors Automàtics.....77

8.9.6. Conductors.....78

8.10. Instal·lació Interior.....79

8.10.1. Divisió en sub-quadres.....79

8.10.2. Sub-quadre 1.....79

8.10.3. Sub-quadre 2.....81

8.10.4. Sub-quadre 3.....83

8.10.5. Sub-quadre 4.....85

8.10.6. Sub-quadre 5.....87

Capítol 9: BIBLIOGRAFIA.....90

Resum

En el present treball de final de grau, es realitza un projecte tècnic d'instal·lacions.

S'ha escollit una nau industrial i s'han distribuït les màquines de mecanitzat de peces extretes d'una empresa de mecanitzats real. Posteriorment s'han realitzat les instal·lacions per tal d'adequar-les al nou establiment.

Les instal·lacions explicades, dissenyades i calculades del projecte són la instal·lació de seguretat contra incendis, la de ventilació, la d'il·luminació i la instal·lació elèctrica.

Resumen

En el presente trabajo de final de grado, se realiza un proyecto técnico de instalaciones.

Se ha escogido una nave industrial i se ha distribuido las máquinas de mecanizado de piezas extraídas de una empresa de mecanizado real. Posteriormente se han realizado las instalaciones para adecuarlas al nuevo establecimiento.

Las instalaciones descritas, diseñadas i calculadas del proyecto son la instalación de seguridad contra incendios, la de ventilación, la de iluminación i la instalación eléctrica.

Abstract

In this final degree work, a technical project of installations is performed.

We have chosen a industrial bay and we distributed the machines. This machines have been extracted from a real machining company. Subsequently, the installations have been made to conform to the new establishment.

The installations described, designed and calculated the project are the installation of fire safety, the ventilation, the lighting and the electric installation.

CAPÍTOL 1:

OBJECTE DEL PROJECTE

El present projecte té per objectiu la descripció i càlcul de les instal·lacions de protecció contra incendis, il·luminació, ventilació i electricitat d'una nau industrial, així com un pressupost d'elles, ubicada al polígon industrial de La Banyeta Nova, 17, al municipi de Palol de Revardit (Pla de l'estany). Per tal de realitzar aquestes instal·lacions s'ha tingut en compte, per una banda, l'impacte econòmic, i per altre banda, la eficiència energètica.

CAPÍTOL 2: ABAST DEL PROJECTE

Cada una de les instal·lacions que es realitzarà complirà amb les normatives corresponents i estaran correctament projectades.

- Protecció contra incendis: Necessària per tal de poder prevenir al màxim un incendi i, en el cas de que es produís, tenir els mitjans d'evacuació i mitigació amb l'objectiu de mantenir la seguretat dels ocupants de la nau. Es dissenyarà la instal·lació dels equips corresponents i la ruta d'evacuació en cas d'incendi.

- Instal·lació de ventilació: Per tal de mantenir una adequada qualitat d'aire dins del recinte. Es calcularà el volum d'aire a renovar dins la nau, i es dissenyarà la instal·lació en funció d'aquest valor.

- Instal·lació d'iluminació: Permet proveir de manera adequada, llum a les diferents àrees de la nau industrial, ja sigui taller, oficines, etc... Cada una en funció de les seves necessitats. Es dissenyarà i calcularà la instal·lació en funció dels luxs òptims a cada espai de la nau.

- Instal·lació elèctrica: Imprescindible per tal d'aconseguir un bon proveïment d'energia elèctrica. Es calcularà el subministrament, la distribució de la instal·lació dins la nau, el càlcul de les proteccions necessàries i el càlcul dels conductors, així com la seva distribució dins la nau.

CAPÍTOL 3:

NORMATIVA I REGLAMENTS

1. General
   - Codi tècnic de la edificació (CTE 2007), aprovat pel Real Decret 314/2006.

2. Protecció contra incendis.
   - Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials (RSCIEI), aprovat pel Real Decret 2267/2004.
   - Document basic de seguretat en cas d'incendi, del CTE.

3. Il·luminació
   - DB SU 4 del CTE. Seguretat davant del risc causat per una instal·lació inadequada.
   - UNE-EN 12-464-1. Il·luminació dels llocs de treball en interiors.

4. Ventilació
   - Norma europea de ventilació EN 13779:2007. Ventilació dels edificis no residencials.
   - Manual de ventilació de la empresa Soler i Palau.

5. Instal·lació elèctrica
   - Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i les seves instruccions tècniques complementàries, aprovat pel Real Decret 842/2002.
   - Vademecum Endesa

CAPÍTOL 4:

DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

4.1. Situació

La nau industrial d'estudi, està situada a Palol de Revardit, municipi que pertany a la comarca del Pla de l'Estany (Girona).

Aquest és un dels onze municipis del Pla de l'Estany, té una extensió total de 18,28 km^2, amb aproximadament uns 400 habitants.

Concretament està ubicada al polígon industrial de La Banyeta, al número 17. En aquest polígon, totes les naus que s'hi troben estan separades per una distancia important, i no hi ha cap nau on s'hi trobin més d'una activitat diferent. Aquest factor es tindrà en compte a la hora de seguir la normativa corresponent a la protecció contra incendis.

Figura 1. *Mapa de la comarca del Pla de l'estany (Girona). Extreta de Enciclopedia.cat.*

Figura 2. *Ubicació del Polígon de La Banyeta (Palol de Revardit). Extreta de google.maps.*

4.2. Emplaçament

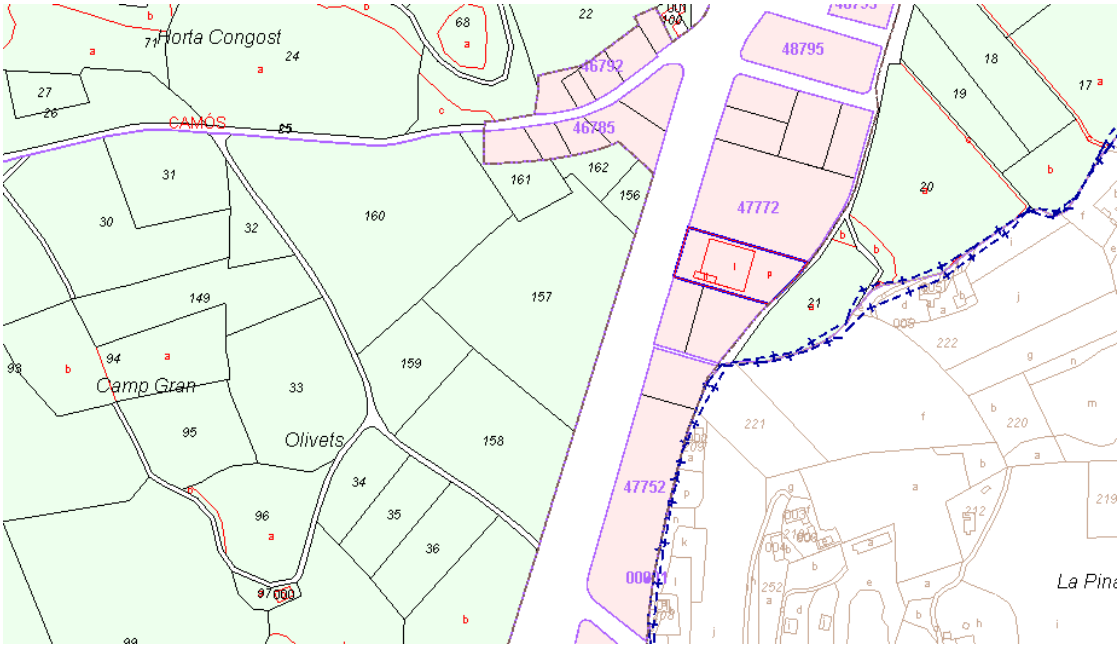

Figura 3. *Emplaçament de la nau industrial.*
Extreta del Catastro Virtual.

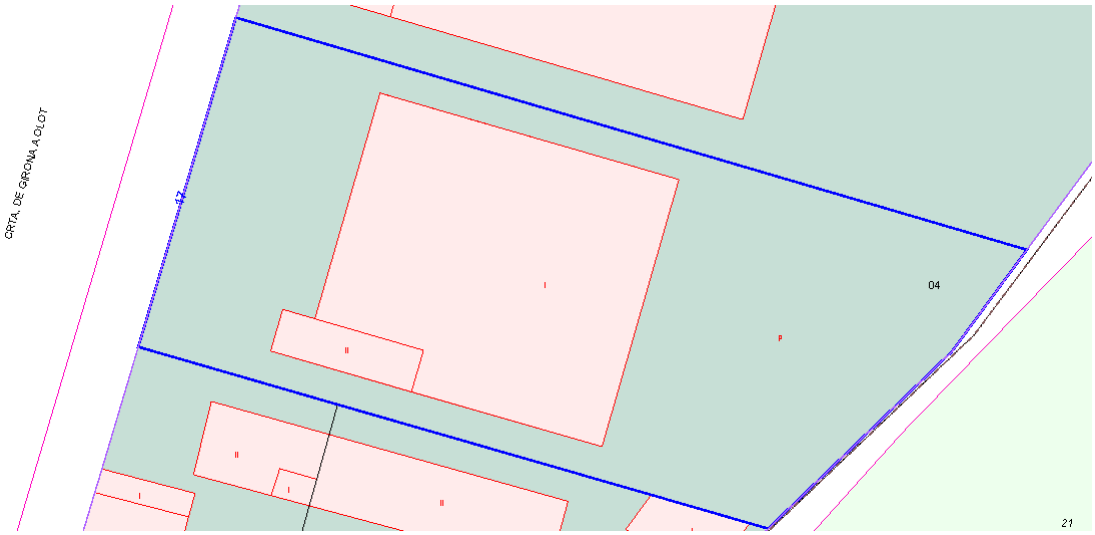

Figura 4. *Emplaçament detallat de la nau industrial.*
Extreta del Catastro Virtual.

4.3. Descripció de l'activitat

La activitat que es durà a terme a la nau d'estudi formarà part del sector secundari. Consistirà en una industria de mecanitzat de peces. No hi haurà una producció en sèrie constant d'un model establert prèviament, sinó que aquesta industria es dedicarà a mecanitzar peces per encàrrec. Per tant, les peces no seguiran el mateix recorregut per les màquines de mecanitzat, sinó que dependrà de cada peça. Aquest fet s'ha tingut en compte a la hora de distribuir les màquines.

La compta amb un espai reservat per emmagatzemar, principalment, la matèria prima i la ferritja sobrant. Evidentment també compta amb una part de magatzem per les peces acabades, però al ser peces per encàrrec no es necessita stock, així que tampoc es necessita molt d'espai per aquestes, ja que un cop finalitzades ja marxaran cap al destinatari.

Les entrades i sortides de materials o productes es faran pel magatzem, ja que la nau compta de dos molls de càrrega per camions.

4.4. Descripció i característiques de la nau

La nau industrial d'estudi és de forma rectangular, quasi quadrada, de 1366m^2 a la planta baixa. Compta també d'una segona planta de 90m^2, tota destinada a oficines. L'altura de la nau, al taller i magatzem, és de 8m, mentre que a les oficines de la planta baixa i la primera planta és de 2,8m^2. Principalment, en aquesta nau es diferencien tres zones: La zona del magatzem, la zona del taller i la zona d'oficines i vestuaris.

La nau industrial compta de cinc portes d'accés. Una d'elles dona directe a les oficines, la qual s'utilitza per els treballadors de les oficines i els clients. Una altra dona directe al magatzem, mentre que les 3 restants donen directe al taller. També compta d'un portal d'accés directe al taller i dos molls de càrrega al magatzem.

La zona del magatzem té una superfície útil de 288m^2, amb tres fileres de prestatges per a contenidors de 2x1 metres. Aquests contenidors serveixen per guardar ja sigui el material que arriba per tal de ser mecanitzat com les peces acabades o la ferritja sobrant.

L'espai de taller consta de 1126m^2, a on hi podem trobar la maquinaria de mecanitzat. Aquesta és clarament la zona més gran. S'ha distribuït la maquinària de tal manera que cada lloc de treball tingui l'espai suficient, i que a cada màquina hi pugui arribar el material mitjançant ja sigui una carreta com un toro elèctric.

La zona d'oficines i vestuaris es troba a la part est de la nau, i consta de 99m^2 a la planta baixa i 92m^2 a la primera planta. La paret de les oficines que dona al carrer és tota de vidre, i sobresurt una mica respecte a la paret del taller i magatzem. En aquesta zona trobem dos despatxos, un a la planta baixa i l'altre a la primera planta, dos vestidors i dos lavabos, també un a cada pis, una sala destinada a arxiu, situat a la primera planta, i una sala de descans, també a la primera planta.

A la primera planta s'hi accedeix per dos punts, situats un a cada punta. A la primera s'hi accedeix des de l'entrada a les oficines de la planta baixa, mentre que per l'altre porta s'hi arriba des del taller, a través d'unes escales obertes respecte aquest.

Al plànol 1 adjunt al projecte es mostra la planta general de la nau, de cada pis.

Taula 1. *Superfície de les zones de la nau industrial.*

Zona	Superfície (m2)
Despatx Principal P.B.	47
Entrada	26
Sala quadre elèctric	6
Vestidors P.B.	11
Lavabos P.B.	10
Taller	1126
Magatzem	288
Despatx P.P.	23
Arxiu P.P.	16
Entrada P.P.	9
Zona descans P.P.	19
Lavabo P.P.	4
Vestidors P.P.	16
Distribuidor P.P.	4

4.5. Definició de la Maquinària

Anteriorment aquesta nau estava destinada exclusivament a magatzem. Per tal de convertir-la a una nau de mecanitzat de peces, s'ha instal·lat una maquinaria corresponent a una altra empresa de mecanitzats existent. Podem distingir quatre màquines diferents, de les quals la majoria n'hi ha de diferents models. Aquestes màquines són torns, fresadores, trepants i serres. També es troben dos centres de mecanitzats, els quals porten incorporats diferents funcions.

La majoria de les màquines es comanden a traves de control numèric (CNC).

Tot seguit es descriuen les característiques principals de les diferents màquines que s'utilitzaran a la nau industrial. Es recorda que s'han extret d'una altra nau industrial, dedicada al mecanitzat de peces:

4.5.1. Torns

Es procedeix a definir les característiques bàsiques dels torns ubicats a la nau industrial. Els models són extrets d'una fàbrica de mecanitzats existent actualment. Les dimensions de les màquines són arrodonides a un nombre estretament superior, per tal de guanyar un espai base inicial.

