

ÍNDEX MEMÒRIA

Índex memòria.....	1
Resum.....	5
Resumen	5
Abstract	5
Capítol 1: Objecte del projecte.....	7
Capítol 2: Emplaçament	9
Capítol 3: Classificació de l'activitat.....	11
Capítol 4: Procés productiu	13
Capítol 5: Tractament de residus	15
Capítol 6: Maquinària de treball	17
6.1 Unitats de producció	17
Capítol 7: Característiques de la nau.....	19
7.1 Descripció dels elements constructius	19
7.2 Distribució de la nau	19
Capítol 8: Normativa aplicable	23
Capítol 9: Instal·lació elèctrica	25
9.1 Consideracions prèvies.....	25
9.2 Normativa aplicable	25
9.3 Subministrament d'energia	25
9.4 Esquema general de la instal·lació	25
9.5 Potència instal·lada i potència contractada.....	26
9.6 Escomesa	27
9.7 Derivació individual	28
9.7.1 Caixa general de protecció i conjunt de mesura	28
9.7.2 Quadre general de protecció i comandament.....	28
9.8 Presa a terra.....	29
9.8.1 Càlcul de la instal·lació	30
9.9 Interruptors diferencials	32
9.10 Intensitats i caigudes de tensió	32
9.11 Tipus de conductors i safata utilitzats.....	35
9.12 Enllumenat	35
9.13 Enllumenat d'emergència	36

Capítol 10: Instal·lació de mesures de protecció d'incendi.....	39
10.1 Consideracions prèvies	39
10.2 Normativa aplicable	39
10.3 Característiques de l'establiment	39
10.3.1 Característiques de l'establiment segons la seva ubicació....	40
10.3.2 Característiques de l'establiment pel nivell de risc intrínsec .	40
10.4 Sectorització	42
10.5 Materials	43
10.6 Estabilitat al foc dels elements constructius portants.....	43
10.7 Evacuació	45
10.7.1 Nombre de sortides i recorreguts d'evacuació.....	45
10.7.2 Portes i passos	46
10.7.3 Senyalització	46
10.7.4 Eliminació de fums.....	47
10.8 Emmagatzematges	47
10.9 Instal·lacions de protecció activa	48
10.9.1 Sistemes automàtics de detecció d'incendis.....	48
10.9.2 Sistemes manual d'alarma d'incendi.....	48
10.9.3 Extintors.....	49
10.9.4 Boques d'incendi equipades.....	49
10.9.5 Altres	50
10.10 Sistema d'enllumenat d'emergència	50
Capítol 11: Instal·lació d'aigua	51
11.1 Consideracions prèvies	51
11.2 Normativa aplicable	51
11.3 Propietats de la instal·lació	51
11.3.1 Materials.....	51
11.3.2 Manteniment.....	51
11.3.3 Estalvi d'aigua	52
11.3.4 Protecció contra retorns.....	52
11.3.5 Escomesa	52
11.3.6 Instal·lació general.....	52
11.3.7 Unions i juntes	53
11.3.8 Proteccions	53
11.3.9 Accessoris.....	54
11.4 Disseny de la instal·lació d'AFS.....	54

11.4.1 Cabal de càlcul	54
11.4.2 Diàmetre dels diferents trams	55
11.4.3 Pèrdues de càrrega	58
11.5 Disseny de la instal·lació d'ACS	59
11.5.1 Cabal de càlcul	59
11.5.2 Diàmetre dels diferents trams	59
11.5.3 Pèrdues de càrrega	60
11.6 Càlcul de la instal·lació per les BIEs	61
11.6.1 Consideracions prèvies	61
11.6.2 Càlcul de les pèrdues de càrrega i diàmetre dels trams.....	62
11.7 Evacuació d'aigües.....	64
11.7.1 Consideracions generals d'evacuació	64
11.7.2 Xarxa d'evacuació d'aigües residuals	64
11.7.3 Xarxa d'evacuació d'aigües pluvials	67
Capítol 12: Disseny del sistema d'obtenció d'ACS	69
12.1 Normativa aplicable	69
12.2 Demanda d'ACS	69
12.3 Sistema auxiliar	70
12.4 Sistema d'aprofitament d'energia solar.....	70
12.4.1 Càlcul de la demanda d'energia tèrmica	74
12.4.2 Elecció del captador i càlcul del rendiment mensual.....	75
12.4.3 Càlcul de l'energia aportada pel captador	76
12.4.4 Càlcul de la superfície de captació	77
Capítol 13: Instal·lació de ventilació	79
13.1 Consideracions prèvies	79
13.2 Normativa aplicable	79
13.3 Principis generals de ventilació	79
13.4 Dimensionat ventilació zona industrial	80
13.4.1 Càlcul del cabal a desallotjar	80
13.4.2 Elecció del tipus d'extractor.....	81
13.4.3 Entrades d'aire exterior i velocitat de circulació	81
13.4.4 Nivell de pressió sonora.....	82
13.5 Dimensionat zona d'oficines i serveis	83
Conclusions.....	85
Bibliografia	87

RESUM

El present projecte ha estat realitzat amb l'objectiu d'aprofundir en l'estudi de tot allò que fa referència a les instal·lacions d'una nau industrial. Concretament, s'han dissenyat les instal·lacions d'electrificació, enllumenat, mesures de protecció contra incendis, ventilació i aigua, en una planta productora de caixes de fusta per al transport i distribució de fruita (en el cas que ens ocupa s'ha dissenyat la instal·lació per al subministrament d'aigua als serveis i a les instal·lacions de protecció contra incendis únicament, doncs el procés productiu no utilitza aigua en cap de les seves fases).

Cada instal·lació ha estat dissenyada tenint en compte les diferents normatives vigents, totes elles esmentades al llarg de la memòria descriptiva, que conforma el segon document del projecte. Abans però, s'ha detallat el contingut total del projecte en un primer document sota el títol d'Índex General. Els càlculs realitzats en cadascun dels diferents apartats, així com els documents que han servit de pauta al llarg de l'estudi, s'engloben dins els annexos (tercer document). Per acabar, el quart document el conformen els diferents plànols, que contenen informació gràfica destinada a fer més entenedor l'estudi.

RESUMEN

El presente proyecto ha sido realizado con el objetivo de profundizar en el estudio de todo aquello referente a las instalaciones en una nave industrial. Concretamente, se han diseñado las instalaciones de electrificación, alumbrado, medidas de protección contra incendios, ventilación i agua, en una planta productora de cajas de madera para el transporte i la distribución de fruta (en este caso, se ha diseñado la instalación para el suministro de agua en los servicios i en las instalaciones de protección contra incendios, pues el proceso de producción no utiliza agua en ninguna de sus fases).

Cada instalación ha sido diseñada teniendo en cuenta las diferentes normativas vigentes, todas ellas mencionadas a lo largo de la memoria descriptiva, que conforma el segundo documento del proyecto. Antes pero, se ha detallado el contenido íntegro del proyecto en un primer documento titulado Índice General. Los cálculos realizados en cada uno de los diferentes apartados, así como los documentos utilizados como pauta a lo largo del estudio, constituyen los anexos (tercer documento). Para acabar, el cuarto documento está formado por los distintos planos, que contienen información gráfica destinada a hacer más comprensivo el estudio.

ABSTRACT

The main object of this project is to study a rich sort of concepts related to a industrial plant facilities. More specifically, the project consists on designing

different facilities of a plant addressed to the production of fruit boxes and its subsequent transport and delivery. Such facilities involve: electrical net, wiring, protection measures against fire, ventilation and watering (in this case the facilities were only addressed to services water supply as well as to the protection measures against fire. So, the subsequent productive process does not use water in any of its phases).

First of all, the total content of the project appears in a first document called General Index. The following chapter corresponds to the descriptive memory. This document includes the current regulation that sets down the design of every facility. The third part of the project contains the annexes, which are composed both of the calculations realized in every single section, as well as, of the guide documents. Finally, the fourth part of the project embraces the different maps involving the graphic information which sheds light on the comprehension of the study.

CAPÍTOL 1:

OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte del present projecte és el de dissenyar les instal·lacions d'electrificació, enllumenat, aigua (inclou el disseny d'una instal·lació per a l'aprofitament de l'energia solar tèrmica per a la producció d'aigua calenta sanitària), ventilació i mesures de protecció contra incendis, d'una planta de producció destinada a la fabricació de caixes de fusta per al transport i distribució de fruita, verdura i altres.

En els següents apartats es presenta una descripció acurada de cadascuna d'aquestes instal·lacions. En el volum d'annexos es troba tota la informació addicional que ens ajudarà a comprendre les diferents solucions adoptades, i que juntament amb els plànols, complementaran la present memòria.

CAPÍTOL 2:

EMPLAÇAMENT

La nau industrial es troba emplaçada al carrer d'Alemanya, cantonada amb el carrer d'Itàlia, al Polígon Firal de la ciutat de Figueres, a la província de Girona. (Per veure l'emplaçament pròpiament dit, veure *Plànol 1*).

La situació de la nau és òptima ja que el Polígon Firal comunica directament amb la carretera N-II, i està a 5 minuts de l'entrada a l'autopista AP-7, permetent d'aquesta manera un ràpida entrada i sortida dels camions tant en direcció nord (França), com en direcció sud (Barcelona). A la vegada, el nucli urbà de la ciutat de Figueres es troba a menys de 5 minuts, cosa que facilita també el desplaçament de la gran majoria de treballadors.

CAPÍTOL 3:

CLASSIFICACIÓ DE

L'ACTIVITAT

Segons la classificació nacional d'activitats econòmiques (CNAE), l'activitat que es durà a terme al recinte d'estudi es classifica:

- Secció D: indústries manufactureres.
- Subsecció DD: indústries de la fusta i el suro.
- Classe 20400: fabricació d'envasos i embalatges de fusta.

CAPÍTOL 4:

PROCÉS PROCUCTIU

El procés productiu s'inicia amb la recepció i posterior emmagatzematge de troncs de pollancre i pi sense escorça, amb una llargada de 1,80 metres. Un torn de desenrotllament s'encarrega de desenrotllar la fusta en làmines i, posteriorment una cinta les transporta fins a una màquina ciselladora rotativa, que les talla a la mida desitjada i les apila en paquets. Cal ajustar la ciselladora rotativa convenientment, depenent del tipus de llistons que es desitgi obtenir.

Un cop obtinguts els diferents llistons, el muntatge de la caixa es divideix en tres parts:

- Testers: són els dos costats curts i alts de la caixa on hi ha les nanses per facilitar-ne el moviment a mà.
- Fons: com el seu nom indica, és la base de la caixa sobre la qual es col·loca la fruita.
- Costats: són els llistons laterals que formen els costats llargs. Són més baixos que els testers i no tant robusts.

Un cop els testers acabats, una màquina muntadora s'encarrega d'assemblar aquests amb els costats, i posteriorment amb el fons. Abans però, els costats han estat traslladats fins a la marcadora, on se'ls ha estampat el logotip o lema desitjat (normalment el logotip del client final).

CAPÍTOL 5:

TRACTAMENT DE RESIDUS

L'únic residu resultant del procés productiu són tot tipus de restes de fusta (sobrants, serradures,...) que es dipositaran en containers a l'espera d'ésser recollides per l'empresa corresponent.

Pel que fa a les aigües residuals, aniran directament a la xarxa municipal de clavegueram. El procés productiu no utilitza aigua en cap de les seves fases, per tant, només caldrà evacuar l'aigua procedent dels serveis.

CAPÍTOL 6:

MAQUINÀRIA DE TREBALL

Al llarg del procés anteriorment descrit s'utilitzen línies de muntatge formades per diferents màquines, descrites a continuació:

- *Línia completa per al desenrotllament i tall de la fusta en làmines:* consta d'un carregador que carrega i centra els troncs adequadament en un torn del model TRH-4 de l'empresa MAQUINARIA JUSAN S.L. Les làmines són transportades per una cinta fins a una ciselladora rotativa del tipus CR-1 de la mateixa empresa.
- *Línia de testers LT2000* de l'empresa COTECME S.A. encarregada d'assemblar les làmines per donar forma als testers.
- *Muntadora de fons:* concretament farem servir el model M-182 de l'empresa MÁQUINAS CORALI ESPAÑA S.A.
- *Essambladora M-203,* també de MÁQUINAS CORALI ESPAÑA S.A. i que s'encarrega d'assemblar els testers amb els llistons laterals i posteriorment amb el fons.
- *Marcadora M-184* de l'empresa COTECME S.A. Serà l'encarregada d'estampar sobre els llistons laterals el logotip o el lema desitjats pel client.