- Torn semiautomàtic Harrison alpha 400 plus:
    - Consum: 7,5kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 4000x2000mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 2500rpm
    - Unitats: 1

Figura 5. *Torn semiautomàtic Harrison alpha 400 plus.*

- Torn CMZ TA-25-YS-640
    - Consum: 11kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 3000x2000mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 12000rpm
    - Unitats: 4

Figura 6. *Torn CMZ TA-25-YS-640.*

- Torn TOS Trencin SUI 50

    - Consum: 7,5kW
    - Control: Manual
    - Dimensions: 3000x1800mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 2500rpm
    - Unitats: 2

Figura 7. *Torn TOS Trencin SUI 50.*

4.5.2. Centre de Mecanitzats: En aquest punt es defineix el centre de mecanitzat de la nau, només es troba un model de centre, en dos unitats.

- Centre Mecanitzat Matsuura 5 eixos- MX-850

    - Consum: 20kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 3000x1800mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 12000rpm
    - Unitats: 2

Figura 8. *Matsuura-MX-850.*

- Daewoo Mynx 540

    - Consum: 15kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 3200x2600mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 8000rpm
    - Unitats: 2

Figura 9. *Daewoo Mynx 540.*

4.5.3. Fresadores:

- Muratec MT-20
    - Consum: 15kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 3200x2600mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 4200rpm
    - Unitats: 2

Figura 10. *Muratec MT-20.*

- Fanuc Robodrill alpha D21MiA5

    - Consum: 20kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 1500x1500mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 10000rpm
    - Unitats: 3

Figura 11. *Robodrill alpha D21MiA5.*

- Okuma MP-46V

    - Consum: 22kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 2000x1500mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Revolucions màximes motor: 30000rpm
    - Unitats: 4

Figura 12. *Okuma MP-46V.*

4.5.4. Serres:

- Serra de cinta automàtica 420 A 60º CNC Fat
    - Consum: 3,6kW
    - Control: CNC
    - Dimensions: 3500x2000mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Unitats: 2

Figura 13. *Serra Fat 420 A 60º CNC.*

- Serra vertical VS-300 FAT

    - Consum: 1,25kW
    - Control: Manual
    - Dimensions: 1000x700mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Unitats: 4

Figura 14. *Serra verticall FAT VS-300.*

4.5.5. Trepants:

- Trepant vertical TL25 FAT

    - Consum: 1,125kW
    - Control: Manual
    - Dimensions: 600x600mm^2
    - Connexió elèctrica: 400V 50Hz
    - Unitats: 4

Figura 15. *Trepant vertical FAT TL25.*

4.6. Personal

En aquest punt es mostren els treballadors de la nau industrial a tractar. Aquesta és una estimació del personal, ja que a causa de molta o poca demanda, aquest pot fluctuar lleugerament. Principalment els treballadors es separen en personal del taller i personal d'oficina.

En el taller, hi haurà un treballador per cada màquina gran (sense contar els trepants i serres de peu) i un encarregat. En total, al taller hi haurà 24 treballadors.

Al magatzem, al no ser molt gran, hi haurà un sol encarregat.

A les oficines, es trobarà el gerent de l'empresa, cinc enginyers encarregats de planificar les operacions a dur a terme, i un secretari, encarregat de recursos humans i de tractar amb els clients. En total sumen 6 treballadors.

Això implica que l'empresa contarà amb 33 treballadors fixes en total. A la següent taula es pot veure el lloc de treball a ocupar pel personal de l'empresa.

Taula 2. *Personal per llocs de treball.*

Sector	Lloc de treball	Nombre treballadors
Magatzem	Encarregat de magatzem	1
Taller	Torn semiautomàtic Harrison alpha 400 plus	1
	Torn CMZ TA-25-YS-640	4
	Torn TOS Trencin SUI 50	2
	Centre Mecanitzat Matsuura 5 eixos- MX-850	2
	Daewoo Mynx 540	2
	Muratec MT-20	2
	Fanuc Robodrill alpha D21MiA5	3
	Okuma MP-46V	4
	Serra de cinta automàtica 420 A 60º CNC Fat	2
	Encarregat taller	1
Oficines	Oficina tècnica	5
	Gerent	1
	Secretari	1

CAPÍTOL 5:

PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

Aquest capítol té per objecte l'estudi i el càlcul de les instal·lacions de protecció contra incendis per tal de satisfer i complir els requisits marcats per la normativa vigent.

Per tal de conèixer i dimensionar la instal·lació contra incendis marcada per la normativa, s'ha procedit a seguir les instruccions del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).

5.1. Caracterització de l'establiment industrial

5.1.1. Configuració i ubicació amb l'entorn

Segons el RSCIEI, la nau industrial a estudiar és un establiment industrial ubicat en un edifici, que l'ocupa totalment i a més està separat a més de 3 metres dels edificis circumdants. Aquesta distancia, evidentment, està lliure d'elements susceptibles de propagar incendis. Això significa que es tracta d'un establiment industrial tipus C.

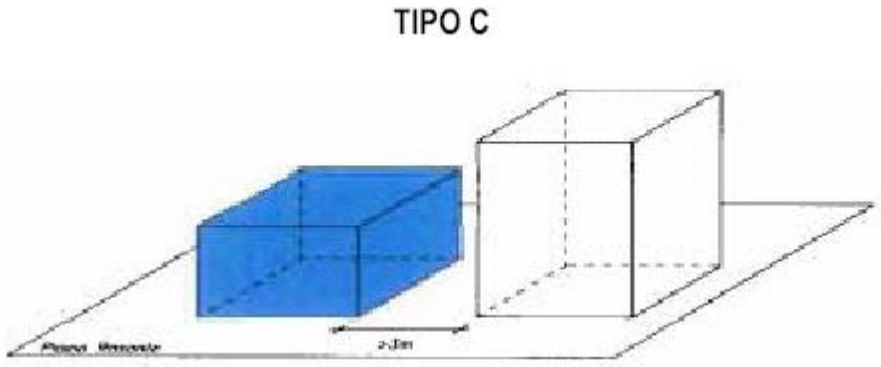

Figura 16. *Edifici tipus C (imatge extreta del RSCIEI).*

5.1.2. Risc intrínsec de l'establiment

Els establiments industrials es classifiquen, també, segons el seu grau de risc intrínsec. Dins del tipus d'establiment considerant la classificació amb l'entorn (tipus C en el nostre cas), es poden trobar una o varies zones (sectors d'incendi).

Pels establiments industrials tipus C, es considera "sector d'incendi" l'espai de l'edifici tancat per elements resistents al foc durant el temps que s'estableixi en cada cas.

En el nostre establiment, s'ha considerat 3 tipus de sectors d'incendis diferents, que compleixen aquest requisit. Aquests són el sector taller (sector 1), el sector d'oficines (sector 2) el sector de lavabos i vestidors (sector 3), el sector de magatzem (sector 4).

Una vegada separats els sectors, hi ha tres equacions diferents per tal de calcular el risc intrínsec de cada un.

El coeficient adimensional C_i de les equacions s'extreu de la taula 1.1 del RSCIEI. Aquest pondera el grau de perillositat dels combustibles ubicats al sector d'estudi.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	**MEDIA**	**BAJA**
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B_1, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.	- Líquidos clasificados como subclase B_2 en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Figura 17. *Valors del coeficient de perillositat per combustibilitat*

(imatge extreta del RSCIEI).

Tal com es pot veure, depenent de la perillositat del combustible ubicat al sector, aquest agafa un valor més alt o més baix.

Equació 1: La primera s'utilitza en cas de conèixer la quantitat de material d'un sector d'incendi. L'expressió és la següent:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \qquad (1)$$

On:

Qs = densitat de càrrega de foc del sector o àrea d'incendi, en MJ/m2.

Gi = massa, en kg, de cada un dels combustibles que existeixen en el sector d'incendi

qi = Poder calorífic, en MJ/kg, de cada un dels combustibles (i) que existeixen en el sector d'incendi (incluits els materials constructius combustibles).

Ci = coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat de cada un dels combustibles ubicats al sector d'incendi.

Ra = coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat inherent a l'activitat industrial que té lloc al sector d'incendi, producció, muntatge, transformació, emmagatzematge...

A = superfície que ocupa el sector d'incendi, en m2.

En el nostre cas, al no conèixer les quantitats de material combustible de cada sector, hem utilitzat les altres dos equacions, en funció de l'activitat de cada sector.

Equació 2: Es una alternativa a la fòrmula anterior. Aquesta utilitza una taula per tal de extreure el valor q_{si}, en funció dels processos que es realitzen en el sector.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \qquad (2)$$

On:

Qs, C_i, Ra i A tenen el mateix significat que a l'equació anterior.

qsi = densitat de càrrega de foc segons els diferents processos que es realitzen al sector d'incendi, en MJ/m2.

Si = Superfície de cada zona amb procés diferent i densitat de carrega de foc q_{si} diferent, en m2.

A = superfície que ocupa el sector d'incendi, en m2.

Els valors de la densitat de càrrega de foc mitja, q_{si}, s'obtenen de la taula 1.2. de l'annex 1 de l'RSCIEI.

Equació 3: Aquesta equació segueix el mateix procediment que la Equació 2, però serveix per sectors de magatzem. S'utilitza la mateixa taula 1.2. per obtenir el valor de la càrrega de foc.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \qquad (3)$$

Qs, C_i, Ra i A tenen el mateix significat que a l'equació anterior.

Q_{vi} = càrrega de foc, aportada per cada m^3, de cada zona amb diferent tipus d'emmagatzematge (i) existents al sector d'incendi, en MJ/m^3.

h_i = altura de l'emmagatzematge de cada un dels combustibles (i), en m.

s_i = superficie ocupada en planta per cada zona amb diferent tipus d'emmagatzematge (i) existent al sector d'incendi en m^2.

En el nostre cas, s'ha utilitzat la equació 2 pels sectors 1 (taller), 2 (oficines) i 3 (vestuaris i lavabos), mentre que s'ha utilitzat la equació 3 per el sector 4 (magatzem).

Sector 1: Aquest sector, pertanyent a la zona de taller, consta de 1126 metres quadrats. S'ha introduït aquest valor tant a la variable A com a la s_i, ja que només hi ha un tipus de procés, dins d'aquest sector. La activitat de la present zona pertany a "Articulos de metal", de la taula 1.2 del reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials. El valor de la densitat de carrega de foc mitja i el coeficient Ra és de valor 200 MJ/m2 i 1, respectivament. El coeficient Ci, al tractar-se de un sòlid que comença la seva ignició a una temperatura superior a 200ºC, el seu valor és 1. Aplicant l'equació 2, dóna un resultat de 200 MJ/m2

Sector 2: Aquest és el sector pertanyent a la zona de oficines. Consta de 149 metres quadrats. Aquest valor pertany a la variable A. També s'ha introduït aquest valor a la variable s_i, ja que es considera que tot el sector es situa en l'activitat d' "oficines tècniques" a la taula 1.2 del reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials. El valor de la densitat de carrega de foc és de valor 600 MJ/m2 i el coeficient Ra és de valor 1. El coeficient adimensional C_i el considerem de valor 1, també, ja que el paper

(majoritàriament a oficines) comença la ignició a 233ºC (superior a 200ºC). Després d'aplicar la equació 2, s'obté un valor de 600 MJ/m^2.

Sector 3: Sector pertanyent a la zona de vestuaris i lavabos. Consta de 43 metres quadrats. Aquest sector no s'ha previst cap densitat de càrrega de foc. S'ha estimat que és molt baixa i no s'ha tingut en compte per calcular la densitat de càrrega total.

Sector 4: Aquest últim sector és el destinat a la zona d'emmagatzematge, que consta de 288 m^2. Per tal de calcular el risc intrínsec d'aquest s'ha utilitzat la equació 3. El valor de q_{vi}, extret de la taula, pertany al grup de "articulos de metal", com el sector 1. Té un valor de 200MJ/m^3. El valor de s_i és 30m^2, corresponent a la secció en planta de les prestatgeries. L'altura d'emmagatzematge h_i s'ha estimat de 4 metres, aproximadament. Utilitzant l'equació s'obté un resultat de 83 MJ/m^2.

Per tal d'obtenir el nivell de risc intrínsec de cada sector, s'ha utilitzat la taula 1.3 del RSCIEI, annex 1, la qual obtinguda la densitat de foc Q_s, et determina dins quin nivell de risc es troba aquest.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Figura 18. *Nivell de risc intrínsec depenent de la densitat de càrrega de foc (imatge extreta del RSCIEI).*

Taula 3. *Nivell de risc intrínsec de cada sector de la nau.*

Sector	Superficie (m^2)	Densitat de foc Q_s (MJ/m^2)	Nivell risc intrínsec
1	1126	200	Baix 1
2	149	600	Baix 2
3	43	0	Baix 1
4	288	83	Baix 1

Per calcular el nivell de risc intrínsec de l'establiment industrial de tota la nau o conjunt de sectors, a efectes del reglament RSCIEI, avalua mitjançant la següent equació. Aquesta serveix per determinar la carrega de foc total (Q_e).

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \qquad (4)$$

On:

Q_e = densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida, de l'edifici industrial, en MJ/m2.

Q_{si} = densitat de carrega de foc de cada un dels sectors o àrees d'incendi (i), que formen part de l'edifici industrial, en MJ/m^2

A_i = Superfície construïda de cada un dels sectors o àrees d'incendi (i), pertanyents a l'edifici industrial, en m^2.

En el present establiment, s'ha obtingut un valor de densitat de càrrega de foc de 211 MJ/m^2.

Obtingut aquest valor, i observant altre vegada la taula 1.3 del RSCIEI, podem determinar que el nostre establiment industrial pertany a la categoria de **risc intrínsec Baix 1**.

5.2. Requisits constructius de l'establiment segons normativa

Dins d'aquest punt, s'estudia quins són els elements passius necessaris al nostre establiment industrial. Pertany a l'annex II de la guia tècnica d'aplicació RSCIEI.

Aquests elements tenen com a funció prevenir la aparició d'un incendi, com també impedir o retardar la seva propagació i facilitar la extinció de l'incendi i la evacuació.

Es descriuen les condicions i requisits constructius i edificatius que haurà de complir l'establiment en qüestió, en relació amb la seguretat contra

incendis. Principalment, aquests requisits i condicions depenen de la relació entre la configuració de l'edifici on es troba, la superfície i el nivell de risc intrínsec del sector.

5.2.1. Ubicacions no permeses de sectors d'incendi amb activitat industrial.

Segons l'annex II de guia tècnica RSCIEI, no es permet la ubicació de sectors d'incendi amb activitats industrials en edificis del tipus C:

a) De qualsevol risc, en segona planta sota rasant.

b) De risc intrínsec mitjà o alt, a menys de 25 metres de massa forestal, amb franja perimetral permanentment lliure de vegetació baixa arbustiva.

Tal com es pot veure, al ser el present establiment de risc intrínsec Baix, i no tenir una segona planta sota rasant, cap de les restriccions anteriors l'afecta, per tant, és permès la ubicació de sectors d'incendi amb activitats industrials en el nostre establiment.

5.2.2. Sectorització dels establiments industrials.

En aquest punt, es contempla la màxima superfície construïda admissible de cada sector d'incendi. Ve indicada per següent taula, extreta de l'RSCIEI.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	*Configuración del establecimiento*		
	TIPO A (m^2)	TIPO B (m^2)	TIPO C (m^2)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO	(3)	(3)(4)
6	ADMITIDO	2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Figura 19. *Màxima superfície construïda admissible (imatge extreta del RSCIEI).*

Notes de la taula:

(1) Si el sector d'incendi està situat en primer nivell sota rasant de carrer, la màxima superfície construïda admissible és de 400 m^2, que es pot incrementar per aplicació de les notes (2) i (3).

(2) Si la façana accessible de l'establiment industrial és superior al 50% del seu perímetre, les màximes superfícies construïdes admissibles, indicades a la taula 2.1, poden multiplicar-se per 1,25.

(3) Quan s'instal·len sistemes de ruixadors automàtics d'aigua que no siguin exigits preceptivament pel reglament RSCIEI, les màximes superfícies construïdes admissibles poden multiplicar-se per 2.

(4) En configuracions de tipus C, si la activitat ho requereix, el sector d'incendis pot tenir qualsevol superfície, sempre que tot el sector compti d'una instal·lació fixa automàtica d'extinció, i la distancia a límit de parcel·les amb possibilitat de edificar en elles sigui superior a 10 m.

(5) Per establiments industrials tipus B, de risc intrínsec Baix 1, on la seva única activitat sigui l'emmagatzematge de materials de classe A i en el que els materials de construcció utilitzats, amb els revestiments inclosos, siguin de classe A en la seva totalitat, es podrà augmentar la superfície màxima permesa del sector d'incendi fins a 10000 m^2.

Tal com podem observar a la taula anterior (taula 19) i tenint present que el nostre establiment és tipus C, els sectors d'incendis de taller, magatzem i lavabos no hi ha límit de superfície establert, ja que es tracta de sectors amb nivell de risc intrínsec Baix 1. En el sector d'oficines el límit de superfície construïda permesa és 6000 m^2, i en el nostre establiment és de 149 m^2, per tant, també compleix.

5.2.3. Materials

El comportament davant el foc d'un material, ve determinat per les característiques i qualitats del mateix, coneixent-se com a reacció davant el foc.

És de gran importància la elecció dels materials utilitzats en l'acabat d'obres, ja que les característiques dels mateixos dependrà en gran mesura la iniciació de l'incendi, i la seva propagació immediata en els començaments del mateix.

En el nostre establiment industrial es compleixen els requisits mínims descrits a l'Annex II de l'RSCIEI, ja que tots els materials utilitzats seran de tipus M2. Seran de classe M3 si es tracta de productes inclosos a parets i tancaments.

5.2.4. Estabilitat al foc dels elements constructius portants

Les exigències de comportament davant el foc d'un element constructiu portant es defineixen pel temps, en minuts, durant el que l'element ha de mantenir l'estabilitat mecànica.

La estabilitat davant el foc exigible als elements constructius portants als sectors d'incendi d'un establiment industrial, segons RSCIEI, es pot determinar de dos formes:

- Mitjançant la adopció dels valors que s'estableixen posteriorment (o més favorables).
- Per procediments de càlcul analític o numèric de reconeguda solvència o justificada validesa.

La estabilitat al foc dels elements estructurals amb funció portant i escales que siguin de recorregut d'evacuació no tindran un valor inferior al que s'indica a la taula següent:

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)*

Figura 20. *Estabilitat davant el foc mínima dels elements Estructurals (imatge extreta del RSCIEI).*

No serà d'aplicació la classe de resistència al foc conforme a la norma UNE 23093, que figura entre parèntesis a la taula anterior, a causa de que aquesta va ser anul·lada per la norma UNE-EN 1363:2000.

Per tant, el nostre establiment, al tractar-se d'un establiment tipus C de nivell de risc intrínsec baix, els elements estructurals amb funció portant i escales que siguin de recorregut d'evacuació hauran d'adoptar el valor R 30, o més.

5.2.5. Resistència al foc d'elements constructius de tancament

Els elements constructius de tancament són els que constitueixen la part exterior de l'espai edificat, com per exemple, la façana.

Segons RSCIEI, les exigències de comportament davant el foc d'un element constructiu de tancament es defineix pel temps durant el que l'element ha de mantenir les següents condicions:

- Capacitat portant R.
- Integritat al pas de flames i gasos calents E.
- Aïllament tèrmic I.

Conseqüentment, els elements constructius de tancament complirà amb una capacitat portant R, una integritat al pas de flames i gasos calents E i un aïllament tèrmic I.

5.2.6. Evacuació dels establiments industrials

Primerament, per tal de conèixer les característiques que haurà de complir la instal·lació a estudi, es determinarà la ocupació P. Aquesta, o bé s'extreu de les següents equacions o bé utilitzant la taula 2.1 del Codi tècnic de la edificació, on et marca l'ocupació en m^2/persona depenent de a què es destini el sector. En el nostre cas, s'ha escollit el valor major.

- $P = 1{,}1 * p$ (si p<100).
- $P = 110 + 1{,}05 * (p - 100)$ (si 100<p<200).
- $P = 215 + 1{,}03 * (p - 200)$ (si 200<p<500).
- $P = 524 + 1{,}01 * (p - 500)$ (si 500<p).

On:

P = ocupació de l'establiment industrial.

p = número de persones que ocupa el sector d'incendi.

A tots els sectors, el nombre de treballadors és menor de 100, així que s'ha utilitzat la primera fórmula en tots els casos, o bé la taula del CTE. Els valors han estat arrodonits a l'enter superior.

Taula 4. *Ocupació de cada sector d'incendi.*

Sector	Superficie (m^2)	Densitat de foc Q_s (MJ/m^2)	Nivell risc intrínsec	Nº de Treballadors (p)	Ocupació (P)
1	1126	200	Baix 1	24	27
2	149	600	Baix 2	7	15(1)
3	43	0	Baix 1	-	15(2)
4	288	83	Baix 1	1	8(3)

(2) El valor de l'ocupació a les oficines s'ha estimat mitjançant el Codi tècnic de la edificació, Taula 2.1 sobre densitats d'ocupació. El valor establert per aquesta taula és que el número d'ocupació d'aquest espai és 10 m^2 per persona. Si l'espai conta de 149 m^2, el número d'ocupació del sector és 15 (arrodonint a l'enter superior).

(2) El valor de l'ocupació als vestuaris, utilitzant la mateixa taula anterior, és 3 m^2 per persona. Si l'espai conta de 43 m^2, el número d'ocupació del sector és 15 (arrodonint a l'enter superior).

(3) El valor de l'ocupació al magatzem, utilitzant la mateixa taula anterior, és 40 m^2 per persona. Per tant, si el sector consta de 288 m^2, l'ocupació és 8 (arrodonint a l'enter superior).

Sumant les diferents ocupacions, el total resultant d'ocupació al nostre establiment industrial és de 65 persones.

Per la evacuació dels establiments industrials que estiguin ubicats en edificis del tipus C, segons el RSCIEI, han de satisfer les condicions següents:

1- Elements d'evacuació:
   a. Origen d'evacuació: Es tot punt ocupable d'un edifici, on la densitat d'ocupació no excedeixi d'una persona/m^2 i la superfície total no excedeixi de 50m^2.
   b. Recorregut d'evacuació: Es tracta del recorregut que condueix des d'un origen d'evacuació fins a una sortida de planta o una sortida d'edifici. Si una vegada s'ha arribat a una sortida de

planta, la longitud del recorregut posterior no computa a efectes del compliment dels límits als recorreguts d'evacuació.

c. Recorreguts d'evacuació alternatius: Es considera que dos recorreguts d'evacuació que condueixen des d'un punt d'origen d'evacuació a dos sortides diferents son alternatius quan a l'origen formen un angle major de 45º entre sí.
d. Espai exterior segur: És aquell en el que es pot donar per finalitzada la evacuació dels ocupants de l'edifici. En el nostre cas, serà a partir d'haver sortit de la nau industrial.
e. Altura d'evacuació: Màxima diferencia en cotes entre un origen d'evacuació i la sortida de l'edifici.

2- Número i disposició de les sortides: En el nostre cas, la nau té més d'una sortida. Per tant, segons RSCIEI, la longitud dels recorreguts d'evacuació fins alguna sortida de planta no serà major de 50 metres. Cal tenir en compte que la longitud de recorreguts de evacuació des del seu origen fins arribar a algun punt des del qual existeixin almenys dos recorreguts alternatius no excedirà de 25 metres. En la següent talula, pertanyent a la guia RSCIEI, es mostren les longituds màximes permeses.

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	---------	25 m

Figura 21. *Longitud del recorregut d'evacuació segons el número de sortides (imatge extreta del RSCIEI).*

3- Disposició de escales: Respecte a les escales que es prevegi per evacuació descendent hauran de ser protegides si la altura d'evacuació sigui de més de 10 metres per un nivell de risc alt, de 15 metres per nivell de risc mitjà i de 20 metres per un nivell de risc baix. En el nostre cas, cap escala d'evacuació supera els 20 metres, per tant no serà necessari protegir-les.

4- Dimensionat dels passadissos, escales i portes: Per tal d'establir el dimensionat dels elements d'evacuació s'ha utilitzat la taula 4.1 del CTE, sobre dimensionat dels elements de la evacuació. En aquesta taula es

mostren les equacions que ens permet obtenir l'amplada mínima de les portes, passadissos, rampes, escales...

Per el present projecte, s'obté que per portes i passos, l'amplada mínima no pot ser menor que 0,6 metres, ni ser major que 1,23.

Per els passadissos obtenim que l'amplada mínima és 1 metre.

Per l'amplada de les escales, s'utilitza el valor mínim, ja que és el que ens ho marca. Aquest és del valor de 0,8. S'ha obtingut de la taula 4.1 del Document Bàsic de Seguretat d'Utilització i Accesibilitat (DB-SUA).

La nostra nau industrial compleix tots aquests requisits.

5- Senyalització i il·luminació: Aquests apartats s'han definit posteriorment, en el punt 5.3.1.

5.3. Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis en els establiments industrials

Aquest apartat correspon a la protecció activa contra incendis. Aquesta, segons l'annex 3 del RSCIEI, té com a funció la detecció, el control i l'extinció de l'incendi, a través d'una lluita directa, i per tant, facilitar la evacuació.

5.3.1. Mesures de detecció d'incendis

1. Sistemes automàtics de detecció d'incendis

Segons l'annex 3 de l'RSCIEI, s'instal·larà sistemes automàtics de detecció d'incendis en els sectors d'incendi, en el nostre cas de tipus C, si:

i. En activitats diferents a emmagatzematge si:
   a. El seu nivell de risc intrínsec es mitjà i la seva superfície total construïda és de 3000 m^2 o superior

b. El seu nivell de risc intrínsec es alt i la seva superfície total construïda és de 2000 m^2 o superior.

ii. En activitats d'emmagatzematge si:

a. El seu nivell de risc intrínsec és mitjà i la seva superfície total construïda és de 1500 m^2 o superior.
b. El seu nivell de risc intrínsec és alt i la seva superfície total construïda és de 800 m^2 o superior.

En el nostre cas, tots els sectors són de tipus baix, per tant, no serà necessari instal·lar sistemes automàtics de detecció d'incendis.

2. Sistemes manuals d'alarma d'incendi

Aquests estan constituïts per un conjunt de polsadors que permetran transmetre una senyal a una central de control i senyalització permanentment vigilada, de tal forma que sigui fàcilment identificable la zona en que ha estat activat el polsador.

S'instal·larà sistemes manuals d'alarma d'incendi en els sectors d'incendi dels establiments industrials si:

i. En activitats diferents a emmagatzematge si:
   a. La superfície total construïda és de 1000 m^2 o superior
   b. No es requereix la instalació de sistemes automàtics de detecció d'incendis

ii. En activitats d'emmagatzematge si:
   a. La superfície total construïda és de 1000 m^2 o superior
   b. No es requereix la instal·lació de sistemes automàtics de detecció d'incendis

Els nostres sectors compleixen tots dos requisits, per tant, segons l'RSCIEI, serà necessari la instal·lació de sistemes manuals d'alarma d'incendi. Al ser necessari, s'haurà d'instal·lar un sistema manual d'alarma junt a cada sortida d'evacuació del sector d'incendi, i la distància màxima a recórrer des de qualsevol punt fins arribar a un polsador no ha de superar els 25 metres.

En total, dins el nostre establiment s'instal·larà 13 polsadors manuals d'alarma d'incendi. Aquests es poden veure distribuïts en el plànol 5 annex a aquest document, com també on es troba la central de senyalització.

3. Sistemes de comunicació d'alarma

Aquest és un sistema que permet emetre senyals acústiques i/o visuals als ocupants del sector. Pot estar integrada junt amb el sistema automàtic de detecció d'incendis en un mateix sistema.

4. S'instal·larà sistemes de comunicació d'alarma en tots els sectors d'incendi dels establiments industrials si la suma de la superfície construïda de tots els sectors d'incendi de l'establiment industrial es de 10000 m^2 o superior.

En el nostre cas, l'establiment no compleix amb aquesta mesura, ja que és considerablement més petit, per tant, no serà necessari la instal·lació de sistemes de comunicació d'alarma.

5. Sistemes de proveïment d'aigua contra incendis

S'instal·larà un sistema de proveïment d'aigua contra incendis si:

i. Ho exigeixen les disposicions vigents que regulen activitats industrials sectorials o específiques.
ii. Quan sigui necessari per donar servei, en les condicions de caudal de pressió i reserva calculats, a un o varis sistemes de lluita contra incendis tals com:

    a. Xarxa de boques d'incendi equipades (BIE).
    b. Xarxa d'hidrants exteriors.
    c. Ruixadors automàtics.
    d. Espuma.

En el nostre establiment, no serà necessari instal·lar un sistema de proveïment d'aigua contra incendis, ja que no compleix aquestes condicions.

6. Sistemes d'hidrants exteriors

Son sistemes de proveïment d'aigua per us exclusiu del Cos de Bombers i personal degudament format.

S'instal·larà un sistema d'hidrants exteriors si:

i. Ho exigeixen les disposicions vigents que regulen activitats industrials sectorials o específiques.

ii. Segons la taula següent, corresponent a la taula 3.1 de l'RSCIEI:

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m^2)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 >3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

Figura 22. *Necessitat d'implementar sistemes d' hidrants exteriors (imatge extreta del RSCIEI).*

Com es pot observar a la figura 22, el nostre establiment no serà necessari l'implementació de sistemes d'hidrants exteriors.