Per a cobrir les necessitats de l'empresa, la zona de producció haurà de constar de dues línies completes torn-cizalla i una unitat de la resta de línies i màquines tal i com s'explica en el següent apartat.

6.1 Unitats de producció

La producció serà sobre comanda. Només es disposarà d'un petit estoc de seguretat per a cobrir imprevistos que puguin sorgir. D'aquesta manera no caldrà un magatzem de productes acabats excessivament gran. Caldrà tenir present però les nostres limitacions de ritme de producció. La jornada laboral productiva serà de 8 hores diàries de dilluns a divendres.

L'estoc de seguretat constarà bàsicament de llistons ja tallats i preparats per a l'assemblatge. Caldrà veure doncs, quin és el màxim nombre d'unitats que es podran realitzar en un dia, tenint en compte la producció màxima de cada màquina o línia de muntatge:

- *Línia de testers LT2000:* 7 000 u.f. / h = 56 000 u.f. / dia
- *Marcadora M-184:* 5 000 u.f. / h = 40 000 u.f. / dia
- *Muntadora de fons M-182:* 3 000 u.f. / h = 24 000 u.f. / dia
- *Essambladora M-203:* 3 800 u.f. / h = 30 400 u.f. / dia

La producció màxima vindrà marcada per la línia de producció mínima. En el nostre cas, aquesta és la muntadora de fons que pot arribar a 24 000 u.f. / dia, és a dir, que en una jornada de producció ininterrompuda es podran assemblar un màxim de 24 000 caixes, la mesura de les quals variarà segons la demanda tot i que considerarem una mida promig de 300 x 500 x 150 mm. D'aquesta manera, caldrà tenir en compte les limitacions d'espai alhora de planificar la producció.

CAPÍTOL 7:

CARACTERÍSTIQUES DE LA

NAU

En el següent apartat es descriuen les principals característiques de la nau industrial d'estudi tals com els elements constructius o la distribució dels diferents espais.

7.1 Descripció dels elements constructius.

- a) *Estructura*: La nau està formada per suports d'estructura d'acer laminat i jàsseres d'acer de perfil en calent. La coberta està formada per plaques tipus "sandwich" sobre corretges de perfil laminat en fred. El sòl és de formigó de 15 cm de gruix amb malla, i tractament superficial amb quars.
- b) *Tancaments*: Tancaments de fàbrica de maó amb morter. Revestiments interiors i exteriors enfoscats a bona vista.
- c) *Fusteria exterior i interior*: Finestres i portes d'alumini, tant exteriors com interiors.. Portes d'emergència metàl·liques amb una resistència mínima al foc de EI-120.

7.2 Distribució de la nau

El recinte consta de 5 espais útils: les oficines i els serveis, la zona de producció, el taller, el magatzem de matèries primeres i el magatzem de productes semielaborats i acabats. La superfície total construïda és de 2300 m² als quals, cal sumar-hi la superfície del voladiu exterior que és de 131,25 m². Els detalls de distribució dels diferents espais queden descrits en el *Plànol 2*. Tot i així, a continuació se'n descriuen les principals característiques, complementades amb una relació de les superfícies útils:

- *Oficines i serveis*: La zona d'oficines està ubicada dins la mateixa nau industrial, (veure *Plànol 2*) però a la vegada, separada de la resta per

qüestions de soroll, pol·lució,... Consta d'un despatx destinat a direcció, una sala destinada als administratius i enginyers, una sala de juntes i una petita recepció. Cada sala està dotada del corresponent mobiliari i equips informàtics.

Els serveis consten de dos espais diferenciats: dos serveis (masculí i femení) per al personal d'oficines; i dos serveis (masculí i femení) per al personal de la zona industrial pròpiament dita.

- *Magatzems:* Com en qualsevol procés productiu, és de vital importància l'emmagatzematge del material. En el cas que ens ocupa, es disposa de dos magatzems: un per a la recepció de la matèria primera comprada (troncs de pollancre i pi), i l'altre, per a l'emmagatzematge tant de productes semielaborats (làmines tallades a mida), com de caixes totalment acabades i preparades per a ser expedides:
 - a) *Magatzem de matèries primeres:* Disposarà d'una entrada per a la recepció dels troncs de pollancre i pi. Un cop aquests descarregats, s'apilaran l'un damunt de l'altre entre barrots metàl·lics, en piles de no més de 3 m d'alçada. Els troncs seran de fàcil accés per a l'operari que els transportarà fins al torn amb l'ajut de carretons electromecànics.
 - b) *Magatzem de productes semielaborats i acabats:* Cal tenir en compte que les làmines semielaborades ocuparan un espai molt petit en comparació amb les caixes acabades. Caldrà també separar adequadament les diferents mides de làmines i caixes, per facilitar la feina dels operaris. El magatzem disposa de prestatgeries metàl·liques distribuïdes segons el *Plànol 2*.
- *Zona de producció:* La zona de producció és l'espai que ocupa més superfície, i com el seu nom indica, és on es dur a terme el procés productiu. La maquinària estarà disposada de manera que permeti la correcta circulació dels operaris i dels corresponents elements de manutenció (veure *Plànol 2*).
- *Taller:* Ocupa una petita part del recinte i està suficientment preparat per atendre possibles averies de la maquinària o de les línies de subministrament elèctric.

Taula 1. Relació de superfícies útils

REFERÈNCIA	SUPERFÍCIE ÚTIL (m^2)
Zona producció	1218.13
Magatz.matèria prima	293.82
Magatz.product. acabats	567.92
Taller	75
Despatx administr. i enginy.	57.02
Despatx direcció	12.58
Sala de juntes	15.63
Recepció	16.43
Serveis	15.43

A la *Taula 1* es mostra una relació de les superfícies útils de cadascun dels diferents espais.

CAPÍTOL 8:

NORMATIVA APLICABLE

Per a la realització de les diferents parts del projecte s'han tingut en compte diferents normes i reglaments. A continuació es mostren els més destacats:

- Reglament Elèctric de Baixa Tensió (REBT) i instruccions tècniques complementàries (ITC), aprovat per Reial Decret 842/2002, del 2 d'agost.
- Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI), aprovat per Reial Decret 2267/2004, del 3 de desembre
- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), aprovat per Reial Decret 314/2006.
- Reial Decret 486/1997 del 14 d'abril, que fixa les "Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball".
- Reglament per a instal·lacions tèrmiques en edificis (RITE), aprovat per Reial Decret 1027/2007, del 20 de juliol.
- Normes UNE d'aplicació.

CAPÍTOL 9:

INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

9.1 Consideracions prèvies

La present instal·lació elèctrica s'ha dissenyat amb l'objectiu d'alimentar les diferents zones de la nau industrial per tal de satisfer les necessitats de l'activitat industrial que s'hi duu a terme.

9.2 Normativa aplicable

- Reglament elèctric de baixa tensió (REBT) aprovat per Reial Decret 842/2002, del 2 d'agost i les instruccions tècniques que segueixen.
- Normes UNE de referència citades en el REBT.

9.3 Subministrament d'energia

L'energia elèctrica serà subministrada per la companyia FECSA-ENDESA, alimentant el recinte amb una derivació trifàsica de 400 V. La pròpia companyia facilita la Guia Vademècum (veure *Figura A-1* de l'*Annex A*) que ens servirà de guia per al disseny de la instal·lació.

9.4 Esquema general de la instal·lació

En la *Figura 1* podem veure l'esquema general de la instal·lació prevista per al recinte d'estudi. En aquest cas particular, es tracta d'una alimentació per a un sol usuari que constarà d'un sol contador, per tant no existirà la línia general d'alimentació, en coincidir en el mateix espai, la caixa general d'alimentació i els equips de protecció i mesura.

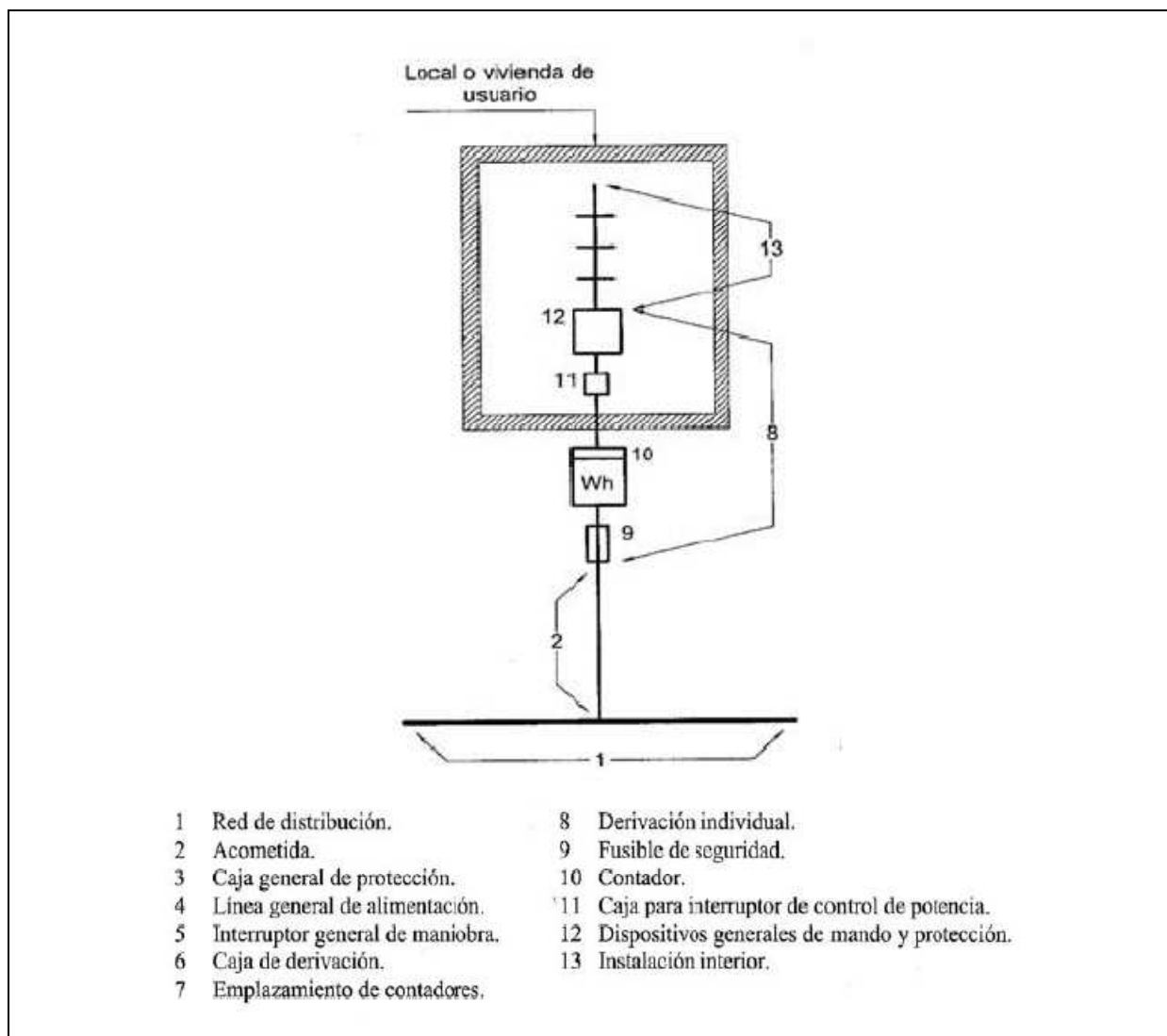


Fig.1. Esquema general de la instal·lació. (Font: REBT)

9.5 Potència instal·lada i potència contractada

Per a satisfer les necessitats de l'activitat que ens ocupa, el recinte disposarà d'una instal·lació elèctrica repartida en 28 línies individuals, tal i com s'indica a la *Taula 2*.