7. Extintors d'incendi

Segons RSCIEI, s'instal·larà extintors d'incendi portàtils en tots els sectors d'incendi dels establiments industrials.

L'agent extintor utilitzat es seleccionarà d'acord amb la taula I-1 de l'apèndix 1 del Reglament de Instal·lacions de protecció contra incendis, aprovat pel Real Decret 1942/1993, de 5 de novembre. Aquesta taula es mostra a continuació.

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico ...	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Figura 23. *Extintors adequats per a cada tipus de foc (imatge extreta del Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis).*

On:

XXX = Molt adequat

XX = Adequat

X = Acceptable

A la pràctica, s'acostumen a utilitzar dos tipus d'extintor: els extintors de pols i els extintors de CO_2 on, els de pols són adequats per casi tots els tipus d'incendi mentre que els de CO_2 són més adequats per apagar incendis en equips delicats, com ordinadors, per exemple, perquè no els fan tan malbé, però no són tan eficaços.

A la instal·lació a estudi, s'ha escollit instal·lar els extintors de pols majoritàriament, excepte pel sector d'oficines i al costat del quadre elèctric general, sobretot, perquè és on es troba l'equip més delicat. Al taller, s'ha escollit instal·lar els extintors de pols perquè és on hi ha més possibilitat que hi pugui haver un incendi, a causa de les màquines. Per això s'ha escollit un extintor més eficaç.

La situació dels extintors permetrà que siguin fàcilment visibles i accessibles, i es situaran pròxims als punts on s'estimi major probabilitat d'iniciar-se l'incendi.

La distribució serà tal que el recorregut màxim horitzontal, des de qualsevol punt del sector d'incendi fins l'extintor, no superi els 15 metres.

En total, s'instal·larà 3 extintors de CO_2, al sector 2 (oficines), mentre que per la resta de sectors, s'instal·larà extintors de pols, 7 al sector 1 (taller), 3 al sector 3 (vestuaris i lavabos) i 1 al sector 4 (Magatzem) . En total, hi haurà 14 extintors portàtils, 3 de CO_2 i 15 de pols.

8. Sistemes de boques d'incendi equipades

Els sistemes de boques d'incendi equipades estan compostos per una font de proveïment d'aigua, una xarxa de canonades per la alimentació d'aigua i pels equips de boques d'incendi equipades (BIE) necessaris.

S'instal·larà sistemes de boques d'incendi equipades als sectors d'incendi dels establiments industrials de tipus C si:

i. El seu nivell de risc intrínsec és mitjà i la seva superfície total construïda és de 1000 m^2 o superior.
ii. El seu nivell de risc intrínsec és alt i la seva superfície total construïda és de 500 m^2 o superior.

Al ser els sectors del nostre establiment de classe baixa, no serà necessària la instal·lació de boques d'incendi equipades.

9. Sistemes de columna seca

S'instal·laran sistemes de columna seca si:

i. El seu nivell de risc intrínsec és mitjà o alt, i la altura d'evacuació és de 15 metres o superior.

Com es pot apreciar, no serà necessari la seva instal·lació en el nostre establiment industrial.

10. Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua

S'instal·laran sistemes de ruixadors automàtics d'aigua als sectors d'incendi dels establiments industrials de tipus C si:

i. En activitats diferents a emmagatzematge si:
   a. El nivell de risc intrínsec és mitjà i la superfície total construïda és 3500 m^2 o superior.
   b. El nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda és 2000 m^2 o superior.

ii. En activitats d'emmagatzematge si:
   a. El nivell de risc intrínsec és mitjà i la superfície total construïda és 2000 m^2 o superior.
   b. El nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda és 1000 m^2 o superior.

Cap dels nostres sectors d'incendi a l'establiment industrial compleix alguna condició, per tant, no serà necessari la instal·lació d'un sistema de ruixadors automàtic d'aigua.

11. Sistemes d'aigua polvoritzada

Segons l'RSCIEI, s'instal·larà sistemes d'aigua polvoritzada quan per la configuració, contingut, procés i ubicació del risc sigui necessari refrigerar parts d'aquest per assegurar l'estabilitat de l'estructura.

En el nostre establiment, no s'ha cregut necessari la instal·lació d'un sistema d'aigua polvoritzada.

12. Sistemes d'espuma física

S'instal·larà, segons RSCIEI, sistemes d'espuma física si, en genera, existeixen àrees d'un sector d'incendi on es manipulin líquids inflamables que, en cas d'incendi, puguin propagar-se a altres sectors

Cap dels nostres sectors d'incendi compleix aquesta condició, per tant, no s'ha cregut necessari la instal·lació d'un sistema d'espuma física.

13. Sistemes d'extinció per pols

No hi ha unes condicions que et regulin si és necessari instal·lar sistemes d'extinció per pols, a no ser que estigui regulat per l'activitat que es du a terme a l'establiment

En el cas d'estudi, tal com s'ha explicat anteriorment, els extintors de la nostra nau seran majoritàriament de pols.

14. Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos

Aquests sistemes només seran utilitzables quan quedi garantitzada la seguretat o la evacuació del personal.

S'instal·larà sistemes d'extinció per agents extintors gasosos en els sectors d'incendi dels establiments industrials quan:

i. Constitueixin recintes on s'ubiquin equips electrònics, centres de càlcul... i la protecció amb sistemes d'aigua pugui fer malbé aquests equips.

Tal com s'ha explicat anteriorment, s'utilitzarà agents extintors al sector d'oficines, principalment.

15. Sistemes d'enllumenat d'emergència

Segons la guia tècnica de RSCIEI, contaran d'una instal·lació d'enllumenat d'emergència de les vies d'evacuació els sectors d'incendi dels edificis industrials si:

i. Estan situats en planta sota rasant.
ii. Estan situats en qualsevol planta sobre rasant, quan la ocupació P sigui igual o major de 10 persones i siguin de risc intrínsec mitjà o alt
iii. En qualsevol cas, quan la ocupació P sigui igual o major de 25 persones.

Contaran amb una instal·lació d'enllumenat d'emergència:

i. Els locals o espais on estiguin instal·lats quadres, centres de control o comandament de les instal·lacions tècniques de serveis o dels processos que es desenvolupin a l'establiment industrial
ii. Els locals o espais on estiguin instal·lats els equips centrals o els quadres de control dels sistemes de protecció contra incendis.

Segons RSCIEI, la instal·lació dels sistemes d'enllumenat d'emergència complirà les següents condicions:

i. Serà fixa, estarà proveïda d'una font pròpia d'energia i entrarà automàticament en funcionament al produir-se un fallo del 70% de la seva tensió nominal de servei.
ii. Mantindrà les condicions de servei durant una hora, com a mínim, des del moment que es produeixi el fallo.
iii. Proporcionarà una luminància d'un lux, com a mínim, en el nivell del terra en els recorreguts d'evacuació
iv. La luminància serà, com a mínim, de cinc lux als espais definits a l'apartat anterior.
v. La uniformitat de la il·luminació proporcionada en els diferents punts de cada zona serà tal que el quocient entre la luminància màxima i la mínima sigui menor que 40.
vi. Els nivells d'iluminació establerts s'han d'obtenir considerant nul el factor de reflexió de parets i sostres i contemplant un factor de manteniment que comprengui la reducció del rendiment lluminós a causa de l'envelliment de les làmpades i la brutícia de les lluminàries.

En el nostre establiment estarà proveït d'enllumenat d'emergència, que complirà les condicions descrites anteriorment. Es pot veure la ubicació de les lluminàries d'emergència al plànol 5, annex en aquest projecte.

S'ha escollit una lluminària tipus LED. Aquesta és de la marca Sagelux, model OD.110, de 110 lux de flux lluminós amb una hora d'autonomia, o una altre amb les mateixes característiques. En total, s'instal·larà 25 lluminàries d'emergència.

16.Senyalització:

Segons l'apartat 7 del DB-CTE(SI), s'haurà de senyalar les sortides amb un rètol amb la senyal "SORTIDA" excepte en edificis d'us Residencial Vivenda o si es tracta de recintes on la superfície no superi els 50m^2, o siguin fàcilment visibles des de tot punt i els ocupants estiguin familiaritzats amb l'edifici.
La senyal "SORTIDA D'EMERGÈNCIA" s'ha d'utilitzar en tota sortida prevista per us exclusiu en cas d'emergència.
Per la nostra nau, s'ha escollit utilitzar les senyals "SORTIDA" per cada sortida de la nau, però no utilitzar les "SORTIDA D'EMERGÈNCIA", ja que cap d'elles serà d'us exclusiu per això. Es poden veure ubicades al plànol XXX.

En total, s'ha instal·lat 5 senyals de "SORTIDA", a cada sortida de la nau industrial.

5.3.2. Resum dels requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis

Taula 5. *Resum dels sistemes de protecció contra incendis a implementar*

Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis	**Implementat**
Sistemes automàtics de detecció d'incendis	No
Sistemes manuals d'alarma d'incendi	Sí
Sistemes de comunicació d'alarma	No
Sistemes de proveïment d'aigua contra incendis	No
Sistemes d'hidrants exteriors	No
Extintors d'incendi	Sí
Sistemes de boques d'incendi equipades	No
Sistemes de columna seca	No
Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua	No
Sistemes d'aigua polvoritzada	No
Sistemes d'espuma física	No
Sistemes d'extinció per pols	Sí
Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos	Sí
Sistemes d'enllumenat d'emergència	Sí
Senyalització	Sí

CAPÍTOL 6: Instal·lació de ventilació

6.1. Descripció de les necessitats

En aquest capítol, es pretén definir les necessitats de ventilació de la nau industrial, així com explicar les solucions escollides. Es poden definir dos sectors de la nau completament diferents, a la hora d'escollir la ventilació:

- Zona d'oficines: aquesta és la zona de la nau on no es troba la maquinaria, és a dir, a l'espai d'oficines, vestidors i lavabos. L'aire no està tan contaminat com a la zona de taller i magatzems, però és necessari estudiar la possibilitat d'implementar un mètode de ventilació.

- Zona de taller i magatzem: aquesta és la zona on es troba principalment la maquina i la matèria prima. Aquesta maquinària emet una considerable quantitat de calor, com també una gran quantitat de partícules a l'aire. Aquesta ventilació és totalment necessària.

6.2.Ventilació de la zona d'oficines

Després d'estudiar la possibilitat d'utilitzar extractors per tal de ventilar forçadament algunes habitacions, al final s'ha desestimat aquesta possibilitat.

El motiu principal és que no s'ha cregut necessari la ventilació forçada d'aquesta part de la nau, ja que totes les habitacions que es troben en aquest sector tenen com a mínim una obertura que dóna directament a l'exterior, com són les finestres. Per aquest motiu, es considera que la ventilació a la zona d'oficines es farà naturalment, sense necessitat d'instal·lar extractors.

Cal esmentar que hi ha alguna habitació on la finestra dóna a la zona del taller. No s'ha cregut necessari igualment, ja que s'ha considerat que la zona de taller estarà ben ventilat.

6.3.Ventilació de la zona de taller i magatzem

Principalment, aquest apartat està basat amb el Real Decret 486/1997, de 14 d'abril,pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball.

Principalment, en llocs de treball tancats s'haurà de complir, en particular, un nombre de renovacions d'aire a l'espai. Aquest valor de nombre de renovacions es pot trobar a la figura 24, seguidament en aquest apartat.

Per tal de conèixer el caudal necessari a renovar dins el nostre espai, s'utilitzarà la següent equació:

$$Q = V * N \qquad (5)$$

On:

Q = caudal necessari a renovar, en m^3/h.

V = volum de la superfície que es pretén renovar, en m^3.

N = nombre de renovacions necessari depenent de l'activitat, en nombre de renovacions/hora.

La superfície que es pretén renovar és la suma del taller i el magatzem, que tenen una àrea de 1126 m^2 i 288 m^2, respectivament. Per tant, l'àrea de la secció és 1414 m^2.

L 'altura útil en aquest espai, tal com s'explica a l'apartat 4.4 del present projecte, és de 8 metres, tant al magatzem com al taller. Per tant, això significa que el Volum de la superfície que volem renovar és de 11312 m^3.

El número de renovacions per hora s'extreu de la taula següent (figura 24),extreta de la pàgina de Soler i Palau. A la taula podem observar que hi ha una renovació d'aire per "Tallers de mecanitzat".

El número de renovacions d'aire per tallers de mecanitzat és entre 5 i 10. Al present projecte s'ha escollit un nombre de renovacions de 8 unitats, ja que és un valor mig.

Utilitzant la fòrmula anterior, obtenim que necessitarem renovar un caudal de 90496 m^3/h.

Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora N
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de Bancos	3 - 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 - 6
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 - 10
Gallineros	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 - 60

Figura 24. *Nombre de renovacions/hora depenent de l'activitat (Extreta de Soler i Palau).*

6.3.1.Possibles solucions a implementar

S'ha considerat les diferents opcions per tal de renovar l'aire de la zona de taller i magatzem. No hi ha una normativa específica que afecti a la disposició de sistemes de ventilació. Principalment s'ha estudiat dos possibles solucions, tenint en compte les següents indicacions, necessàries per obtenir una bona ventilació a la superfície a estudi.

- Les entrades d'aire han d'estar totalment separades de les sortides d'aire. El motiu és que es necessita que tot l'aire pugui circular, d'un costat de la superfície a l'altre, i no es quedi cap lloc sense circulació d'aire.
- A la mesura que es pugui, es situaran els extractors a prop dels focus contaminants, de manera que la contaminació generada del punt es pugui evacuar ràpid, sense necessitat de que circuli per tot el local d'estudi.
- S'ha de procurar que l'extractor de sortida d'aire no es trobi a prop d'una possible entrada d'aire, com pot ser una finestra o portal, per tal d'evitar que l'aire entri i surti pel mateix punt, sense que pugui travessar la superfície.

1- Solució 1:

La primera possible solució és col·locar extractors a la paret d'un un costat de la nau, de manera que l'aire circuli de costat a costat. Les entrades d'aire serien naturals, com són les dos portes d'entrada de la part del costat de la nau que dona a la carretera, com també, més a petita mesura, els molls de càrrega. Aquesta és la solució més econòmica, però també la menys eficient, ja que les entrades naturals són un pèl escasses.