Amb les dades de la *Taula 2*, i tenint en compte un factor de simultaneïtat de 0.9, la potència a contractar a la companyia subministradora serà:

- Potència instal·lada= 186.79 kW
- Potència màxima absorbida = $186.79 \times 0.9 = 168.11$ Kw

Segons les dades facilitades per la companyia subministradora en la *Guia Vademècum per a instal·lacions d'enllaç en baixa tensió* (veure *Figura A-1* de l'*Annex A*), es contractarà una potència de 173 kW a 400 V.

Taula 2. Descripció de les diferents línies

NÚM.	TRAM	POT.(kW)
L01	TORN-CIZALLA TRH4-CR1	20.00
L02	TORN-CIZALLA TRH4-CR1	20.00
L03	TESTERS LT2000	24.00
L04	MUNTADORA FONS M-182	14.00
L05	ENSAMBLADORA M-203	15.00
L06	MARCADORA M-184	10.00
L07	IL. PRODUCCIÓ 1	3.36
L08	IL. PRODUCCIÓ 2	3.36
L09	IL. PRODUCCIÓ 3	3.36
L10	IL. PRODUCCIÓ 4 + TALLER	3.47
L11	EMERG. ZONA INDUSTRIAL 1	0.25
L12	IL. MAGATZEMS 1	2.61
L13	IL. MAGATZEMS 2	2.61
L14	IL. MAGATZEMS 3	3.48
L15	QUADRE 1 ENDOLLS MAGATZEMS	2.50
L16	QUADRE 2 ENDOLLS MAGATZEMS	2.00
L17	IL. OFICINES 1 I SERVEIS	1.35
L18	IL. OFICINES 2	1.48
L19	EMERG. OFICINES I SERVEIS	0.04
L20	ENDOLLS OFICINES I SERVEIS	4.00
L21	IL. EXTERIOR	1.12
L22	QUADRE 1 ENDOLLS PRODUCCIÓ	3.00
L23	QUADRE 2 ENDOLLS PRODUCCIÓ	3.00
L24	QUADRE ENDOLLS TALLER	3.00
L25	EXTRACCIÓ DE FUMS 1	18.50
L26	EXTRACCIÓ DE FUMS 2	18.50
L27	CENTRALETA CONTRA-INCENDIS	0.30
L28	ACUMULADOR ACS (TERMO)	2.50

9.6 Escomesa

És la part de la instal·lació encarregada de transportar l'energia elèctrica desde la xarxa de distribució de la companyia elèctrica fins a la caixa general de protecció.

Discorrirà per sota la via pública, concretament per sota la vorera. Tant en els canvis de direcció com en els trams rectes s'instal·laran arquetes amb tapa registrable. A l'entrada de les arquetes els tubs quedaran completament segellats per evitar l'entrada de rosegadors i d'aigua.

Els cables conductors tindran una secció de 150 mm² i estaran ubicats dins un tub protector de 180 mm de diàmetre exterior, i soterrats a una profunditat de 0.6 metres sota la vorera. La part inferior de la rasa i tots els voltants del tub aniran recoberts de sorra cribada per prevenir possibles pressions perjudicials del terreny. Per sobre de la sorra es col·locaran plaques protectores com a protecció mecànica i una cinta de senyalització a 10 cm del terra que advertirà de la presència de cablejat elèctric.

9.7 Derivació individual

En la instal·lació d'estudi, al ser per a un sol usuari, no existirà la línia general d'alimentació (LGA). Per tant, la derivació individual, serà la que uneix els fusibles de seguretat amb el quadre general de protecció i comandament.

9.7.1 Caixa general de protecció (CGP) i conjunt de mesura (CM)

Al tractar-se d'una instal·lació per a un sol usuari no existirà Línia General d'Alimentació (LGA), no obstant, al ser la potència de la instal·lació superior als 15 kW, la caixa general de protecció CGP i el conjunt de mesura CM, estaran ubicats en armaris diferents.

La CGP s'instal·larà en un nínxol sobre la façana de la nau, a 1 metre de terra. La tapa de la caixa serà de protecció IK10. La caixa comptarà amb fusibles de 315 A en tots els conductors de fase. El conductor neutre estarà constituït per una connexió amovible a l'esquerra de les fases.

El CM s'instal·larà en un nínxol just al costat de la CGP i estarà dotat d'un comptador per l'energia activa i d'un per l'energia reactiva. La caixa tindrà una protecció IP43 i IK09 segons la norma UNE-EN 60439 i disposarà d'un visor transparent per a poder fer les lectures sense necessitat d'obrir l'armari. D'altra banda, disposarà de ventilació interna per tal d'evitar possibles condensacions.

El conjunt tindrà un grau de protecció IP40 i IK10 segons la norma UNE 20324 per a instal·lacions interiors, i les següents característiques:

- Tipus: TMF-10
- Trafo. de corrent (A/A): 200/5
- Cablejat: 30 x 6 + 20 x 5

9.7.2 Quadre general de protecció i comandament

Estarà col·locat al costat de la porta d'entrada de la nau a 1,8 metres d'alçada i estarà format per un interruptor magnetotèrmic, que actuarà com a ICP, de 400 A d'intensitat nominal i un poder de tall de 20 kA, situat en un compartiment independent i precintable.

En sèrie amb l'ICP, es disposarà un altre interruptor general automàtic de tall omipolar, que actuarà com a IGA, de 400 A d'intensitat nominal i un poder de tall de 20 kA que protegirà la instal·lació contra possibles sobrecàrregues o sobreintensitats.

Del quadre general de protecció i comandament en sortiran les línies d'enllumenat (destinades a alimentar tots els receptors d'enllumenat de la nau) i

les línies de força (destinades a alimentar màquines i altres receptors). Totes elles estaran protegides contra sobreintensitats i sobrecàrregues mitjançant PIAs, i contra contactes indirectes mitjançant interruptors diferencials.

- *Protecció contra contactes directes:* Les parts actives de la instal·lació estaran degudament aïllades i fora de l'abast de qualsevol tipus de contacte fortuït, mitjançant evolvants amb un grau de protecció IP XXB segons la norma UNE 20324.
- *Protecció contra contactes indirectes:* S'adoptarà el sistema de presa a terra de les masses, associat a interruptors diferencials sensibles a les possibles corrents de defecte. Es disposaran diferents interruptors diferencials per a protegir les diferents línies (veure *Plànol 6*). Les característiques d'aquests queden reflectides en el mateix *Plànol 6*.
- *Protecció contra sobreintensitats i sobrecàrregues:* S'utilitzaran interruptors magnetotèrmics (PIA's) amb la doble funció de protecció contra sobreintensitats (sistema magnètic), i contra sobrecàrregues (sistema tèrmic). Les característiques d'aquests queden definides en el *Plànol 6*.

9.8 Presa a terra

La presa a terra s'estableix amb l'objectiu de limitar la tensió que, respecte al terra, poden presentar en algun moment les masses metàl·liques; d'assegurar l'actuació de les proteccions; i d'eliminar i disminuir el risc que suposaria una averia en els materials elèctrics utilitzats. Es tracta d'unir elèctricament i de forma directa, sense fusibles ni cap tipus de protecció, una part del circuit elèctric o una part conductora de la instal·lació amb un elèctrode o grup d'elèctrodes enterrats al terra. L'objectiu és el d'aconseguir que en la instal·lació no apareguin diferències de potencial perilloses i, a la vegada, permeti el pas a terra de les corrents de defecte o les descàrregues d'origen atmosfèric.

Per l'interior dels tubs protectors, hi trobarem, a més dels conductors actius, els conductors de protecció, que tindran les seccions indicades en la *Taula 3* i en l'esquema unifilar adjunt en el *Plànol 6*. Aquests conductors de protecció tindran les mateixes característiques aïllants que els conductors de fase i tindran continuïtat fins el punt de presa a terra.

Taula 3. Seccions dels conductors de protecció

NÚM.	INT. (A)	SEC. (mm²)	SEC. PROT.(mm²)
L01	40.09	10	10
L02	40.09	10	10
L03	48.11	10	10
L04	28.07	4	4
L05	30.07	4	4
L06	20.05	2.5	2.5
L07	29.22	16	16
L08	29.22	10	10
L09	29.22	6	6
L10	30.17	10	10
L11	1.21	1.5	1.5
L12	22.70	6	6
L13	22.70	4	4
L14	30.26	4	4
L15	5.01	1.5	1.5
L16	4.01	1.5	1.5
L17	11.74	4	4
L18	12.87	4	4
L19	0.21	1.5	1.5
L20	24.15	4	4
L21	9.74	2.5	2.5
L22	6.01	1.5	1.5
L23	6.01	1.5	1.5
L24	6.01	1.5	1.5
L25	37.09	6	6
L26	37.09	6	6
L27	1.45	1.5	1.5
L28	10.87	1.5	1.5

9.8.1 Càlcul de la instal·lació

- La instal·lació de posta a terra pròpiament dita es realitzarà a través d'un cable despul·lat de coure de 35 mm² de secció i 150 metres de llargada unit per piques verticals llises de 2 metres de longitud i 14,6 mm de diàmetre.
- Tal i com es mostra a la *Figura 2*, per terrenys pedregosos, la resistivitat del terra serà de 3000 $\Omega \cdot m$.

- La resistència màxima de terra serà de 37 Ω , al tractar-se d'una edificació sense parallamps.

A partir d'aquestes consideracions, podrem calcular el nombre de piques verticals necessàries.

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

Fig. 2. Resistivitat del terreny segons la seva naturalesa. (Font: REBT)

Tenint en compte que la resistència que ofereixen les piques verticals i la que ofereix el cable de coure estaran en paral·lel respecte al terra, calcularem la resistència total com:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_P}$$

on:

- R_T = resistència total (Ω).
- R_C = resistència del conductor (Ω).
- R_P = resistència de les piques (Ω).

Tenint en compte el càlcul de la resistència de les piques i del conductor segons les expressions que figuren en la *Figura 3* obtenim que la resistència de les piques serà de:

$$R_P = 493.3 \Omega$$

i si

$$R_P = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L}$$

tenim que el nombre de piques verticals n serà de $6.08 \approx 7$ piques.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Fig. 3. Càlcul resistència de terra segons el mètode emprat. (Font: REBT)

La presa a terra doncs, es realitzarà mitjançant la col·locació de 7 piques lisses de coure de 14.6 mil·límetres de diàmetre i 2 metres de llargada, clavades verticalment a terra a una profunditat de 80 centímetres sota el nivell del terra i a una distància entre elles no inferior a 4 metres. Aquestes piques estaran connectades a un cable de coure despallat de 35 mm² de secció, de manera que la resistència òhmica sigui tal, que en qualsevol massa de la instal·lació no puguin donar-se tensions de contacte superiors a 50 V en, d'acord amb la ITC.BT-18.

9.9 Interruptors diferencials

Provocaran l'obertura del circuit de la instal·lació quan la suma vectorial de les intensitats que travessen els pols de l'aparell sobrepassin un valor determinat.

La sensibilitat dels interruptors diferencials vindrà determinada per les condicions de la resistència a terra de les masses, mesurada en cada punt de connexió, complint sempre la següent equació:

$$R = \frac{50}{I_s}$$

sent I_s el valor de la sensibilitat en Ampers de l'interruptor diferencial.

Els valors de sensibilitat escollits per als diferents diferencials seran de 30 mA per a línies destinades a alimentar receptors d'enllumenat, i de 300 mA per a línies destinades a alimentar receptors de força.

9.10 Intensitats i caigudes de tensió

Per al càlcul de les intensitats de les línies, exposades en el quadre de característiques adjunt, s'han tingut en compte els següents punts:

- Els conductors de connexió que alimenten un motor, estan dimensionats per a una intensitat igual al 125 % de la intensitat a plena càrrega del motor en qüestió, segons indica la ITC-BT-47.
- Per als receptors amb làmpades de descàrrega, la càrrega mínima prevista serà de 1,8 vegades la potència en Watts de la làmpada, segons indica la ITC-BT-44
- Per als receptors amb làmpades d'incandescència, la potència de càlcul serà igual a la potència nominal del receptor, segons indica la ITC-BT-44.