2- Solució 2:

Es tracta d'instal·lar extractors de sostre, per tal de que l'aire contaminat circuli de baix a dalt, sense necessitat de recórrer la nau horitzontalment. Els extractors expulsarien l'aire directament a fora, sense necessitat d'instal·lar una canonada. Les entrades d'aire serien naturals, com les portes i portals de qualsevol costat de la nau. El principal inconvenient és que per tal d'evacuar l'aire contaminat de tota la nau es necessitaria la instal·lació de molts extractors, ja que a la nau d'estudi no hi ha un principal focus contaminant, on posar l'extractor just al damunt, sinó que cada màquina és un focus contaminant potencial, i al nostre establiment es troba una gran quantitat de maquinària. A favor aquesta solució té que

l'evacuació de l'aire contaminat és molt bona, ja que aquest no ha de creuar tota la nau per tal de sortir a l'exterior.

6.3.2.Solució escollida

La solució escollida a instal·lar al nostre establiment industrial es tracta d'una modificació de la primera solució. S'ha descartat la segona solució a causa de l'impacte econòmic que suposa, ja que la inversió inicial seria considerablement més alta, i que el cost energètic també seria considerablement més alt, a causa de tenir més extractors.

S'ha decidit millorar la primera solució perquè s'ha considerat poc eficaç, a causa de les poques entrades d'aire. A més, compondria haver de tenir les portes d'entrada sempre obertes.

La solució consisteix, a més de la instal·lació dels extractors a un costat de la nau, uns impulsors a l'altre costat, per tal de solucionar el problema de les entrades d'aire.

Per tal de calcular les característiques dels extractors necessaris, s'ha utilitzat un programa, anomenat EasyVent, creat per la empresa Soler i Palau. Aquest és un programa que et permet escollir, entrant una sèrie de paràmetres, el producte de Soler i Palau més útil per a cada situació.

S'ha escollit la instal·lació de quatre extractors d'aire i tres impulsors, situats els impulsors a la paret que dóna a la carretera i els extractors a la oposada. El motiu d'instal·lar quatre extractors és per tal de cobrir tota la longitud de la nau, ja que un extractor sol implicaria un sol punt d'evacuació. A més, en el cas de tenir un problema a l'extractor i aquest no funcionar, es tindrien tres més capaços d'evacuar, si no el mateix caudal, bastant semblant. El motiu dels tres impulsors d'aire és el mateix dels extractors, cal esmentar que en cas d'avaria en algun impulsor, es podria utilitzar l'entrada d'aire natural.

La ubicació dels impulsors i extractors instal·lats a la nau d'estudi es poden veure al plànol 6, en el document de plànols

Es pot observar que hi ha impulsors i extractors relativament a prop de possibles entrades/sortides d'aire. En principi no hi hauria problema a la hora de ventilar la nau, ja que en principi estaran sempre tancades, i a més, al haver-hi impulsors i extractors, en principi l'aire només circularà en un sentit.

El model d'impulsor escollit és el Ventilador HCFT/6-900/H-X. Aquest es tracta d'un ventilador helicoïdal mural amb hèlix de plàstic reforçat amb fibra de vidre. S'ha escollit un accessori per cada impulsor. Es tracta d'una persiana, model PER-1000 CN, de sobrepressió amb marc de xapa d'acer, que servirà per tal de protegir l'impulsor d'agents externs, com són l'entrada d'olors, corrents d'aire i si es manté tancat evita fugues de calefacció si l'impulsor no funciona.

El model d'extractor escollit és el Ventilador HCBT/6-800/H-X. Aquest es tracta també d'un ventilador helicoïdal mural amb hèlix d'alumini. Com en els impulsors,s'ha escollit un accessori per cada extractor. Aquest es tracta també d'una persiana, model PER-800 CN, de sobrepressió amb marc de xapa d'acer. Els motius de la implementació d'aquest accessori són exactament els mateixos que els descrits pels impulsors.

Es pot veure la fitxa tècnica dels extractors i inductors a l'apartat d'annexes corresponent, juntament amb el punt de treball de cada un.

CAPÍTOL 7: Il·luminació

7.1.Aspectes generals

En aquest capítol, es dissenyarà i calcularà la il·luminació necessària a l'establiment industrial d'estudi.

Es defineix il·luminació per l'acció d'il·luminar, mitjançant un conjunt de dispositius que s'instal·len per produir certs efectes lluminosos, tant per ser pràctics com per decoratius.

Per tal de mesurar la intensitat d'il·luminació, s'utilitzarà la unitat de mesura lux, ja que és la mesura del Sistema Internacional d'Unitats (SI).

A la hora de mesurar la quantitat de lux en una zona s'utilitzarà la unitat de mesura lúmens (lm), que són luxs/m^2.

La normativa a la hora d'il·luminar un establiment no és estricte, ja que està definida per dos punts, al Codi Tècnic de la Edificació (CTE), secció SUA-4. Aquesta es limita a recollir els nivells mínims d'enllumenat normal en zones de circulació, mesurades a nivell del terra. Cal esmentar que aquests valors no són especialment alts. Segons el CTE SUA-4:

- En cada zona es disposarà d'una instal·lació d'enllumenat capaç de proporcionar una luminància mínima de 20 lux, en zones exteriors, i de 100 lux en zones interiors, excepte aparcaments interiors on serà de 50 lux, mesurada a nivell del terra.
- El factor d'uniformitat mitja serà del 40% com a mínim.

S'entén per uniformitat la relació existent entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitja, mesurada sobre la superfície de referència.

A la secció de HE-3 també del CTE, parla de l'eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació. Aquesta no afectarà a la nostra instal·lació, ja

que el seu àmbit d'aplicació s'exclou a les instal·lacions industrials i tallers, entre altres.

Existeixen uns valors mínims d'il·luminació recomanats, depenent de l'activitat que s'estigui realitzant a cada espai. Aquests valors són els que s'han tingut en compte a la hora de dissenyar la il·luminació a la nau d'estudi.

A la taula següent, podem observar la quantitat de lux que s'ha agafat de base a cada espai de la nau, tenint en compte les recomanacions i la normativa.

Taula 6. *Quantitat de Luxs recomanats depenent de l'activitat.*

Àrees	Luxs
Oficines Tècniques	500
Zones de circulació, passadissos	100
Lavabos	150
Vestuaris	150
Taller	750
Magatzem	500
Sala d'espera	500
Sala de quadre elèctric	150
Sala de descans/menjador	300
Arxiu	150
Entrada	150

En el present establiment, a la hora d'escollir el tipus d'il·luminació a cada sector s'ha tingut en compte, principalment, que compleixi els mínims establerts, depenent de l'activitat que es realitzi, i escollir un tipus d'il·luminació sostenible, amb poc consum.

Per tal d'aconseguir-ho, s'ha decidit implementar, a la hora d'il·luminar el present establiment, tecnologia LED.

Aquesta tecnologia, bàsicament, es caracteritza, bàsicament, per un molt baix consum, comparat amb altres tecnologies, com pot ser la fluorescent. També posseeix una vida útil molt més llarga, aproximadament de 50000 hores, mentre que una làmpada de baix consum convencional posseeix una vida útil de, aproximadament i depenent del model, entre 2000 i 15000 hores. Cal esmentar que les lluminàries LED són considerablament més

cares que la resta de lluminàries amb una tecnologia diferent. Tot i això, en el present projecte s'ha considerat més rentable, a la llarga, la instal·lació de lluminàries LED que les convencionals.

7.2. Lluminàries

Els models escollits per il·luminar els diferents espais són de la marca Philips, i tots ells són lluminàries LED:

- PHILIPS BY471P 1xLED250 S/840 NB GC, de la secció de lluminàries GentleSpace gen2.
    - Aquest model es tracta de lluminàries de gran altura, es a dir, que permeten il·luminar un espai des d'una altura considerable.
    - Genera 25000 lm, i consumeix una potència de 200 W.
    - S'ha instal·lat aquest model al sector destinat a taller. Les lluminàries estaran penjades 1,5 metres, és a dir, es trobaran a una altura de 6,5 metres.

- PHILIPS BY471P 1xLED250 S/840 WB GC, de la secció de lluminàries GentleSpace gen2.
    - El present model és casi exactament igual que el model descrit anteriorment.
    -
    - Principalment es distingeix perquè, a diferència del model anterior, el flux lluminós d'aquesta lluminària es bifurca una mica en dos direccions. S'ha escollit aquest model per tal d'il·luminar bé els prestatges on es guarden els productes.
    - Genera 25000 lm, i consumeix una potència de 200 W.
    - S'ha instal·lat aquest model al sector destinat a taller. Les lluminàries estaran penjades 1,5 metres, és a dir, es trobaran a una altura de 6,5 metres.

- PHILIPS BBG463 1xLED-40—4200-GU10, de la secció de lluminàries Zadora LED.
    - Es tracta d'una lluminària tipus LED, orientable. El seu muntatge és adossat al sostre.
    - Genera un color blanc.
    - Genera 290 lm, i consumeix una potència de 6,8 W.
    - S'ha instal·lat aquest model a tots els sectors destinat a lavabos i vestuaris, a més de a l'arxiu i el passadís. S'ha escollit aquest model perquè no genera molts luxs, i el seu consum és molt baix.

- PHILIPS DN460B 1xLED11S/830C, de la secció de lluminàries Greenspace.
    - Es tracta d'una lluminària tipus LED, orientable. El seu muntatge és adossat al sostre.
    - Genera un color blanc.
    - Genera 1100 lm, i consumeix una potència de 13,8 W.
    - S'ha instal·lat aquest model a les dues entrades i a la sala del quadre elèctric. S'ha escollit aquest model bàsicament perquè genera una quantitat de luxs adequada pels espais escollits.

- PHILIPS BCS680 W17L122 1xLED48/840 LIN-PC, de la secció de lluminàries Celino LED.
    - Es tracta d'una lluminària tipus LED. El seu muntatge és adossat al sostre.
    - Genera un color blanc fred.
    - Genera 4050 lm, i consumeix una potència de 43 W.
    - S'ha instal·lat aquest model als diferents despatxos. El motiu és pel mateix, ja que genera més luxs que els anteriors, i en una oficina tècnica es necessita.

7.3. Càlcul de la il·luminació

En aquest apartat es calcula els lúmens a cada sector de la nau, mitjançant les lluminàries escollides. S'intentarà complir amb la quantitat de flux recomanat, mostrat a la taula 6 d'aquest capítol. També s'ha dissenyat la il·luminació per tal de no tenir més d'un 40% d'uniformitat mitja, definida anteriorment.

Per tal de dissenyar la il·luminació, s'ha utilitzat el programa DIALUX, creat per l'empresa Philips. Aquest programa calcula la quantitat de lúmens a cada punt del sector que es vol estudiar, entrant-hi tu la superfície i la distribució de lluminàries.

A la següent taula podem observar els diferents sectors de la nau, juntament amb la quantitat de lux recomanat i el que s'ha aconseguit, distribuint les lluminàries. També es pot observar el número de lluminàries de cada sector, el model i el factor d'uniformitat. Es recorda que per normativa s'ha de complir amb el 40% d'uniformitat.

Els resultats exactes, juntament amb la fitxa tècnica de les lluminàries, es poden observar als apartats annexes.

Taula 7. *Resum de la il·luminació i potència de cada àrea.*

Secció	Em recomanat	Em obtingut	Uniformitat	Tipus Lluminària	Número Lluminàries	Potència Lluminària (W)	Potència total (W)
Taller	750-1000	935	0,407	BY471P 1xLED250S/840 NB	49	234	11466
Entrada	500	405	0,403	DN460B 1xLED11S/830 C	10	13,8	138
Sala quadre electricitat	150	131	0,432	DN460B 1xLED11S/830 C	2	13,8	27,6
Magatzem		682	0,652	BY471P 1xLED250S/840 WB	16	234	3744
Despatx principal	500	426	0,425	BCS680 W17L122 1xLED48/840	7	43	301
Vestidors P.B.	150	153	0,401	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	8	6,8	54,4
Labavo entrada		120*	0,41*	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	7	6,8	47,6
Entrada P.P.	150	175	0,48	DN460B 1xLED11S/830 C	2	13,8	27,6
Despatx P.P.	500	489	0,4	BCS680 W17L122 1xLED48/840	4	43	172
Arxiu	150	167	0,423	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	13	6,8	88,4
Labavo petit P.P.	150	172	0,44	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	4	6,8	27,2
Sala de descans P.P.	300	464	0,417	BCS680 W17L122 1xLED48/840	3	43	129
Passadis P.P.	150	160	0,476	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	4	6,8	27,2
Vestidors P.P.	150	144	0,408	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	10	6,8	68
Labavo petit Costat Dret Nau	150	142	0,532	BBG463 1xLED-40-4200 GU10	2	6,8	13,6

*: Valor aproximat, ja que dins el lavabo hi ha més d'una habitació. S'ha agafat la mitjana dels diferents valors obtinguts.

CAPÍTOL 8:

INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

El present capítol tractarà de dissenyar i calcular tota la instal·lació elèctrica necessària en el nostre establiment, tant els circuits d'enllaç de la xarxa al nostre establiment, com els circuits interns dins la nau.

Els càlculs realitzats per dissenyar cada part de la instal·lació es poden trobar a l'apartat annex de justificació de càlculs, realitzats pas per pas.

Per dissenyar i calcular la instal·lació d'enllaç, es tindrà en compte que es tracta d'un subministrament per un sol usuari. Això significa que la instal·lació d'enllaç a realitzar, basat en el Reglament Elèctric de Baixa Tensió (REBT), ITC-BT-12, estarà formada pels elements que es poden veure a la figura següent.

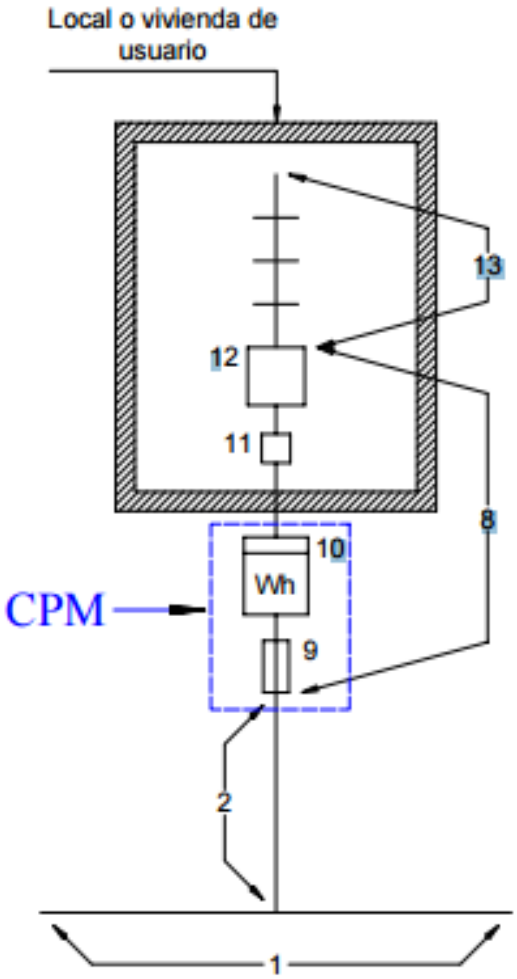

Figura 25. *Instal·lació d'enllaç per un sol usuari. Imatge extreta del REBT, ITC-BT-12*

On:

1. Xarxa de distribució.
2. Escomesa.
8. Derivació individual.
9. Fusible de seguretat.
10. Comptador.
11. Caixa per l'Interruptor de Control de Potència.
12. Dispositius generals de Comandament i Protecció.
13. Instal·lació interior.