La *Taula 4* ens mostra la relació entre la potència consumida per cada línia i la potència de càlcul, amb els respectius coeficients de majoració.

Taula 4. Relació entre potència absorbida i la potència de càlcul

NÚM.	TRAM	POT.(kW)	COEF. M.	P.CALC (kW)
ESC.	ESCOMESA	186.79	1.00	186.79
D.I.	DERIVACIO INDIVIDUAL	186.79	1.00	186.79
L01	TORN-CIZALLA TRH4-CR1	20.00	1.25	25.00
L02	TORN-CIZALLA TRH4-CR1	20.00	1.25	25.00
L03	TESTERS LT2000	24.00	1.25	30.00
L04	MUNTADORA FONS M-182	14.00	1.25	17.50
L05	ENSAMBLADORA M-203	15.00	1.25	18.80
L06	MARCADORA M-184	10.00	1.25	12.50
L07	IL. PRODUCCIÓ 1	3.36	1.80	6.00
L08	IL. PRODUCCIÓ 2	3.36	1.80	6.00
L09	IL. PRODUCCIÓ 3	3.36	1.80	6.00
L10	IL. PRODUCCIÓ 4 + TALLER	3.47	1.80	6.20
L11	EMERG. ZONA INDUSTRIAL 1	0.25	1.00	0.25
L12	IL. MAGATZEMS 1	2.61	1.80	4.70
L13	IL. MAGATZEMS 2	2.61	1.80	4.70
L14	IL. MAGATZEMS 3	3.48	1.80	6.30
L15	QUADRE 1 ENDOLLS MAGATZEMS	2.50	1.25	3.10
L16	QUADRE 2 ENDOLLS MAGATZEMS	2.00	1.25	2.50
L17	IL. OFICINES 1 I SERVEIS	1.35	1.80	2.40
L18	IL. OFICINES 2	1.48	1.80	2.70
L19	EMERG. OFICINES I SERVEIS	0.04	1.00	0.04
L20	ENDOLLS OFICINES I SERVEIS	4.00	1.25	5.00
L21	IL. EXTERIOR	1.12	1.80	2.00
L22	QUADRE 1 ENDOLLS PRODUCCIÓ	3.00	1.25	3.80
L23	QUADRE 2 ENDOLLS PRODUCCIÓ	3.00	1.25	3.80
L24	QUADRE ENDOLLS TALLER	3.00	1.25	3.80
L25	EXTRACCIÓ DE FUMS 1	18.50	1.25	23.10
L26	EXTRACCIÓ DE FUMS 2	18.50	1.25	23.10
L27	CENTRALETA CONTRA-INCENDIS	0.30	1.00	0.30
L28	ACUMULADOR ACS (TERMO)	2.50	1.00	2.50

Les caigudes de tensió que es produeixen a cada línia, venen descrites en la *Taula 5*. Pot observar-s'hi que la caiguda de tensió en les línies destinades a alimentar receptors d'enllumenat, no supera en cap cas el 3 % de la tensió nominal; de la mateixa manera, s'observa que la caiguda de tensió en les línies destinades a altres usos, no supera en cap cas el 5 % de la tensió nominal, tal i com especifica el REBT en la ITC-BT-19.

Taula 5. Secció i caiguda de tensió en les diferents línies

N	P_c (kW)	I (A)	S (mm²)	L (m)	C.T.P. (%)	C.T.T. (%)	FASES
ESC.	186.8	299.56	150	4	0.06	0.06	III
D.I.	186.8	299.56	150	3	0.04	0.04	III
L01	25.0	40.09	10	43	1.20	1.30	III
L02	25.0	40.09	10	41	1.14	1.24	III
L03	30.0	48.11	10	38	1.27	1.37	III
L04	17.5	28.07	4	35	1.71	1.81	III
L05	18.8	30.07	4	35	1.83	1.93	III
L06	12.5	20.05	2.5	20	1.12	1.21	III
L07	6.0	29.22	16	87	2.22	2.32	I
L08	6.0	29.22	10	59	2.41	2.51	I
L09	6.0	29.22	6	40	2.72	2.82	I
L10	6.2	30.17	10	45	1.90	1.99	I
L11	0.3	1.21	1.5	80	0.90	1.00	I
L12	4.7	22.70	6	40	2.11	2.21	I
L13	4.7	22.70	4	32	2.54	2.63	I
L14	6.3	30.26	4	26	2.75	2.85	I
L15	3.1	5.01	1.5	35	0.81	0.91	III
L16	2.5	4.01	1.5	20	0.37	0.47	III
L17	2.4	11.74	4	50	2.05	2.15	I
L18	2.7	12.87	4	42	1.89	1.99	I
L19	0.0	0.21	1.5	40	0.08	0.18	I
L20	5.0	24.15	4	26	2.19	2.29	I
L21	2.0	9.74	2.5	34	1.85	1.95	I
L22	3.8	6.01	1.5	59	1.65	1.74	III
L23	3.8	6.01	1.5	43	1.20	1.30	III
L24	3.8	6.01	1.5	59	1.65	1.74	III
L25	23.1	37.09	6	45	1.94	2.03	III
L26	23.1	37.09	6	67	2.88	2.98	III
L27	0.3	1.45	1.5	43	0.58	0.68	I
L28	2.5	10.87	1.5	38	4.28	4.37	I

La *Taula 5* és el resultat del càlcul de la intensitat que circularà per cada línia. Depenent de si és trifàsica o monofàsica s'han utilitzat les següents expressions:

- $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$ per a línies trifàsiques,
- $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$ per a línies monofàsiques,

on:

- I = Intensitat absorbida en Ampers (A).
- P = Potència de càlcul en Watts (W).
- V = Tensió de servei en Volts (V).
- $\cos \varphi$ = factor de potència.

D'altra banda, s'ha calculat la caiguda de tensió en cada una de les diferents línies per mitjà de les expressions següents:

- $\Delta V(\%) = \frac{P \cdot L \cdot 2 \cdot \rho}{S \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$ per línies monofàsiques,
- $\Delta V(\%) = \frac{P \cdot L \cdot \rho}{S \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$ per a línies trifàsiques,

on:

- $\Delta V (\%)$ = Caiguda de tensió en tant per cent.
- L = Longitud de la línia en metres (m).
- P = Potència en Watts (W).
- ρ = Resistivitat elèctrica ($\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$) = 0.0178 [Cu]
- S = Secció del conductor (mm^2).
- V = Tensió de servei en Volts (V).

Un cop calculades les seccions dels diferents conductors i calculades les caigudes de tensió, es donava la circumstància que la caiguda de tensió obtinguda en algunes de les línies era superior als límits establerts pel REBT. La solució adoptada en aquests casos ha estat augmentar la secció del conductor per tal de disminuir la caiguda de tensió fins a valors acceptables (veure *Apartat A.2 de l'Annex A*). A l'anterior *Taula 5* s'hi expressen els resultats finals.

9.11 Tipus de conductors i safata utilitzats

La instal·lació elèctrica objecte d'aquest estudi ha estat realitzada en safata perforada aèria. El tipus de cables utilitzats són no propagadors d'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

9.12 Enllumenat

Per al càlcul lumínic del present establiment s'ha utilitzat el software "LumenLux 2005" de l'empresa Lumenac. Alhora d'escollir tant el tipus com la quantitat de lluminàries a instal·lar, s'ha dividit la nau en diferents sectors:

1. Un primer sector el constitueixen els dos magatzems. S'hi instal·laran 20 lluminàries del tipus *ALFA 2 400 W c/Lente HQI-EA* a una altura de 6 metres respecte el nivell del terra, proporcionant una luminància mitja de 300 lux.

2. La zona de producció constitueix el segon sector. S'hi instal·laran 48 lluminàries del tipus *202-250*, també a una altura de 6 metres, proporcionant una luminància mitja de 500 lux.
3. El taller, tot i estar il·luminat per les lluminàries destinades a la zona de producció, disposarà de 3 equips fluorescents del tipus *MAREA 236* que s'encarregaran de proporcionar a cadascun dels bancs de treball una luminància mitja de 700 lux.
4. L'exterior de la nau també disposarà d'il·luminació durant les hores amb menys llum natural. Es disposaran 3 lluminàries del tipus *LASER 1 150 W DIFUNDENTE* a una altura de 5 metres respecte el nivell del terra. Els suports de les lluminàries exteriors seran de materials resistents a les accions de la intempèrie, no permetent l'entrada d'aigua de pluja, ni l'acumulació d'aigua de condensació. A l'hora del dimensionat dels suports es tindran en compte les possibles sol·licitacions mecàniques, bàsicament, les degudes a l'acció del vent. La posada en funcionament del sistema d'enllumenat exterior es realitzarà mitjançant un temporitzador regulable, per poder variar els valors horaris d'encesa i apagat segons les diferents hores de llum en les diferents èpoques de l'any. Tot i això, es disposarà un interruptor manual per poder accionar el sistema independentment del mecanisme temporitzador citat.

L'evolvent del quadre tindrà una protecció IP55 i IK10, i disposarà d'un sistema de tancament que permeti l'accés únicament a personal autoritzat. Les parts metàl·liques del quadre aniran degudament connectades a terra.

5. Als serveis s'hi instal·laran 4 equips de fluorescents (un per cada espai) del tipus *OFFICE C 336 D* a una altura de 3 metres sobre el terra. La luminància mitja als serveis serà de 200 lux.
6. Per acabar les oficines es disposaran: 2 equips de fluorescents *OFFICE C 336 DP* al despatx de direcció; 1 equip *OFFICE C 336 D* a la recepció; 4 equips *OFFICE C 336 DP* a la sala de juntes; 6 equips *OFFICE C 336 DP* a la zona d'oficines; i 1 equip *OFFICE C 336 D* a la sala de l'acumulador d'ACS. A cada una de les sales de la zona d'oficines s'aconseguirà d'aquesta manera una luminància mínima de 500 lux.

Les característiques de cadascuna de les lluminàries instal·lades i la col·locació d'aquestes, així com els càlculs justificatius es troben descrits en l'*Apartat A.3* de l'*Annex A*.

9.13 Enllumenat d'emergència

Per al càlcul de l'enllumenat d'emergència s'ha utilitzat el software "DaisaLux" de l'empresa DAISA. Les característiques del sistema d'enllumenat d'emergència (temps d'autonomia i condicions d'ús) estant descrites en el *Capítol 10, Apartat 10.10* de la present memòria. Les característiques pròpies dels equips instal·lats, la seva ubicació i els càlculs justificatius queden descrits en l'*Apartat A.5* de l'*Annex A*. La relació d'equips instal·lats a cadascun dels diferents sectors es descriu a continuació.

1. La zona industrial pròpiament dita constarà de 5 equips *GALIA AD-2C3* i 13 equips *NORMA N11*.
2. La zona d'oficines i serveis disposarà d'1 equip *HYDRA C5*, 2 equips *NORMA 3N2 TCA*, i 11 equips *GALIA AD-2C3*.

CAPÍTOL 10: INSTAL·LACIÓ DE MESURES DE PROTECCIÓ EN CAS D'INCENDI

10.1 Consideracions prèvies

Les mesures de protecció per a aquesta instal·lació, s'han dissenyat amb l'objectiu d'aconseguir un grau suficient de seguretat en cas d'incendi en la nau industrial d'estudi. La presència del risc d'incendi en els establiments industrials determina la probabilitat del desencadenament d'incendis, generadors de danys i pèrdues per a les persones i el patrimoni, que afecten tant a ells com al seu entorn. D'aquesta manera, s'intentarà reduir aquest risc a límits acceptables, per tal d'evitar que les persones, el patrimoni i l'entorn, sofreixin danys derivats d'un incendi accidental.

10.2 Normativa aplicable

La normativa aplicada en el disseny de les instal·lacions de protecció contra incendis del present establiment industrial, serà el Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI), aprovat pel Reial Decret 2267/2004 del 3 de desembre. També es tindran en compte certs aspectes recollits en el CTE (Codi Tècnic de l'Edificació), concretament les exigències bàsiques de seguretat en cas d'incendi recollides a l'article 11 (CTE DB-SI).

10.3 Característiques de l'establiment

Es pot classificar un establiment industrial segons la seva configuració i segons el seu nivell de risc intrínsec.

10.3.1 Característiques de l'establiment segons la seva ubicació

L'activitat es desenvolupa en un establiment industrial que ocupa la totalitat de l'edifici on està ubicada i no té cap edifici adjacent o a una distància inferior a 3 metres. A més, els voltants de l'establiment estaran lliures de mercaderies i materials combustibles, o d'elements susceptibles de ser propagadors d'incendi. Per tant, tal i com ens mostra la *Figura 4*, l'establiment queda classificat com a establiment industrial de TIPUS C.

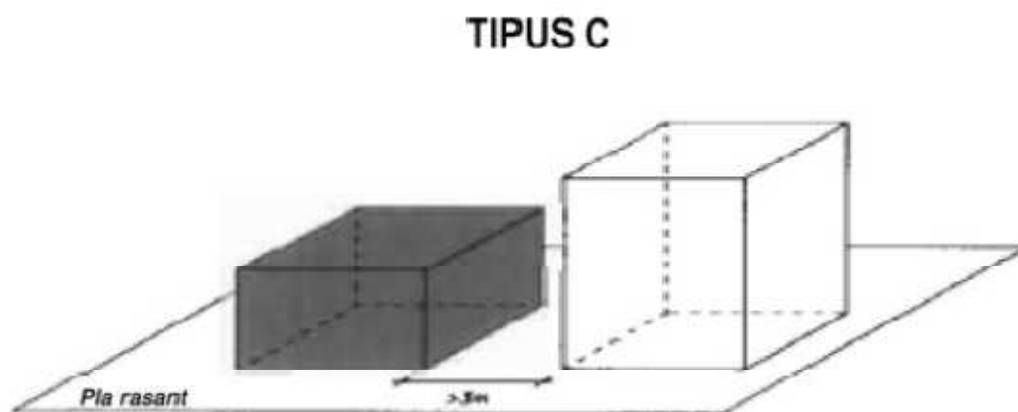


Fig. 4. Característiques de l'establiment industrial per la seva ubicació. (Font: RSCIEI)

10.3.2 Característiques de l'establiment pel nivell de risc intrínsec

Els establiments industrials es classifiquen segons el seu nivell de risc intrínsec atenent als criteris simplificats i procediments que s'indiquen en aquest apartat.

Per al càlcul del nivell de risc intrínsec de l'establiment, es farà servir la següent expressió, que determina la densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida del sector d'incendi:

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \left[\frac{MJ}{m^2} \right]$$

on:

- Q_s = densitat de càrrega de foc ponderada i corregida $[MJ/m^2]$.
- G_i = massa dels combustibles que existeixen en el sector $[kg]$.
- q_i = poder calorífic dels combustibles que existeixen en el sector $[MJ/kg]$.
- C_i = coeficient de perillositat (per combustibilitat) dels combustibles.
- R_a = coeficient de perillositat (per activació) de l'activitat.
- A = Superfície construïda del sector $[m^2]$.

Els valors dels diferents factors que intervenen en el càlcul de la densitat de càrrega de foc es prendran de les diferents taules que ens facilita el RSCIEI, en l'Annex I, concretament:

- *Taula 1.1:* per als valors del coeficient de perillositat per combustibilitat C_i .
- *Taula 1.2:* per als valors del coeficient de perillositat per activació R_a .
- *Taula 1.4:* per als valors del poder calorífic q_i .

Els valors de càlcul obtinguts són els indicats a la *Taula 6*. S'han tingut en compte els principals productes susceptibles de generar i contribuir activament en la propagació d'un incendi, com són la matèria primera i la matèria tractada (en aquest cas fusta en les seves diferents versions segons el moment del procés productiu); els palets que s'utilitzaran per al transport, emmagatzematge i expedició del producte; el mobiliari en general; i el paper generat a les oficines, part del qual serà utilitzat pels diferents operaris de la zona de producció en matèria de plànols, protocols,....

Taula 6. Valors de càlcul de la densitat de càrrega de foc.

Combustible	G (kg)	Q (MJ/kg)	C	R _a	A (m ²)	Q _i (MJ/m ²)
Fusta product.	75000	16,7	1,3	1,5	2300	1061,90
Palets	7000	16,7	1,3	1,5		99,11
Mobiliari	4000	16,7	1,3	1,5		56,63
Paper	1000	16,7	1,3	1,5		14,16

Aplicant els valors anteriors a l'equació de càlcul de la densitat de càrrega de foc Q_s es calcula:

$$Q_s = 1231.81 \text{ MJ/m}^2$$

Entrant amb aquest valor de densitat de càrrega de foc a la *Figura 5* s'observa que l'establiment té un nivell de risc intrínsec mitjà i de nivell 3.

Nivell de risc intrínsec		Densitat de càrrega de foc ponderada i corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAIX	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MITJÀ	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALT	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Fig. 5. Nivell de risc intrínsec segons la densitat de càrrega de foc. (Font: RSCIEI)

10.4 Sectorització

Qualsevol establiment industrial que adopti les configuracions de tipus A, B o C (en aquest cas serà de tipus C), constituirà al menys un sector d'incendi segons el RSCIEI Annex II. Es tractarà doncs de veure en quants sectors dividim l'establiment d'estudi.

D'altra banda, es considera *sector d'incendi* l'espai de l'establiment tancat per elements resistents al foc, durant el temps que s'estableixi en cada cas.

En un principi, a la zona d'oficines i serveis hi seria d'aplicació el CTE (que va derogar la NBE que esmenta l'article presentat a la *Figura 6*). Però tal i com s'observa en la *Figura 6*, al ser la superfície construïda per aquesta activitat de 156 m², menor que els 250 m² que el RSCIEI posa com a límit per a la constitució d'un sector d'incendi independent, aquesta zona formarà part del mateix sector d'incendi de l'activitat industrial.

2. Quan en un establiment industrial coexisteixen amb l'activitat industrial altres usos amb la mateixa titularitat, per als quals és aplicable la Norma bàsica de l'edificació: condicions de protecció contra incendis, o una normativa equivalent, els requisits que han de satisfer els espais d'ús no industrial són els que exigeix la normativa esmentada quan superen els límits indicats a continuació:

- a) Zona comercial: superfície construïda superior a 250 m².
- b) Zona administrativa: superfície construïda superior a 250 m².

Fig. 6. (Font: Capítol I RSCIEI)

Caldrà veure doncs, quants sectors d'incendi on serà d'aplicació el RSCIEI, tindrà el recinte d'estudi.

El recinte té una superfície construïda de 2300 m². Podrà constituir per tant, un únic sector d'incendi, tal i com s'observa en la *Figura 7*, que limita la màxima superfície construïda admissible de cada sector d'incendi. En aquest cas, observem que en un establiment de TIPUS C i amb nivell de risc intrínsec mitjà de nivell 3, la màxima superfície construïda admissible és de 5000 m².

Risc intrínsec del sector d'incendi	Configuració de l'establiment		
	TIPUS A (m²)	TIPUS B (m²)	TIPUS C (m²)
BAIX 1 2	(1)-(2)-(3) 2.000 1.000	(2) (3) (5) 6.000 4.000	(3) (4) SENSE LIMIT 6.000
MITJÀ 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3.500 3.000 2.500	(3) (4) 5.000 4.000 3.500
ALT 6 7 8	NO ADMÉS	(3) 2.000 1.500 NO ADMÉS	(3)(4) 3.000 2.500 2.000

Fig. 7. Màxima superfície construïda de cada sector d'incendi. (Font: RSCIEI)

10.5 Materials

El comportament davant del foc d'un material, es determina per les característiques i qualitats d'aquest, conegudes com a reacció al foc.

És de gran importància l'elecció dels materials emprats en els acabats de les obres, ja que de les seves característiques, dependrà en gran mesura l'inici de l'incendi, i la seva propagació.

Per al terra s'utilitzarà un revestiment basat en resines epoxi de classe B_{FL}-s1 (veure *Figura B-2* de l'Annex B). Per a parets i sostre, s'utilitzaran revestiments de morter que segons el mateix RSCIEI es considera de classe A1. Ambdós eleccions responen a les especificacions del RSCIEI que imposen que els revestiments per a terres, i parets i sostres hauran de ser respectivament de classe C_{FL}-s1 i C-s3 d0 o superior.

10.6 Estabilitat al foc dels elements constructius portants

Les exigències de comportament davant del foc d'un element constructiu portant es defineix com el temps en minuts, durant el qual aquest l'element ha de mantenir l'estabilitat mecànica o portant en l'assaig normalitzat conforme a la norma corresponent de les incloses en la Decisió 2003/629/CE.

En la *Figura 8*, s'observa que en un establiment de risc intrínsec mitjà de nivell 3 i de tipus C, situat en una planta sobre rasant, l'estabilitat al foc dels elements constructius portants no pot ser inferior a R 60.

NIVELL DE RISC INTRÍNSEC	TIPUS A		TIPUS B		TIPUS C	
	Planta soterrani	Planta sobre rasant	Planta soterrani	Planta sobre rasant	Planta soterrani	Planta sobre rasant
BAIX	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MITJÀ	NO ADMÈS	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALT	NO ADMÈS	NO ADMÈS	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Fig. 8. Estabilitat al foc d'elements constructius portants. (Font: RSCIEI)

Tal i com queda descrit en el *Capítol 7, Apartat 7.1* de la present memòria, l'estructura de la nau estarà revestida amb maó buit enfoscats a bona vista per les 2 cares, amb una espessor de 150 mm. Segons la *Figura 9*, les característiques de resistència al foc d'aquest element són REI-120, no inferior al R-60 exigint en el RSCIEI.

Tipo de revestimiento		Espesor e de la fábrica en mm.						
		Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada	
		40<e≤80 (1)	80<e≤110 (1)	e>110 (1)	110<e≤200 REI-120	e>200 REI-240	140<e≤240 (1)	e>240 (1)
Sin revestir								
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	EI-240	EI-180	EI-240
	Por las dos caras	RFI-30	RFI-90	RFI-120	RFI-180	RFI-240	RFI-180	RFI-240
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240

Fig. 9. Resistència al foc de murs i tabics de fàbrica de maó ceràmic. (Font: CTE)

Pel que fa a la coberta, serà de l'empresa *PANELSANDWITCH* (veure *Figura B.3* de l'*Annex B*) de 50 mm d'espessor i reportarà una resistència al foc de REI-30. La coberta tindrà un pes propi de 14.74 kg/m². La podem considerar "coberta lleugera" al estar molt lluny del límit de 100 kg/m². Segons la *Figura 10*, en el sector d'estudi, la coberta haurà de tenir una resistència mínima al foc de R-15, per tant, l'escollida, satisfà les necessitats exigides.

NIVELL DE RISC INTRÍNSEC	Tipus B	Tipus C
	Sobre rasant	Sobre rasant
Risc baix	R 15 (EF-15)	NO S'EXIGEIX
Risc mitjà	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Risc alt	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Fig. 10. Estabilitat al foc de cobertes lleugeres. (Font: RSCIEI)

10.7 Evacuació

Un cop previstes tota la sèrie de mesures de protecció per disminuir el risc d'incendi a valors acceptables, i haver dissenyat les estructures físiques de la nau per, davant d'un possible incendi, mantenir les seves funcions portants, cal preveure també l'evacuació dels ocupants del recinte, per reduir els danys personals en cas d'incendi.

Per a l'aplicació de les exigències relatives a l'evacuació de l'establiment industrial d'estudi, es determinarà l'ocupació P , segons l'expressió:

$$P = 1.10 \cdot p, \text{ quan } p < 100$$

on:

- P = ocupació de l'establiment.
- p = nombre de persones que ocupa el sector d'incendi.

En el cas que ens ocupa el nombre de persones que ocupa el sector d'incendi, segons la documentació que legalitza l'activitat és $p = 15$. Llavors, resolent l'equació,

$$P = 16.5 \Rightarrow P \approx 17$$

Un cop fixada la ocupació P del recinte, caldrà dissenyar les mesures d'evacuació pròpiament dites.