8.1.Potència instal·lada

En aquest apartat es calcularà la potència instal·lada de la nau.
La potència instal·lada en l'establiment industrial d'estudi s'ha calculat tenint en compte els següents components:

1) Maquinària instal·lada
2) Instal·lació d'emergència
3) Instal·lació de ventilació
4) Il·luminació
5) Preses de corrent normals

Es calcularà el total de potència que pot consumir la nau industrial d'estudi. Per tal de fer-ho es sumarà tota la potència que pot consumir els components esmentats anteriorment. A les taules següents podem veure la maquinària instal·lada i el consum de cada una, com també la potència de la instal·lació d'emergència, la d'iluminació i les preses de corrent. Tots els valors de potència de les taules estan representats en W.

Taula 8. *Potència instal·lada de la maquinària.*

Maquinària	Potència	Unitats	Potència total
Torn semiautomàtic Harrison alpha 400 plus	7500	1	7500
Torn CMZ TA-25-YS-640	11000	4	44000
Torn TOS Trencin SUI 50	7500	2	15000
Centre Mecanitzat Matsuura 5 eixos- MX-850	20000	2	40000
Daewoo Mynx 540	15000	2	30000
Muratec MT-20	15000	2	30000
Fanuc Robodrill alpha D21MiA5	20000	3	60000
Okuma MP-46V	22000	4	88000
Serra de cinta automàtica 420 A 60º CNC Fat	3600	2	7200
Serra vertical VS-300 FAT	1250	4	5000
Taladre vertical TL25 FAT	1125	4	4500
Total			331200

Taula 9. *Potència instal·lada de la instal·lació d'emegència.*

Instal·lació emergència	Potència	Unitats	Potència total
Lluminàries	10	25	250
Sistema central d'incendis	80	1	80
Total			330

Taula 10. *Potència instal·lada de la instal·lació de ventilació.*

Instal·lació ventilació	Potència	Unitats	Potència total
Impulsor	1970	3	5910
Extractor	1110	4	4440
Total			10350

Taula 11. *Potència instal·lada de la instal·lació d'il·luminació.*

Il·luminació	Potència	Unitats	Potència total
Taller	**234**	**49**	11466
Entrada	**13,8**	**10**	138
Sala quadre electricitat	**6,8**	**4**	27,2
Magatzem	**234**	**16**	3744
Despatx principal	**43**	**7**	301
Vestidors P.B.	**6,8**	**8**	54,4
Labavo entrada	**6,8**	**7**	47,6
Entrada P.P.	**13,8**	**2**	27,6
Despatx P.P.	**43**	**4**	172
Arxiu	**6,8**	**13**	88,4
Labavo petit P.P.	**6,8**	**4**	27,2
Sala de descans P.P.	**43**	**3**	129
Passadis P.P.	**6,8**	**4**	27,2
Vestidors P.P.	**6,8**	**10**	68
Labavo petit Costat Dret Nau	**6,8**	**2**	13,6
Total			16331,2

Taula 12. *Potència instal·lada de les preses de corrent.*

Preses de corrent normals	Potència	Unitats	Potència total
Monofàsiques normals taller i magatzem	3450	46	158700
Trifàsiques taller i magatzem	11040	16	176640
Monofàsiques normals zona oficines/vestuaris	3450	47	162150
Total			497490

Taula 13. *Resum de la potència instal·lada de l'establiment industrial*

Components	Potència total
Maquinària	331200
Instal·lació d'emergència	330
Instal·lació de ventilació	10350
Il.luminació	16331,2
Preses de corrent normals	393990
Preses de corrent ordinadors	9000
Potència total instal·lada en l'establiment industrial	**761201,2**

El total de potència instal·lada a la nau d'estudi és de 761,2 kW.

8.2.Potència contractada

Evidentment, la potència a contractar per la nau no serà la suma directa de tots els components anteriors, ja que es preveu que mai estaran funcionant a plena càrrega i tots alhora.

Per tal de tenir en compte aquests aspectes, s'ha utilitzat dos factors. Un serà un coeficient de simultaneïtat (per marcar que no tots els components

funcionaran alhora, i l'altre d'utilitat (perquè no sempre estaran treballant a plena càrrega. Els valors d'aquests coeficients s'han escollit en criteri propi del projectista, que normalment serà basant-se amb valors freqüentment utilitzats.

Per la maquinària instal·lada, s'ha escollit un valor de simultaneïtat de 0.9, ja que normalment estaran funcionant la majoria de les màquines, mentre que s'ha escollit un valor d'utilització de 0.7 perquè serà difícil que totes les màquines treballin a plena càrrega constantment i alhora.

Per la instal·lació d'emergència, ja sigui les lluminàries o els polsadors, no s'ha escollit cap coeficient, ni de simultaneïtat ni de utilització, ja que en cas d'emergència tots els components del sistema funcionarien alhora.

Per la instal·lació de ventilació, normalment funcionarà tots els extractors i impulsors alhora, per tant, s'ha decidit escollir pels dos coeficients, el valor unitat.

Per la instal·lació d'il·luminació, és bastant probable també que funcionin totes juntes, ja que sempre hi haurà activitat tant al taller i magatzem com a la zona d'oficines. Per tant, els coeficients també seran de valor 1.

Per les preses de corrent normals sí s'utilitzarà dos coeficients considerablement baixos, ja que no s'utilitzarà totes les preses alhora, ni s'utilitzaran a plena càrrega (3450 W per les preses monofàsiques normals, 300 i 11040 W per les preses trifàsiques). Els valors escollits serà de 0,3 pel factor de simultaneïtat i 0.25 pel valor del factor d'utilització.

S'ha distingit entre preses de corrent normals i preses de corrent per ordinadors, perquè la potència de les dos serà molt diferent, igual que el factor de simultaneïtat. Els ordinadors s'utilitzaran molt més sovint que les normals, per tant els coeficients de simultaneïtat i utilització canviaran, com també la potència prevista per a cada presa. S'ha estimat una potència per presa de corrent de 300 W, els coeficients de simultaneïtat seran de 0.8 i els coeficients d'utilització de valor 1. A la següent taula es mostren les preses de corrent destinades a ordinadors, juntament amb el seu valor de potència total.

Taula 14. *Potència de les preses d'ordinadors.*

Preses per ordinadors	Potència	Unitats	Potència total
Monofàsiques ordinadors taller i magatzem	300	23	6900
Monofàsiques ordinadors oficines/vestuaris	300	7	2100
Total			9000

Taula 15. *Resum de la potència prevista de l'establiment industrial*

Components	Potència total	Factor simultaneitat	Factor utilització	Potència amb factors
Maquinària	331200	0,9	0,7	208656
Instal·lació d'emergència	330	1	1	330
Instal·lació de ventilació	10350	1	1	10350
Il.luminació	16331,2	1	1	16331,2
Preses de corrent normals	393990	0,3	0,2	29549,25
Preses de corrent ordinadors	9000	0,8	1	7200
Potència total establiment industrial				**265216,45**

8.3.Subministrament elèctric

El subministrador elèctric de l'empresa serà Endesa, la qual subministrarà l'energia en mitja tensió necessària.

Es disposarà d'un centre de transformació a l'exterior de la nau industrial, instal·lat per la mateixa companyia subministradora. Aquest rebrà la mitja tensió i la convertirà en baixa tensió, a 400 V, per la utilització dins la nau industrial.

El transformador a instal·lar serà d'una potència de 300 kVA. El procediment de càlcul d'aquest valor es pot observar a l'apartat d'annexes, punt 1.1.

La potència a contractar serà 277 kW, trifàsic, segons la guia de Vademecum per instal·lacions d'enllaç en baixa tensió, annex 2.

8.4.Posta a terra

Segons REBT, l'objectiu de la posta a terra té com a objectiu limitar la tensió que, respecte al terra, puguin presentar en algun moment les masses metàl·liques, com també assegurar la actuació de les proteccions i eliminar el risc que suposa una averia en els materials elèctrics utilitzats.

La instal·lació de posta a terra estarà dissenyada complint la normativa establerta a la ITC-BT-18, del Reglament Elèctric per Baixa Tensió, com també la ITC-BT-24.

Pel nostre establiment, s'ha dissenyat i calculat la instal·lació de posta a terra per tal de que la tensió entre les masses i el terra no serà superior a 50 V, ja que si aquest sigues major, seria perillós per les persones.

Per tal de conèixer el valor de la resistència a terra es necessita conèixer la resistivitat del terreny. Aquesta s'aproxima mitjançant la taula 3 o 4 de la ITC-BT-18. S'adjunten a continuació:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Figura 26. *Resistivitat depenent de la naturalesa del terreny. Imatge extreta del REBT, ITC-BT-18.*

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Figura 27. *Resistivitat depenent de la naturalesa general del terreny. Imatge extreta del REBT, ITC-BT-18.*

El valor mig de la resistivitat del terreny d'estudi s'ha considerat de 500 ohms per metre, pertanyent a terraplens cultivables poc fèrtils i altres terraplens, de la figura 27.

La nostra posta a terra constarà d'un conductor de 8 metres de longitud, connectat a una pica de 2 metres de longitud.

Mitjançant aquesta posta a terra, ens ha donat un valor de resistència del terra de 83,33 Ω, i una tensió de contacte màxima de 25 V, el qual és menor de 50 V, per tant, la instal·lació dissenyada compleix amb la normativa.

Els càlculs detallats es poden trobar a l'annex 1, capítol 2.

8.5.Compensació d'energia reactiva

8.5.1. Conceptes bàsics

La potència aparent es pot separa amb potència activa (potència útil) i potència reactiva.

Es defineix la potencia reactiva com la potència consumida per algun dispositiu que posseeix una bobina per crear un camp magnètic. Aquests, per exemple, poden ser els motors.

Aquesta energia reactiva no produeix cap treball útil, a més de perjudicar la transmissió de l'energia per la xarxa. Per tant, és convenient compensar-la.

Per tal d'evitar aquesta energia reactiva, s'instal·larà una bateria de condensadors. Els avantatges són els següents:

a) Reducció dels recàrrecs: Les companyies elèctriques apliquen recàrrecs o penalitzacions al consum d'energia reactiva, per tal d'incentivar la seva correcció, ja que és perjudicial per la línia de distribució.
b) Reducció de les caigudes de tensió: La instal·lació de condensadors permet reduir l'energia reactiva transportada, disminuint així les caigudes de tensió de la línea.
c) Reducció de la secció dels conductors: Al reduir l'energia transportada pels conductors, es pot permetre la reducció de la seva secció.
d) Disminució de les pèrdues: Igual que en el cas anterior, la compensació de l'energia reactiva permet reduir les pèrdues per efecte Joule que es produeixen tant als conductors com als transformadors.
e) Augment de la potència disponible a la instal·lació: Com a conseqüència de la reducció de la intensitat de corrent que es produeix al millorar el factor de potència, permet augmentar la potència disponible en una instal·lació sense haver d'ampliar els equips com són els cables i els aparells de protecció.

8.5.2. Compensació a l'establiment

S'ha considerat que totes les màquines de la instal·lació i els elements de ventilació tenen un factor de potència de 0,85 ja que no es disposen de les dades exactes de cada màquina. També s'ha considerat que les preses de corrent, tant trifàsiques com monofàsiques, tenen el mateix factor de potència (excepte les preses destinades a ordinadors, que es considera de factor de potència 1).

Taula 16. *Energia reactiva dels components de la nau.*

Components	Potència amb factors	Factor de Potència	Energia reactiva
Maquinària	208656	0,85	129304,123
Instal·lació d'emergència	330	1	0
Instal·lació de ventilació	10350	0,85	6413,895
Il·luminació	16331,2	1	0
Preses de corrent normals	29549,25	0,85	18311,6702
Preses de corrent ordinadors	7200	1	0
Potència total establiment industrial	265216,45		**154029,688**

La potència reactiva total de la nau industrial és de 154029,688 kvar. Es pretén corregir el factor de potència fins a 0,95, el que significa que es vol compensar una potència reactiva de 66,88 kvar. Es pot observar la justificació dels càlculs a l'annex 1, capítol 3.

S'ha estudiat diferents maneres de compensar l'energia reactiva generada a la nau d'estudi:

a) Compensació global: Aquesta compensació consisteix en posar una única bateria de condensadors a la sortida de la instal·lació, es a dir, just abans de la mesura de la potència consumida, el que comporta les següents característiques

    a. Es suprimeix les penalitzacions per un consum excessiu de la energia reactiva.
    b. Descarrega el centre de transformació
    c. Ajusta la necessitat real de la instal·lació al contracte de la potència aparent (la potencia activa s'aproxima a la potència aparent).

b) Compensació parcial: consisteix en posar una bateria de condensadors a la sortida de cada sub-quadre elèctric, el que comporta les següents característiques
    a. Les mateixes que en la compensació anterior
    b. La potencia reactiva disminueix a les línies de connexió dels sub-quadres als quadres principals, el que comporta els avantatges descrits al punt 8.4.1.

c) Compensació individual: consisteix en compensar l'energia reactiva ls borns de cada receptor de tipus inductiu, el que comporta les següents característiques
    a. Tots els avantatges descrits en els altres tipus de compensació
    b. La corrent reactiva es suprimeix a totes les línies de la instal·lació, el que comporta els avantatges descrits al punt 8.4.1.

Per la instal·lació d'estudi, s'ha escollit el primer mètode de compensació, es a dir, una sola bateria de condensadors al final de la línia, just per sota del comptador d'energia. Els motius, principalment, són que només es necessita una bateria de condensadors, la qual cosa disminueix l'impacte econòmic. També s'ha escollit el la compensació global ja que es considera que l'energia reactiva no afecta massa als cables de la instal·lació interior, ja que no tenen una gran longitud.

Hi ha dos tipus de compensacions

a) Compensació fixa: Es tracta d'una compensació constant de l'energia reactiva. S'utilitza quan la demanda de reactiva és constant, o varia molt poc. Són més econòmics.
b) Compensació variable: Es subministra la potència reactiva segons les necessitats de la instal·lació.

Com és de preveure, la nostra instal·lació no té una demanda de reactiva constant, així que la bateria de condensadors serà de compensació variable, depenent de la demanda a cada moment.