10.7.1 Nombre de sortides i recorregut d'evacuació

Per a l'evacuació del recinte s'utilitzaran quatre sortides. Dues d'aquestes seran les portes habituals d'entrada (la de la zona industrial i la de la zona d'oficines) i les altres dues seran sortides d'emergència situades, una al costat del magatzem de matèries primeres, i l'altre al costat del taller, tal i com s'indica en el *Plànol 2*. Totes quatre sortides comuniquen directament amb l'exterior. D'aquesta manera el recorregut màxim d'evacuació serà inferior al màxim permès de 50 metres, d'acord amb la *Figura 11*.

Longitud del recorregut d'evacuació segons el nombre de sortides		
Risc	1 sortida recorregut únic	2 sortides alternatives
Baix(*)	35 m(**)	50 m
Mitjà	25 m(***)	50 m
Alt	-----	25 m

(*) Per a activitats de producció o emmagatzematge classificades de risc baix nivell 1, en què es justifiqui que els materials implicats siguin exclusivament de classe A i els productes de construcció, inclosos els revestiments, siguin igualment de classe A, es pot augmentar la distància màxima de recorreguts d'evacuació fins a 100 m.

(**) La distància es pot augmentar a 50 m si l'ocupació és inferior a 25 persones.

(***) La distància es pot augmentar a 35 m si l'ocupació és inferior a 25 persones.

Fig. 11. Longitud màxima del recorregut d'evacuació. (Font: RSCIEI)

10.7.2 Portes i passos

Totes les portes i passos previstos per a l'evacuació de l'establiment seran de 0,80 metres d'amplada, s'obriran en el sentit d'evacuació i seran portes abatibles amb eix de gir vertical. Les dues portes principals d'entrada romandran obertes mentre el recinte estigui ocupat. Les sortides d'emergència disposaran d'un sistema d'obertura per barra polsadora, d'acord amb la norma UNE-EN 179:2003 VC1.

Segons la *Figura 12*, l'amplada mínima exigida per a portes i passos, dependrà de l'ocupació P del recinte i no serà inferior al calculat segons l'expressió:

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 0.80m$$

on:

- A = amplada de la porta o pas.
- P = ocupació de l'establiment.

En el cas que ens ocupa serà:

$$A \geq 0.085 \geq 0.80$$

Al ser totes les portes i passos de 0,80 metres d'amplada, l'exigència queda satisfeta.

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,80 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾

Fig. 12. Dimensionat dels elements d'evacuació. (Font: CTE)

10.7.3 Senyalització

Totes les senyals utilitzades seran fotoluminiscent per tal que siguin visibles en cas de fallada del subministrament elèctric, i seran del tipus establert per les

normes UNE 23035-1/2003, UNE 23035-2/2003 i UNE 23035-4/2003 (veure *Figura B-7 de l'Annex B*).

A sobre les dues portes principals d'entrada, i a la part interior, es col·locarà un senyal amb el rètol "SORTIDA". Les portes d'emergència disposaran, a sobre i a la part interior, d'un senyal amb el rètol "SORTIDA D'EMERGÈNCIA". Les portes del taller mecànic i les dels despatxos i serveis, disposaran per la part exterior d'un senyal amb el rètol "SENSE SORTIDA" per evitar possibles confusions en el moment de l'evacuació; i a la part interior, d'un senyal amb el rètol "SORTIDA". També es disposaran senyals indicatius de direcció del recorregut, visibles des de tot origen d'evacuació des del qual no es percebin directament les sortides o les senyals indicatives d'aquestes.

Es senyalitzaran adequadament totes les mesures de protecció en cas d'incendi tals com BIE's, pulsadors d'alarma i extintors.

10.7.4 Eliminació de fums

Per al càlcul i l'elecció del sistema d'eliminació de fums en cas d'incendi, s'ha utilitzat el full de càlcul proporcionat per l'empresa SODECA, d'acord amb la norma UNE 23585:2004. Els resultats es detallen en la *Figura B-9 de l'Annex B*.

El resultat és fruit de l'anàlisi de la superfície i el volum de la nau i el seu nivell de risc intrínsec. Per a l'evacuació de fums en cas d'incendi serà necessària la instal·lació d'un sol extractor de fums, tot i que d'acord amb la norma, instal·larem un segon extractor de les mateixes característiques del primer per a més seguretat. Els extractors escollits seran de l'empresa SODECA, concretament el model *THT-160-6T-3-25* (veure *Figura B-8 de l'Annex B*)

L'extractor escollit és capaç de desallotjar un cabal de $136650 \text{ m}^3/\text{h}$, superior al caudal necessari de $135208 \text{ m}^3/\text{h}$ segons el full de càlcul de SODECA, d'acord amb la norma UNE 23585:2004. S'instal·laran a la façana contrària a la zona de càrrega i descàrrega a una altura de 5 metres de terra i serviran també per a renovar l'aire de la nau segons les exigències del sistema de ventilació convencional.

10.8 Emmagatzematges

- a) *Magatzem de matèria prima:* Els troncs de pollancre i pi es col·locaran entre barres metàl·liques verticals, formant piles que no superaran els 3 metres d'alçada.
- b) *Magatzem de productes semielaborats i acabats:* Els productes acabats es disposaran en palets. Els palets estaran un al costat de l'altre formant files i columnes. D'altra banda, els productes semielaborats (testers, fons, ...), es col·locaran en prestatgeries metàl·liques independents i operades manualment.

Els materials que conformen, tant les prestatgeries metàl·liques, com les barres que suportaran els troncs, seran d'acer de classe A1 amb revestiments zincats de classe Bs3d0.

Ambdós magatzems disposaran els materials en files i columnes, tal i com s'indica en el *Plànol 2*. Els espais longitudinals entre prestatgeries seran de 2

metres; i els espais transversals seran de 2,5 metres, d'acord amb l'apartat 8.2 de l'Annex II del RSCIEI.

10.9 Instal·lacions de protecció activa

Les proteccions actives contra incendis tenen com a funció específica la detecció, control i extinció de l'incendi a través d'una lluita directa, facilitant l'evacuació del recinte per part dels seus ocupants. El tipus, característiques i nombre de sistemes instal·lats, dependrà de la relació entre la tipologia de l'edifici, el seu nivell de risc intrínsec i la seva superfície.

Tots els aparells, equips, sistemes i components de la instal·lació de protecció contra incendis de l'establiment, així com el seu disseny, execució, posta en funcionament i manteniment, compliran les exigències marcades pel Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis, aprovat pel Reial Decret 1942/1993, del 5 de novembre.

Tot seguit, s'ofereix una relació dels sistemes instal·lats:

10.9.1 *Sistemes automàtics de detecció d'incendis*

Tenen la funció de detectar l'incendi en el menor temps possible, i d'emetre les senyals d'alarma i localització adequades per a poder adoptar les mesures necessàries.

Els detectors situats a l'espai dedicat a producció, magatzems i taller, estaran situats a les gelosies de la nau, és a dir, a una distància de 6.29 metres de terra. En canvi, els situats a la zona d'oficines, estaran situats al sostre d'aquestes, a 3 metres d'alçada.

Tot seguit, s'enumeren el nombre i les característiques dels diferents tipus de detectors instal·lats.

- a) *Detectors iònics:* Se'n instal·laran 30 del tipus DA-230 repartits uniformement al llarg de la zona productiva, tal i com queda palès en el Plànol 5. Tal i com es mostra a la Figura B-4 de l'Annex B, cada detector avarca una superfície de 70 m². Amb el model escollit es cobriran els 2300 m² del recinte.
- b) *Detectors òptics:* Se'n instal·laran 2 del tipus BARRERA RE-50 a la zona productiva, situats tal i com s'indica en el Plànol 5. Segons la Figura B-6 de l'Annex B, cada detector vigila una superfície de 1500 m², per tant, quedarà coberta tota la superfície de la nau.

Les oficines estaran protegides per el tipus DA-220 (veure Figura B-5 de l'Annex B), i se'n instal·laran un total de 6 tal i com queda reflectit en el Plànol 5.

10.9.2 *Sistemes manuals d'alarma d'incendi*

Estaran constituïts per un conjunt de polsadors que permetran transmetre voluntàriament una senyal a una central de control permanentment vigilada, de manera que sigui fàcilment identificable la zona des de la qual s'ha accionat.

Se'n disposaran un total de 6, repartits tal i com es mostra en el *Plànol 5*. Disposarem un polsador manual d'alarma al costat de cadascuna de les tres sortides, i tres polsadors més disposats de manera que la distància a recórrer des de qualsevol punt de la nau fins a arribar a un polsador no superi els 25 metres.

10.9.3 Extintors

L'emplaçament dels extintors permetrà que siguin fàcilment visibles i accessibles, i estaran situats sobre suports fixats a paraments verticals de manera que la part superior de l'extintor estigui a una distància de 1.70 metres sobre el terra. D'altra banda, es disposaran de tal manera que la distància màxima a recórrer des de qualsevol punt del recinte fins a un extintor no sigui superior a 15 metres (veure *Plànol 5*).

Segons la *Figura 13*, els extintors seran de classe 21A. Se'n disposaran un total d'onze unitats, complint les exigències del RSCIEI.

GRAU DE RISC INTRÍNSEC DEL SECTOR D'INCENDI	EFICÀCIA MÍNIMA DE L'EXTINTOR	ÀREA MÀXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR D'INCENDI
BAIX	21 A	Fins a 600 m ² (un extintor més per cada 200 m ² , o fracció, en excés)
MITJÀ	21 A	Fins a 400 m ² (un extintor més per cada 200 m ² , o fracció, en excés)
ALT	34 A	Fins a 300 m ² (un extintor més per cada 200 m ² , o fracció, en excés)

Fig. 13. Dotació extintors recintes amb combustibles de classe A. (Font: RSCIEI)

10.9.4 Boques d'incendi equipades

Segons la *Figura 14*, les característiques de l'establiment obliguen a instal·lar boques d'incendi equipades del tipus DN 45 mm, de simultaneïtat 2 i un temps d'autonomia de 60 minuts. Es disposaran 3 boques, col·locades segons s'indica en el *Plànol 5*. La col·locació de les boques d'incendi equipades es realitzarà sobre un suport rígid de tal manera que l'alçada de la boca i de la vàlvula d'obertura manual sigui com a màxim de 1,50 metres respecte el terra.

NIVELL DE RISC INTRÍNSEC DE L'ESTABLIMENT INDUSTRIAL	TIPUS DE BIE	SIMULTANEÏTAT	TEMPS D'AUTONOMIA
BAIX	DN 25 mm	2	60 min
MITJÀ	DN 45 mm*	2	60 min
ALT	DN 45 mm*	3	90 min

Fig. 14. Tipus de BIE. (Font: RSCIEI)

10.9.5 Altres

Per les característiques de l'establiment que ens ocupa no serà necessària la instal·lació d'hidrants exteriors, sistemes de columna seca, ruixadors automàtics, sistemes d'aigua polvoritzada, espuma física, sistemes d'extinció per pols, ni agents extintors gasosos.

10.10 Sistema d'enllumenat d'emergència

La instal·lació serà fixa, estarà prevista de font pròpia d'energia i entrarà automàticament en funcionament en produir-se una fallida del 70 % del valor nominal en l'alimentació de la instal·lació de l'enllumenat convencional.

L'enllumenat d'emergència de les vies d'evacuació aconseguirà almenys una luminància del 50% del nivell d'il·luminació requerit al passar 5 segons, i del 100% al passar 60 segons.

La instal·lació complirà les condicions de servei exigides durant una hora, com a mínim, a partir de l'instant en que tingui lloc el defecte, i proporcionarà una il·luminació d'1 lux en el nivell del sòl en els recorreguts d'evacuació, i de 5 lux en l'espai on hi ha ubicat el quadre de protecció i comandament de la instal·lació elèctrica, en l'espai on hi ha ubicat el quadre de control dels sistemes de protecció contra incendis i en els espais on s'ubiquin els equips de protecció contra incendis (veure *Plànol 5*).

La descripció dels equipaments instal·lats es detalla en el *Capítol 9, Apartat 9.12* i les característiques i els càlculs justificatius en l'*Annex A*.

CAPÍTOL 11:

INSTAL·LACIÓ D'AIGUA

11.1 Consideracions prèvies

Per al càlcul de la instal·lació d'aigua en el recinte d'estudi, cal tenir en compte que el procés productiu no utilitza aigua en cap de les seves fases, per tant, la instal·lació serà dissenyada per al subministrament d'aigua als serveis, i per a la instal·lació de les boques d'incendi equipades (BIE's).

La instal·lació per als serveis es dividirà en dos apartats: l'un per a l'aigua freda, i l'altre per a l'aigua calenta.

11.2 Normativa aplicable

Per al disseny i dimensionat de la instal·lació s'han seguit els passos indicats en el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), concretament el CTE DB-HS4 per a la instal·lació d'aigua per a ús sanitari i el CTE DB-HS5 per al dimensionat i disseny de l'evacuació d'aigües. D'altra banda i per al càlcul del sistema d'alimentació per a les boques d'incendi equipades, s'han seguit els passos indicats en l'article tècnic del CETIB adjuntat en l'*Annex C*.

11.3 Propietats de la instal·lació

11.3.1 Materials

S'utilitzaran canonades de polietilè reticulat (PE-X) de l'empresa AseTUB. D'aquesta manera, es complirà l'apartat 2.1.1 del CTE-HS, en quant a materials utilitzats en la instal·lació, en relació amb la seva afectació a l'aigua.

11.3.2 Manteniment

La xarxa de canonades serà fàcilment accessible per tal de facilitar les tasques de manteniment i reparació.

11.3.3 Estalvi d'aigua

Els inodors disposaran d'una cisterna de doble polsador, que permetrà una descàrrega completa o una de parcial segons es precisi. Les aixetes dels lavabos per la seva banda, disposaran d'un temporitzador que un cop polsat, permetrà el pas de l'aigua durant un temps determinat. Un cop transcorregut aquest temps, el pas s'interromprà.

11.3.4 Protecció contra retorns

Es disposaran proteccions per evitar la inversió del sentit del flux d'aigua després del comptador i a la base dels muntants. Les vàlvules antiretorn es combinaran amb aixetes de buidat per tal de poder buidar qualsevol tram de la xarxa en cas de manteniments o averies.

11.3.5 Escomesa

És l'encarregada d'enllaçar la xarxa de subministrament de la companyia amb la instal·lació general. Comptarà amb els següents elements:

- Una clau de presa en càrrega situada sobre la canonada de distribució de la xarxa exterior, que obrirà el pas de l'aigua a l'escomesa.
- Un tub d'escomesa que enllaci la clau de presa en càrrega amb la clau de pas general.
- Clau de pas a l'exterior de la nau.

11.3.6 Instal·lació general

Situada dins la propietat, estarà formada per les següents parts:

- a) Una clau de pas general per poder interrompre el subministrament d'aigua.
- b) Un filtre per retenir els residus corrosius de l'aigua que puguin malmetre les canonades. El filtre serà de tipus Y amb un llindar de filtrat comprès entre les 25 i 30 μm , amb malla d'acer inoxidable i bany de plata per evitar la formació de bacteries.
- c) L'armari del comptador general, els continguts del qual estaran instal·lats en un pla paral·lel al terra, permetent un accés fàcil alhora de realitzar la lectura del comptador o de dur a terme tasques de reparació o manteniment. L'armari estarà impermeabilitzat i disposarà, al fons, d'un desguàs que garanteixi l'evacuació de l'aigua en cas de fuga. Aquest desguàs serà un albelló sifonal amb una malla d'acer inoxidable que evacuarà l'aigua a la xarxa de sanejament general.

L'armari comptarà, disposats en ordre, dels següents elements:

- Clau de pas general
- Filtre de la instal·lació general
- Comptador Woltmann WP-MFD de diàmetre nominal DN 32 mm
- Clau de pas amb aixeta de buidatge

- Vàlvula antiretorn
 - Clau de sortida
- d) El distribuïdor principal enllaçarà l'armari del comptador general amb el muntant i serà de fàcil accés per facilitar les tasques de reparació i manteniment.
- e) El muntant elevarà la xarxa fins a 3 metres, altura a partir de la qual es derivarà l'aigua a cada aparell. A la part inferior del muntant es disposarà, en aquest ordre:
- Vàlvula antiretorn
 - Clau de tall
 - Clau de pas amb aixeta de buidatge

Pel que fa a la part superior, hi haurà instal·lat un dispositiu de purga automàtic amb un separador que reduirà la velocitat de l'aigua facilitant la sortida d'aire i disminuint els possibles efectes dels cops d'ariet.

- f) La derivació col·lectiva enllaçarà el muntant amb els diferents aparells de consum i constarà de les següents parts:
- Clau de pas.
 - Derivació particular: enllaçarà el muntant amb les derivacions de cada aparell. El seu recorregut serà horitzontal i a 3 metres d'alçada, resseguint la paret que separa els serveis. Disposarà d'una clau de tall per a possibles tasques de reparació o manteniment.
 - Derivacions d'aparell: enllaçaran la derivació particular amb cadascun dels diferents aparells de consum. Cadascuna de les derivacions disposarà d'una clau de tall individual per a facilitar possibles tasques de reparació o manteniment.

11.3.7 Unions i juntes

Les unions entre les diferents canonades seran estanques, resistiran adequadament la tracció i es realitzaran seguint les instruccions del fabricant, en el cas que ens ocupa, l'empresa AseTUB.

11.3.8 Proteccions

- *Protecció contra condensacions:* Totes les canonades disposaran d'un element separador de protecció que actuarà com a barrera antivapor, per evitar que possibles condensacions afectin l'estructura de la nau.
- *Protecció contra esforços mecànics:* En el cas de canonades que travessin algun tipus d'element constructiu que les pogués transmetre algun tipus d'esforç perjudicial de tipus mecànic, ho faran recobertes per una funda de secció circular, de diàmetre major i suficientment resistent.

11.3.9 Accessoris

- *Grapes i abraçadores:* s'utilitzaran per a la fixació dels tubs als paraments de la nau, de tal manera que guardin la distància exigida i no transmetin sorolls ni vibracions a l'estructura.
- *Suports:* es disposaran suports de manera que siguin aquests els que aguantin el pes de les canonades.

11.4 Disseny de la instal·lació d'AFS

11.4.1 Cabal de càlcul

El primer que caldrà tenir en compte per al dimensionament i el càlcul de la instal·lació d'aigua freda (d'ara endavant AFS) és el cabal mínim necessari per a satisfer les necessitats dels diferents aparells de consum. A la *Figura 15* es mostren els cabals instantanis mínims per als diferents aparells.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Fig. 15. Caudal instantani mínim per aparell. (Font: CTE)

Amb les dades obtingudes de la *Figura 15* calcularem el cabal necessari per alimentar tots els aparells de consum (veure *Taula 6*).

Taula 6. Aparells de consum d'AFS instal·lats.

APARELLS CONSUM	UNITATS	CABAL INSTANTANI AFS (l/s)
LAVABOS	4	0,10
INODORS AMB CISTERNA	4	0,10
DUTXES	2	0,20

El cabal Q total d'AFS necessari serà de la suma dels cabals per a cada aparell de consum:

$$Q = \sum Q_i = 1,2 \text{ l/s}$$

D'altra banda s'haurà de tenir en compte que és molt poc probable que tots els aparells s'utilitzin a la vegada. Per obtenir el cabal de càlcul Q_c haurem d'aplicar un coeficient de simultaneïtat al caudal teòric Q . La *Figura 16* ens dona una relació entre el nombre d'aparells de consum i el coeficient de simultaneïtat K aplicable:

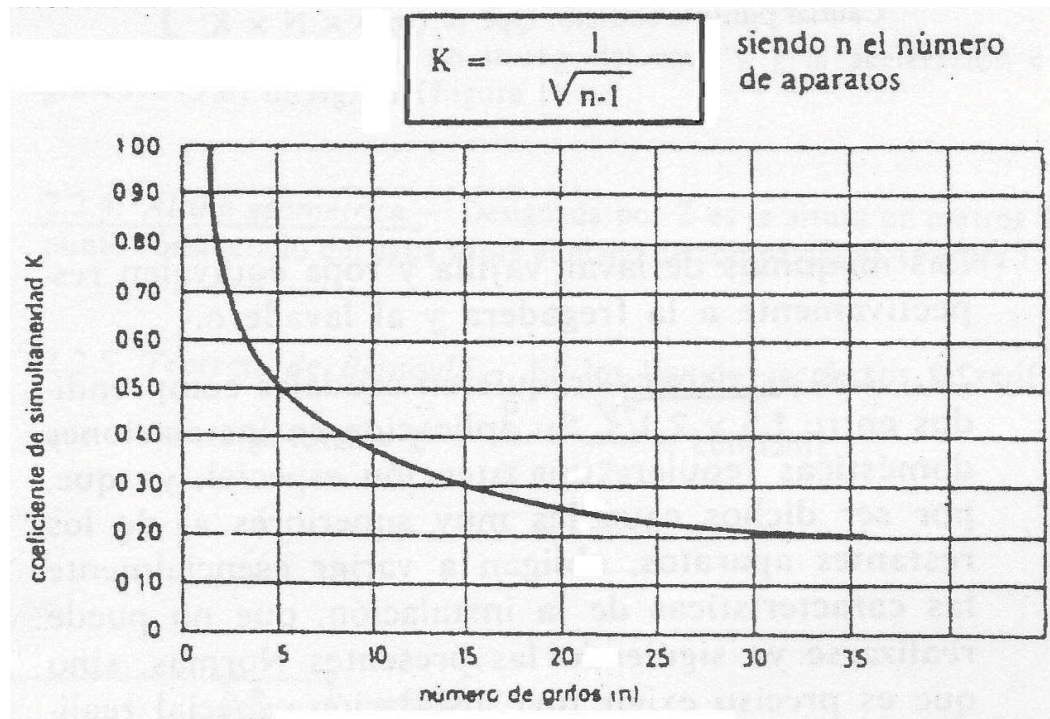


Fig. 16. Coeficient simultaneïtat en relació als aparells de consum.

Segons la *Figura 16* doncs, en el cas que ens ocupa, amb un total de 10 aparells de consum, el coeficient de simultaneïtat K serà:

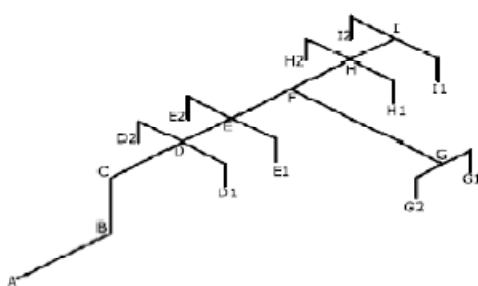
$$K = 0,33$$

Tot i obtenir el resultat de 0,33, emprarem per al càlcul un coeficient superior $K_c = 0,5$, la qual cosa implica que el nostre Q_c serà de:

$$Q_c = Q \cdot K_c = 0,6 \text{ l/s}$$

11.4.2 Diàmetre dels diferents trams

S'ha dividit la instal·lació en diferents trams, segons el petit esquema il·lustrat en la *Figura 17*. L'objectiu és poder calcular el diàmetre necessari de cada tram segons el cabal d'aigua que hagi de subministrar.