La bateria de condensadors escollida serà de la marca Schneider, referència VLVAW1N03530AA, o una similar amb aquestes propietats. Aquesta és una bateria automàtica, amb l'interruptor automàtic incorporat, de 69 kvar.

Està format per quatre escalons, que es connecten automàticament depenent de les necessitats al moment. Aquests són un de 6,25 kvar, un de 12,5 kvar i dos de 25 kvar.

La bateria de condensadors s'instal·larà al costat del quadre general de comandament i mesura.

A l'annex 3 podem observar la fitxa tècnica de la bateria.

8.6.Escomesa

L'escomesa és la part de la instal·lació de la xarxa de distribució que alimenta la caixa general de protecció o unitat funcional equivalent. S'ha escollit el tipus d'escomesa i secció segons la ITC-BT-11, del REBT, el qual tracta sobre escomeses.

La nostra escomesa serà subterrània, amb els cables de 400 mm^2 de secció.

8.7.Caixa de Protecció i Mesura

La Caixa de Protecció i Mesura (CPM) és la caixa que allotja els elements de protecció de la Derivació Individual. Està formada per la Caixa General de Protecció (CGP) i l'equip de mesura. Aquesta només s'utilitza en el cas de ser un subministrament individual. Això significa que no és necessària la Línea General d'Alimentació (LGA).

Dins la caixa es trobaran instal·lats els fusibles generals de protecció, l'equip de mesura o comptador.

La CPM instal·lada es trobarà a la façana exterior de la nau, dins un nínxol a la paret. La porta serà metàl·lica, i es trobarà a 30 centímetres del terra, tal com indica la ITC-BT-13 de l'REBT. La situació de la caixa es pot veure al plànol 8 als annexes.

Segons l'REBT ITC-BT-13, la caixa tindrà un grau de protecció IP43, segons la UNE-EN 20.324, i IK09 segons UNE-EN 50.102.

El model de CPM a instal·lar, segons el Vademecum d'Endesa, serà del tipus TMF10, de 630 A.

8.7.1. Fusibles generals de protecció

Els fusibles generals de protecció, tal com s'ha esmentat anteriorment, estaran instal·lats dins la Caixa de Protecció i Mesura (CPM).

Es trobarà un fusible per cada conductor, per tal de protegir totes les fases de la instal·lació. El model de fusible serà de la marca Crady, AC-3 gG, d'intensitat assignada de 630 A i poder de tall de 120 kA. Segons el Vademecum d'Endesa.

8.7.2. Comptador

Aquest equip, tal com s'ha explicat anteriorment dins el punt 8.6, l'equip de mesura estarà instal·lat a la Caixa de Protecció i Mesura.

Aquest equip estarà format per un comptador, el qual no es trobarà a menys de 0,7 metres del terra, el qual llegirà la energia consumida, tant la potencia activa com la reactiva. El grau de protecció dels comptadors per instal·lacions interiors serà, com a mínim, de IP 40 i IK 09.

Per la nostra instal·lació, segons el Vademecum d'Endesa, el conjunt de mesura serà tipus TMF 10, amb un transformador d'intensitat 500/5, amb cablejat de 50x10+ 30x6 mm^2. El fusible de protecció del conjunt de mesura tindrà un valor nominal de 630 A.

8.8.Derivació Individual

La Derivació Individual és la línia que connecta la Línia General d'Alimentació (LGA) amb la instal·lació de l'usuari. A la nostra instal·lació, al ser d'un únic usuari, no existeix la LGA, tal com es pot veure a la figura 25 d'aquest capítol, per tant, connectarà de la caixa de protecció i mesura al quadre general de comandament i protecció.

8.8.1. Instal·lació

La derivació individual, que partirà de la façana exterior de la nau fins al quadre general de comandament i protecció, estarà soterrada, dins de tubs de canalitzacions, a 0,6 metres de profunditat. La longitud total serà de 21 metres.

8.8.2. Cables i tubs

Els cables de la derivació seran quatre, tres de fase i un de neutre. Els cables no s'hi trobarà entroncaments, i mantindrà la seva secció en tota la línea.

Aquests cables seran de coure, RZ1-K (AS), amb aïllament de polietilè reticulat (XLPE). Tots ells seran unipolars. La tensió assignada dels cables serà de 0,6/1 kV, ja que la normativa indica que per a cables a l'interior de tubs enterrats (com serà el cas del present projecte) serà com a mínim d'aquest valor.

Per tal de calcular la secció del cable s'ha tingut en compte que, segons la ITC-BT-15 del REBT, la caiguda de tensió màxima admissible, pel cas de derivacions individuals en subministraments per un únic usuari en que no existeix línea general d'alimentació (el cas del present projecte) serà de 1,5%.

La secció dels cables, després de realitzar els càlculs pertinents que es poden observar a l'apartat d'annexes de càlculs, serà de 400 mm^2 per els conductors de fase, com també la secció del neutre.

La longitud de la derivació individual serà de 21 metres.

8.9. Quadre General de Comandament i Protecció

Els dispositius generals de protecció es trobaran dins del quadre general de comandament i protecció (CGMP). Aquesta, segons la ITC-BT-17 del REBT, es trobarà en el punt més proper de la entrada de la derivació individual. En el cas d'estudi, es col·locarà una caixa per l'interruptor de control de potència (ICP), instal·lat per la companyia subministradora, el qual regula la màxima potència contractada. Aquesta estarà situada dins el quadre on es trobarà els altres dispositius generals.

El quadre general de comandament i protecció estarà situada tal com indica el plànol 9 de l'annexa plànols. La altura on estaran situats els dispositius generals, mesurada des del terra, es trobarà, com a mínim, a 1 metre d'altura.

El grau de protecció serà com a mínim IP 30 i IK07.

Els dispositius de protecció que s'instal·larà al quadre són els següents:

- Interruptor general automàtic (IGA) de tall omnipolar: Permetrà un accionament manual i estarà dotat d'elements de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits. Es trobarà just per sota de l'ICP.
- Interruptor diferencial general (ID): Destinat a la protecció contra contactes indirectes de tots els circuits. Es pot escollir protegir la instal·lació amb un interruptor diferencial per a cada circuit de la instal·lació, i no es necessitarà instal·lar un ID general per tots els circuits.
- Dispositius de tall omnipolar: Destinats a la protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits de cada un dels circuits interiors de l'establiment industrial.

En total, del QGMP sortiran 7 circuits,5 d'ells seràn derivacions cap a quadres secundaris i els 2 restants seran pels circuits de ventilació i emergència.

8.9.1. Interruptor de control de potència (ICP)

L'interruptor de control de potència del nostre establiment, al superar la intensitat nominal de 63 A, haurà de ser un interruptor de protecció d'intensitat regulable. Aquest tindrà un valor de 400 A d'intensitat nominal i

20kA de poder de tall, segons el Vademecum d'Endesa. Al ser la intensitat necessària de valor 400 A, la intensitat nominal del dispositiu es regularà a 1. La corba de protecció del dispositiu serà de tipus C.

8.9.2. Interruptor General Automàtic (IGA)

En el cas d'estudi, el quadre general de comandament i protecció constarà d'un IGA, d'intensitat nominal igual al ICP, és a dir, de 400 A d'intensitat nominal. La corba també serà de tipus C (la corba habitual per dispositius sense requeriments especials). El poder de tall serà de 20 kA, també com el de l'ICP.

8.9.3. Protecció contra sobretensions

El dispositiu de protecció contra sobretensions de la instal·lació, que es trobarà també dins la caixa general de comandament i protecció, serà un dispositiu de protecció contra sobretensions permanents. Aquest dispositiu provoca la desconnexió de l'interruptor associat quan la tensió nominal (400 V en el present cas) supera el 110%. En aquest cas, es desconnectarà el circuit si la tensió supera el valor de 440 V.

8.9.4. Interruptors Diferencials

S'ha escollit instal·lar un interruptor diferencial general, però retardat a la desconnexió. També es protegiran tots els circuits amb un altre interruptor diferencial per cada un. Mitjançant aquest cas, tots els circuits quedaran protegits igualment contra contactes indirectes, i en cas de fallo d'un d'ells, saltaria l'interruptor general retardat a la desconnexió. Així hi haurà selectivitat entre els interruptors diferencials, tal com indica la ITC-BT-17 del REBT, que en cas d'haver-hi interruptors diferencials connectats en sèrie, hi haurà d'haver selectivitat entre ells.

L'ID general es tractarà d'un relé diferencial toroïdal, el qual porta incorporat un petit transformador per tal de poder treballar a més petites intensitats. La marca serà schneider, model RH99M, o un interruptor similar. Es programarà per tal de saltar a la desconnexió al cap d'un segon de fuga.

Al quadre general de comandament i protecció també constarà de dos ID, els quals protegiran les línees que alimenten la ventilació i la instal·lació d'emergència

Taula 16. *Interruptors diferencials al Quadre general.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal	Intensitat de desconnexió	Tipus ID
General	General	ID 1	4P	Relé toroidal	300	AC
QP.C6	Ventilació	ID 2	4P	40	300	AC
QP.C7	Emergència	ID 3	2P	25	30	AC

Cal esmentar que per a preses de corrent on es prevegi la instal·lació d'ordinadors, com també per la maquinària, s'instal·larà un interruptor diferencial classe SI (super immunitzat), el qual evita la desconnexió intempestiva per corrents d'alta freqüència, produïdes per circuits informàtics. Aquests són els motius del perquè s'ha escollit la instal·lació d'aquests.

La resta d'ID instal·lats seran de la classe AC, que són els més utilitzats en circuits sense necessitats especials, i més econòmics.

8.9.5. Petits interruptors automàtics

Els petits interruptors automàtics (PIA) són interruptors magnetotèrmics que protegeixen els diferents circuits de la instal·lació quan la corrent supera certs valors.

Al quadre general de comandament i protecció es trobaran 7 PIAs, els quals protegiran els 7 circuits que surten de la CGMP. Aquests venen definits al següent punt. Els PIA que es troben a aquest quadre són els mostrats a la taula següent:

Taula 17. *PIAs al Quadre general.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QP.C1	SUB-QUADRE TALLER 1	PIA 1	4P	160	C	65
QP.C2	SUB-QUADRE TALLER 2	PIA 2	4P	160	C	65
QP.C3	SUB-QUADRE TALLER 3	PIA 3	4P	220	C	65
QP.C4	SUB-QUADRE PRIMERA PLANTA	PIA 4	4P	16	C	6
QP.C5	SUB-QUADRE OFICINES PLANTA BAIXA	PIA 5	4P	16	C	20
QP.C6	Ventilació	PIA 6	4P	32	D	6
QP.C7	Emergència	PIA 7	2P	10	C	6

8.9.6. Conductors

Per als circuits del quadre principal, s'utilitzarà cables uniconductors tipus RV-K, en els circuits de QP.C1, QP.C2 i QP.C3. La secció d'aquests es mostra a la taula següent, juntament amb la secció del neutre. El cable de protecció també serà igual a la secció del neutre. La resta de circuits, de tota la instal·lació, seran cables multipolars tipus RV-K, també.

La instal·lació dels conductors del circuit C1, C2, C3, C6 i C7 transcorreran a través d'una safata de PVC perforada, instal·lada a 4 metres d'altura. Principalment, transcorrerà seguint la paret, i segons la ITC-BT-19 del REBT, estarà separada d'aquesta a una distància no inferior al diàmetre dels conductors. En el cas d'estudi estarà separada 50 mm. En cas d'haver de travessar la nau, estarà penjada a la mateixa altura, pel sostre.

Al plànol 10 es pot apreciar per on transcorren les safates per on hi circularan els cables.

Taula 18. *Longituds i seccions al Quadre general.*

Circuit	Receptor	Longitud	Secció a Instalar (mm²)	Secció Neutre i Protecció (mm²)
QP.C1	SUB-QUADRE TALLER 1	20	50	25
QP.C2	SUB-QUADRE TALLER 2	33	50	25
QP.C3	SUB-QUADRE TALLER 3	50	70	35
QP.C4	SUB-QUADRE PRIMERA PLANTA	8	4	4
QP.C5	SUB-QUADRE OFICINES	4	4	4
QP.C6	Ventilació	110	4	4
QP.C7	Emergència	200	6	6

Totes les seccions i proteccions necessàries es poden veure calculades pas per pas a l'annex de càlculs.

8.10. Instal·lació Interior

Aquesta instal·lació comprèn tots els circuits que transcorren des de la CGMP fins als diferents punts de connexió.

8.10.1. Divisió en sub-quadres

s'ha dividit la instal·lació en diferents quadres secundaris, des d'on sortiran els diferents circuits per alimentar tots els punts de connexió. Tal com es pot veure a la taula18 del punt anterior, la nostra instal·lació interior contarà de cinc sub-quadres:

- Sub-quadre taller 1 (Sub-quadre 1): des d'on sortiran 10 circuits que es definiran als punts posteriors
- Sub-quadre taller 2 (Sub-quadre 2): constarà de 8 circuits
- Sub-quadre taller 3 (Sub-quadre 3): engloba una part del taller com també els circuits del magatzem. Costarà de 7 circuits en total
- Sub-quadre planta baixa (Sub-quadre 4): Consisteix en l'espai d'oficines i vestuaris de la planta baixa. Consta de 4 circuits en total.
- Sub-quadre primera planta (Sub-quadre 5): Consta de 4 circuits en total, també.

Sumant tots els circuits i sense contar les linies de derivació als sub-quadres, hi haurà un total de 35 receptors.

8.10.2. Sub-quadre 1

Aquest quadre secundari pertany a la zona de taller 1. Es pot observar la col·locació del quadre al plànol 9.

Aquest quadre conté els dispositius de protecció de 10 circuits, els quals alimenten a màquines properes al sector, a preses de corrent també properes i a un circuit el qual alimenta a totes les preses trifàsiques de la nau.

- Proteccions:

Cada circuit constarà d'un interruptor diferencial i d'un PIA. En total, al sub-quadre 1 hi haurà 10 Interruptors diferencials i 10 Interruptors magnetotèrmics. A les dues següents taules es poden observar els diferents circuits i les característiques de les proteccions que tenen.

Taula 19. *Interruptors diferencials al sub-quadre 1.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal (A)	Intensitat de desconnexió (mA)	Tipus ID
QT1.C12	Força preses corrent zona1	ID 6	2P	25	30	SI
QT1.C13	Força preses trifasiques	ID 7	4P	25	300	AC
QT1.C14	Màquina 5	ID 8	4P	40	300	SI
QT1.C15	Màquina 1	ID 9	4P	25	300	**SI**
QT1.C16	Màquina 3.1	ID 10	4P	40	300	**SI**
QT1.C17	Màquina 3.2	ID 11	4P	**40**	**300**	SI
QT1.C18	Màquina 2.1, 2.2	ID 12	4P	**40**	**300**	SI
QT1.C19	Enllumenat taller 1	ID 13	2P	25	30	AC
QT1.C20	Enllumenat taller 2	ID 14	2P	25	30	AC
QT1.C21	Enllumenat taller 3	ID 15	2P	40	30	AC

Taula 20. *PIAs al sub-quadre 1.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QT1.C12	Força preses corrent zona1	PIA 12	2P	16	C	6
QT1.C13	Força preses trifasiques	PIA 13	4P	25	C	6
QT1.C14	Màquina 5	PIA 14	4P	50	D	25
QT1.C15	Màquina 1	PIA 15	4P	16	D	6
QT1.C16	Màquina 3.1	PIA 16	4P	32	D	10
QT1.C17	Màquina 3.2	PIA 17	4P	32	D	6
QT1.C18	Màquina 2.1, 2.2	PIA 18	4P	50	D	6
QT1.C19	Enllumenat taller 1	PIA 19	2P	25	C	6
QT1.C20	Enllumenat taller 2	PIA 20	2P	16	C	6
QT1.C21	Enllumenat taller 3	PIA 21	2P	32	C	6

- Conductors:

Els conductors que s'instal·laran als circuits del sub-quadre 1 també seran de classe RV-K multipolars.

La instal·lació de totes les línees d'aquest quadre es realitzaran per les safates perforades a 4 metres d'altura que hi haurà a la paret interior de la nau, com també, en cas de ser necessari, per les safates penjades.

En la següent taula es poden observar els circuits del quadre secundari, com també la longitud i les seccions a instal·lar. També es mostren les seccions del neutre i protecció, ja que en algun cas es pot disminuir la seva secció.

Taula 21. *Longituds i seccions al sub-quadre 1.*

Circuit	Receptor	Longitud (m)	Secció a Instalar (mm²)	Secció Neutre i Protecció (mm²)
QT1.C12	Força preses corrent zona1	70	4	4
QT1.C13	Força preses trifasiques	170	6	6
QT1.C14	Màquina 5	6	10	10
QT1.C15	Màquina 1	9	1,5	1,5
QT1.C16	Màquina 3.1	10	4	4
QT1.C17	Màquina 3.2	16	4	4
QT1.C18	Màquina 2.1, 2.2	25	10	10
QT1.C19	Enllumenat taller 1	120	25	16
QT1.C20	Enllumenat taller 2	110	10	10
QT1.C21	Enllumenat taller 3	170	35	16

8.10.3. Sub-quadre 2

Aquest segon quadre secundari pertany a la zona de taller 2. Es pot observar la seva col·locació al plànol 9.

Aquest quadre conté els dispositius de protecció de 8 circuits. Aquests, principalment alimenten a màquines properes al sector, i un circuit alimenta a les diferents preses de corrent també properes al quadre.

Tots els circuits són trifàsics, excepte el circuit de preses de corrent, el qual és monofàsic.

- Proteccions:

En total, en aquest sub-quadre es col·locarà 8 interruptors diferencials i 8 PIAs.

Els interruptors diferencials d'aquest quadre seran del tipus Super Immunitzats. La intensitat a la desconnexió, pels circuits trifàsics, serà de 300 mA, mentre que pels monofàsics, de 30 mA. A les taules següents es mostren les característiques dels dispositius de protecció instal·lats.

Taula 19. *Interruptors diferencials al sub-quadre 2.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal (A)	Intensitat de desconnexió (mA)	Tipus ID
QT2.C22	Força preses corrent zona2	ID 16	2P	25	30	AC
QT2.C23	Màquina 6.1, 6.2	ID 17	4P	63	300	SI
QT2.C24	Màquina 6.3	ID 18	4P	25	300	SI
QT2.C25	Màquina 5	ID 19	4P	63	300	SI
QT2.C26	Màquina 11.1, 11.2	ID 20	4P	25	300	SI
QT2.C27	Màquina 2.3, 2.4	ID 21	4P	63	300	SI
QT2.C28	Màquines 9	ID 22	4P	25	300	SI
QT2.C29	Màquines 10	ID 23	4P	25	300	SI

Taula 20. *PIAs al sub-quadre 2.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QT2.C22	Força preses corrent zona2	PIA 22	2P	25	C	6
QT2.C23	Màquina 6.1, 6.2	PIA 23	4P	63	D	30
QT2.C24	Màquina 6.3	PIA 24	4P	25	D	6
QT2.C25	Màquina 5	PIA 25	4P	50	D	25
QT2.C26	Màquina 11.1, 11.2	PIA 26	4P	16	D	6
QT2.C27	Màquina 2.3, 2.4	PIA 27	4P	50	D	6
QT2.C28	Màquines 9	PIA 28	4P	16	D	6
QT2.C29	Màquines 10	PIA 29	4P	16	D	6

- Conductors

Tots els conductors del sub-quadre 2 de la instal·lació seran de tipus RV-K, multipolars.

Transcorreran per la mateixa safata perforada que els circuits dels quadres anteriors.

Les longituds i seccions obtingudes després dels càlculs pertinents (veure annex de justificació de càlculs) de cada circuit es poden veure a la taula següent:

Taula 21. *Longituds i seccions al sub-quadre 2.*

Circuit	Receptor	Longitud (m)	Secció a Instalar (mm²)	Secció Neutre i Protecció (mm²)
QT2.C22	Força preses corrent zona2	54	2,5	2,5
QT2.C23	Màquina 6.1, 6.2	9	10	10
QT2.C24	Màquina 6.3	12	2,5	2,5
QT2.C25	Màquina 5	7	10	10
QT2.C26	Màquina 11.1, 11.2	23	1,5	1,5
QT2.C27	Màquina 2.3, 2.4	30	10	10
QT2.C28	Màquines 9	25	1,5	1,5
QT2.C29	Màquines 10	33	1,5	1,5

8.10.4. Sub-quadre 3

Aquest sub-quadre engloba una zona del taller i les preses monofàsiques i trifàsiques del magatzem.

En total consta de 7 circuits, 6 d'ells trifàsics i un d'ells, el de la força de les preses de corrent.

- Proteccions

Els dispositius de protecció ubicats en aquest quadre secundari són 7 interruptors diferencials i 7 petits interruptors automàtics. Hi haurà un dispositiu de cada tiupus per cada línea

Les característiques de cada dispositiu a instal·lar, ja pels IDs (pols, intensitat nominal, intensitat a la desconnexió i tipus) com pels PIAs (pols, intensitat nominal, corba i poder de tall), es poden veure a les dues taules següents.

Els calculs necessaris per calcular les característiques es poden veure al capítol 1 d'annexes, de càlculs justificatius.

Taula 22. *Interruptors diferencials al sub-quadre 3.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal (A)	Intensitat de desconnexió (mA)	Tipus ID
QT3.C30	Força preses corrent zona3	ID 24	2P	40	30	SI
QT3.C31	Màquina 7.1	ID 25	4P	63	300	SI
QT3.C32	Màquina 7.2	ID 26	4P	63	300	SI
QT3.C33	Màquina 7.3	ID 27	4P	63	300	SI
QT3.C34	Màquina 7.4	ID 28	4P	63	300	SI
QT3.C35	Màquina 4.1, 4.2	ID 29	4P	40	300	SI
QT3.C36	Màquina 8.1, 8.2	ID 30	4P	40	300	SI

Taula 23. *PIAs al sub-quadre 3.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QT3.C30	Força preses corrent zona3	PIA 30	2P	32	C	6
QT3.C31	Màquina 7.1	PIA 31	4P	50	D	6
QT3.C32	Màquina 7.2	PIA 32	4P	50	D	10
QT3.C33	Màquina 7.3	PIA 33	4P	50	D	10
QT3.C34	Màquina 7.4	PIA 34	4P	50	D	15
QT3.C35	Màquina 4.1, 4.2	PIA 35	4P	32	D	6
QT3.C36	Màquina 8.1, 8.2	PIA 36	4P	32	D	6

- Conductors

Tots els conductors del sub-quadre 3 de la instal·lació seran de tipus RV-K, multipolars.

Transcorreran per la mateixa safata perforada que els circuits dels quadres anteriors.

Les longituds i seccions obtingudes després dels càlculs pertinents (veure annex de justificació de càlculs) de cada circuit es poden veure a la taula següent.

Taula 24. *Longituds i seccions al sub-quadre 3.*

Circuit	**Receptor**	**Longitud (m)**	**Secció a** Instalar (mm²)	**Secció Neutre i Protecció (mm²)**
QT3.C30	Força preses corrent zona3	145	16	16
QT3.C31	Màquina 7.1	29	10	10
QT3.C32	Màquina 7.2	24	10	10
QT3.C33	Màquina 7.3	19	10	10
QT3.C34	Màquina 7.4	14	10	10
QT3.C35	Màquina 4.1, 4.2	17	4	4
QT3.C36	Màquina 8.1, 8.2	21	4	4

8.10.5. Sub-quadre 4

El sub-quadre 4 es trobarà a la planta baixa de les oficines, i englobarà els diferents circuits que transcorren per aquesta planta.

En total hi haurà quatre circuits, i tots ells seran monofàsics.

- Proteccions

En aquest quadre ubicarà els dispositius de protecció dels quatre circuits.

Hi haurà un Interruptor magnetotèrmic per a cada circuit, tots ells protegits als dos pols.

Tan sols hi haurà dos interruptors diferencials. Un d'ells protegirà a tres circuits, que són els dos d'il·luminació i el de preses de corrent del lavabo.

Serà de classe AC. El restant protegirà a les preses de corrent normals, i serà de tipus SI.

Les característiques de cada dispositiu de protecció es mostren a les taules adjuntades a continuació.

Taula 19. *Interruptors diferencials al sub-quadre 4.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal (A)	Intensitat de desconnexió (mA)	Tipus ID
QPB.C8	Enllumenat entrada i despatxos	ID 4	2P	40	30	AC
QPB.C9	Enllumenat vestidors i lavabos					
QPB.C11	Preses corrent labavo					
QPB.C10	Preses corrent	ID 5	2P	40	30	SI

Taula 20. *PIAs al sub-quadre 4.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QPB.C8	Enllumenat entrada i despatxos	PIA 8	2P	10	C	6
QPB.C9	Enllumenat vestidors i lavabos	PIA 9	2P	10	C	6
QPB.C10	Preses corrent	PIA 10	2P	32	C	6
QPB.C11	Preses corrent labavo	PIA 11	2P	10	C	6

- Conductors

Tots els conductors del sub-quadre 4 de la instal·lació seran de tipus RV-K, també multipolars.

Aquests, al tractar-se de la zona d'oficines, transcorreran empotrats en obra, per tal de aconseguir que el sector quedi més estètic.

Cada circuit transcorrerà per un tub de PVC flexible de 50 mm^2 de diàmetre.

A la taula següent, podem observar les longituds i seccions dels circuits ubicats al sub-quadre 4.

Taula 21. *Longituds i seccions al sub-quadre 4.*

Circuit	Receptor	Longitud (m)	Secció a Instalar (mm^2)	Secció Neutre i Protecció (mm^2)
QPB.C8	Enllumenat entrada i despatxos	28	1,5	1,5
QPB.C9	Enllumenat vestidors i lavabos	40	1,5	1,5
QPB.C10	Preses corrent	60	6	6
QPB.C11	Preses corrent labavo	25	1,5	1,5

8.10.6. Sub-quadre 5

Aquest sub-quadre es troba situat a la segona planta, dins un armari. En total, engloba 4 circuits, dos d'ells per il·luminació, un altre per preses de corrent normals i l'últim per preses de corrent dels lavabos i vestidors. Tots ells seran monofàsics.

- Proteccions

Les proteccions ubicades dins del sub-quadre 5 seran iguals que en el sub-quadre 4. Constarà d'un interruptor magnetotèrmic per tots els circuits, mentres que d'interruptors diferencials n'hi haurà 2. Un d'ells es destinarà únicament a les preses de corrent normals, i serà de tiups SI perquè s'hi connectaran ordinadors, i per la resta de circuits n'hi haurà un, que els englobarà a tots tres, i serà de tipus AC.

Taula 19. *Interruptors diferencials al sub-quadre 5.*

Circuit	Receptor	ID	Pols	Intensitat Nominal (A)	Intensitat de desconnexió (mA)	Tipus ID
QPP.C37	Preses corrent	ID 31	2P	40	30	SI
QPP.C38	Preses corrent labavo	ID 32	2P	40	30	AC
QPP.C39	Enllumenat despatx, arxiu, espera i labavo 1					
QPP.C40	Enllumenat zona descans, vestidor i passadis					

Taula 20. *PIAs al sub-quadre 5.*

Circuit	Receptor	PIA	Pols	Intensitat Nominal (A)	Corba	Poder de tall
QPP.C37	Preses corrent	PIA 37	2P	40	C	6
QPP.C38	Preses corrent labavo	PIA 38	2P	10	C	6
QPP.C39	Enllumenat despatx, arxiu, espera i labavo 1	PIA 39	2P	10	C	6
QPP.C40	Enllumenat zona descans, vestidor i passadis	PIA 40	2P	10	C	6

- Conductors

Els conductors dels circuits d'aquest sub-quadre estaran també empotrats en obra, i circularan per dins de tubs flexibles de PVC, de 50 mm de diàmetre. Seran del tipus RV-K.

Es pot veure representat per on circulen els circuits al plànol 10, del volum de plànols.

Taula 21. *Longituds i seccions al sub-quadre 5*

Circuit	Receptor	Longitud (m)	Secció a Instalar (mm²)	Secció Neutre i Protecció (mm²)
QPP.C37	Preses corrent	50	6	6
QPP.C38	Preses corrent labavo	29	1,5	1,5
QPP.C39	Enllumenat despatx, arxiu, espera i labavo 1	50	1,5	1,5
QPP.C40	Enllumenat zona descans, vestidor i passadis	40	1,5	1,5

CAPÍTOL 9: BIBLIOGRAFIA

- Codi tècnic de la edificació (CTE 2007), aprobat pel Real Decret 314/2006.

- Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials (RSCIEI), aprovat pel Real Decret 2267/2004.

- Document basic de seguretat en cas d'incendi, del CTE.

- DB SU 4 del CTE. Seguretat davant del risc causat per una instal·lació inadecuada.

- UNE-EN 12-464-1. Il·luminació dels llocs de treball en interiors.

- Norma europea de ventilació EN 13779:2007. Ventilació dels edificis no residencials.

- Manual de ventilació de la empresa Soler i Palau.

- Generador de precios (CYPE).

- Catàleg Soler i Palau 2015.

- Catàleg Philips Lighting 2015.

- Catàleg de productes d'Schneider Electric.