DERIVACIONS APARELL	APARELL
D-D1	INODOR HOMES TALLER
D-D2	INODOR HOMES OFICINA
E-E1	LAVABO HOMES TALLER
E-E2	LAVABO HOMES OFICINA
G-G1	DUTXA DONES
G-G2	DUTXA HOMES
H-H1	LAVABO DONES TALLER
H-H2	LAVABO DONES OFICINA
I-I1	INODOR DONES TALLER
I-I2	INODOR DONES OFICINA

Fig. 17. Esquema circuit AFS

Per al dimensionat dels diferents trams de la instal·lació, partirem de les següents dades:

- La velocitat de càlcul serà $v = 1,5 \text{ m/s}$, complint d'aquesta manera l'exigència del CTE-HS4, apartat 4.2.1, que demana que la velocitat de l'aigua en canonades termoplàstiques ha d'estar compresa entre 0,5 i 3,5 m/s
- El cabal de càlcul serà el calculat anteriorment: $Q_c = 0,6 \text{ l/s}$

Es calcularan els diferents diàmetres de cada tram segons la següent expressió:

$$Q = v \cdot A \Rightarrow Q = v \cdot \left(\pi \cdot \frac{d^2}{4} \right) \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}}$$

Cal tenir en compte que no tots els trams de la instal·lació subministraran el mateix cabal (això implica, no només diferents cabals de càlcul per a cada tram, sinó diferents factors de simultaneïtat K). També s'hauran de comparar els resultats obtinguts del càlcul amb els diàmetres mínims que exigeix el CTE, exposats en les Figures 18 i 19.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20

Fig. 18. Diàmetre mínim de derivacions a aparells (Font: CTE DB-HS4)

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	$\frac{1}{2}$
	50 - 250 kW	$\frac{3}{4}$
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 $\frac{1}{4}$

Fig. 19. Diàmetre mínim d'alimentació (Font: CTE)

Els resultats obtinguts es mostren a la *Taula 7*.

Taula 7. Diàmetres de disseny dels diferents trams del circuit.

TRAM	Qc (l/s)	D _c (mm)	D _{min} (mm)	D _{disseny} (mm)
A-B	0,6	22,57	25	25
B-C	0,6	22,57	20	25
C-D	0,6	22,57	20	25
D-E	0,5	20,60	20	25
E-F	0,4	18,43	20	20
F-G	0,4	18,43	20	20
F-H	0,24	14,27	20	20
H-I	0,2	13,03	20	20
D-D1	0,1	9,21	12	12
D-D2	0,1	9,21	12	12
E-E1	0,1	9,21	12	12
E-E2	0,1	9,21	12	12
G-G1	0,2	13,03	12	16
G-G2	0,2	13,03	12	16
H-H1	0,1	9,21	12	12
H-H2	0,1	9,21	12	12
I-I1	0,1	9,21	12	12
I-I2	0,1	9,21	12	12

11.4.3 Pèrdues de càrrega

Un cop obtinguts els diàmetres, passarem a calcular les pèrdues de càrrega en les canonades, per comprovar que es compleix l'exigència del CTE-HS4, apartat 2.1.3, que demana que la pressió en els punts de consum no sigui inferior a:

- 100 kPa per aixetes comuns
- 150 kPa per fluxors i escalfadors

Per al càlcul de les pèrdues de càrrega en les diferents canonades, s'ha utilitzat l'àbac de càlcul presentat a la *Figura C-1* de l'*Annex C*.

Per a comprovar que les pèrdues de càrrega, permeten a la instal·lació complir les exigències de pressió mínima en els punts de consum expressats anteriorment, es prendrà com a tram d'estudi, el més desfavorable de tots, en el cas que ens ocupa el tram que va fins a la dutxa dels lavabos d'homes, sigui: X-G2. Per al càlcul s'ha establert la velocitat real de circulació de l'aigua per a cadascun dels trams i s'ha calculat la secció de cada tram en funció del diàmetre de disseny.

Amb l'ajut de l'àbac adjuntat a l'*Annex C*, obtenim, a partir de la velocitat de l'aigua i del cabal que circula per cada tram, les pèrdues de càrrega en *mm.c.a / m*. Multiplicant el valor obtingut, per la llargada de cadascun dels trams, i sumant-hi, en els casos dels muntants, el valor dels *mm.c.a* corresponent a la diferència d'alçades entre l'inici i el final del tram, obtindrem la pèrdua de càrrega total en aquell tram.

A la *Taula 8* s'hi mostren els resultats obtinguts.

Taula 8. Pèrdues de càrrega totals en els diferents trams.

TRAM	L (m)	Qc (l/s)	Δh (m)	D (mm)	A (mm ²)	v (m/s)	ΔP (mm.c.a)/m	ΔP (mm.c.a)
X-A	4	0,6	0	25	490,87	1,22	80	320
A-B	2	0,6	0	25	490,87	1,22	80	160
B-C	3	0,6	3	25	490,87	1,22	80	3240
C-D	0,2	0,6	0	25	490,87	1,22	80	16
D-E	0,8	0,5	0	25	490,87	1,02	50	40
E-F	0,9	0,4	0	20	314,16	1,27	100	90
F-G	1,9	0,4	0	20	314,16	1,27	100	190
G-G2	1	0,2	0	16	201,06	0,99	80	80

Observem que la pèrdua de càrrega en el tram més desfavorable, pel que fa al fregament de l'aigua amb les parets interiors de la canonada és de:

$$\Delta P = \sum \Delta P_i = 4136 \text{ mm.c.a} = 40,56 \text{ kPa}$$

Un cop obtingut el que anomenem pèrdues majors, ens falta només afegir-hi les pèrdues menors degut a la pèrdua de càrrega en els diferents accessoris, tals com colzes, vàlvules,... Aquest valor s'estimarà (segons l'apartat 4.2.2 del CTE-HS4) en un 30 % del valor total de pèrdues majors. Així doncs, les pèrdues totals en el tram més desfavorable X-G2 serà:

$$\Delta P_T = \Delta P + 30 \% = 52,72 \text{ kPa}$$

La pressió de subministrament de la companyia serà de 3 bar (300 kPa), per tant, en el punt de consum més desfavorable, la pressió serà de 247,28 kPa. D'aquesta manera es supera els límits mínims imposats pel CTE-HS4, apartat 2.1.3, i no es supera el límit màxim de 500 kPa en cap punt del circuit. Amb aquests resultats obtinguts, podem descartar la necessitat d'instal·lació de grups de pressió.

11.5 Disseny de la instal·lació d'ACS

Per a l'obtenció d'aigua calenta per a ús sanitari (d'ara endavant ACS) s'utilitzarà un sistema convencional d'escalfament per efecte Joule, i un sistema d'aprofitament de l'energia solar per mitjà de captadors solars.

Es dissenyaran els dos sistemes independentment, és a dir, que dissenyarem el sistema convencional com si fos l'única font per a l'obtenció del cabal necessari a la temperatura necessària, i tot seguit, es dissenyarà la instal·lació dels captadors solars tenint en compte les exigències del CTE-HE4 en quan a "Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària".

Procedirem doncs, de la mateixa manera que per al càlcul de la instal·lació d'AFS.

11.5.1 Cabal de càlcul

Tal i com anteriorment hem fet per al càlcul i dimensionat de la instal·lació d'AFS, procedirem a calcular el cabal de càlcul per a la instal·lació d'ACS. Ens basarem en la *Figura 15* de l'*Apartat 11.4* del present capítol. Els resultats són els expressats a la *Taula 9*.

Taula 9. Aparells de consum d'ACS instal·lats

APARELLS CONSUM	UNITATS	CABAL INSTANTANI ACS (l/s)
LAVABOS	4	0,065
DUTXES	2	0,10

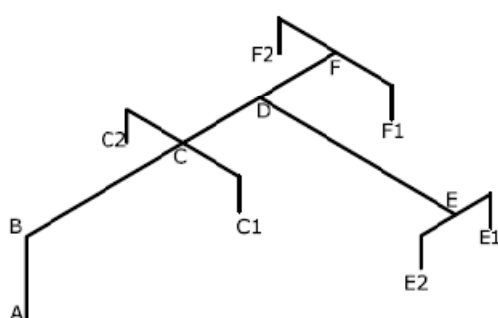
El cabal total necessari serà la suma dels cabals unitaris de cadascun dels diferents aparells de consum multiplicat pel coeficient de simultaneïtat corresponent, calculat com en el cas de la instal·lació AFS, segons la *Figura 16* de l'*Apartat 11.4* del present capítol:

$$Q_c = \sum Q_i \cdot K = 0,46 \cdot 0,5 = 0,23 \text{ l/s}$$

11.5.2 Diàmetre dels diferents trams

En aquest cas, la instal·lació d'ACS pròpiament dita es considerarà a partir de la sortida de l'acumulador, ja que com és lògic, les tuberies que alimenten l'acumulador formaran part encara de la instal·lació d'AFS.

Com en el cas anterior, s'ha dividit la instal·lació en diferents trams, tal i com es mostra a la *Figura 20*.



DERIV. APARELL	APARELL
C-C1	LAVABO HOMES TALLER
C-C2	LAVABO HOMES OFICINA
E-E1	DUTXA DONES
E-E2	DUTXA HOMES
F-F1	INODOR DONES TALLER
F-F2	INODOR DONES OFICINA

Fig. 20. Esquema circuit ACS.

Els resultats són els expressats a la *Taula 10*. Un cop calculat el diàmetre de càlcul D_c , s'ha comparat aquest amb el diàmetre mínim D_{min} exigint i s'ha optat pel diàmetre definitiu o diàmetre de disseny $D_{disseny}$:

Taula 10. Diàmetres de disseny dels diferents trams del circuit.

TRAM	Q_c (l/s)	D_c (mm)	D_{min} (mm)	$D_{disseny}$ (mm)
AB	0,28	15,31	20	20
BC	0,28	15,31	25	25
CD	0,20	12,96	20	20
DE	0,20	13,03	20	20
EF	0,13	10,50	20	20
C1	0,07	7,43	12	12
C2	0,07	7,43	12	12
E1	0,10	9,21	12	12
E2	0,10	9,21	12	12
F1	0,07	7,43	12	12
F2	0,07	7,43	12	12

11.5.3 Pèrdues de càrrega

Un cop obtinguts els diàmetres, passem a calcular les pèrdues de càrrega en les canonades, amb el mateix procediment emprat en la instal·lació d'AFS, és a dir, escollirem el recorregut més desfavorable (en el cas d'ACS serà el tram A-E2), calcularem la velocitat i el cabal reals a cada tram, entrarem amb els resultats obtinguts a l'àbac de càlcul de la *Figura C-2* de l'*Annex C* per a l'obtenció de les pèrdues de càrrega unitàries, i un cop obtingudes i sabent la llargada de cada tram, obtindrem les pèrdues de càrrega majors. Un cop sumades les pèrdues majors i menors comprovarem les exigències de pressió mínima en els punts de consum, i de pressió màxima en qualsevol punt del circuit, estipulades en el CTE-HS4.

Els resultats són els expressats en la *Taula 11*. Tal i com hem fet en la instal·lació d'AFS, en el muntant A-B haurem de sumar, a les pèrdues de càrrega unitàries obtingudes, les pèrdues per diferència d'altura (en aquest cas 1 m).

Taula 11. Pèrdues de càrrega totals en els diferents trams.

TRAM	L (m)	Qc (l/s)	Δh (m)	D (mm)	A (mm ²)	v (m/s)	ΔP (mm.c.a)/m	ΔP (mm.c.a)
A-B	1	0,28	1	20	314,16	0,88	50	1050
B-C	3,5	0,28	0	25	490,87	0,56	20	70
C-D	0,9	0,20	0	20	314,16	0,63	30	27
D-E	1,9	0,20	0	20	314,16	0,64	40	76
E-E2	1	0,10	0	12	113,10	0,88	100	100

Les pèrdues totals en el tram estudiat seran:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_i = 1323 \text{ mm.c.a} = 12,97 \text{ kPa}$$

$$\Delta P_T = \Delta P + 30 \% = 16,86 \text{ kPa}$$

Regulant la pressió de servei de l'acumulador a 250 kPa, obtindrem una pressió mínima en els aparells de consum de 233,24 kPa, complint amb la pressió mínima exigida en els punts de consum pel CTE-HS4 i no superant el màxim admissible de 500 kPa en cap punt de la instal·lació.

Un cop dimensionat el sistema de canonades ens faltará el disseny i càlcul del sistema d'obtenció d'ACS pròpiament dit. Com s'ha explicat en la introducció, s'utilitzarà un sistema d'aprofitament de l'energia solar, complementat amb un sistema d'escalfament per efecte Joule. Ambdós sistemes queden descrits i dimensionats en el *Capítol 12*.

11.6 Càlcul de la instal·lació per les BIEs

Per al càlcul de la instal·lació d'aigua per a l'abastament de les boques d'incendi equipades, s'han seguit els passos indicats en l'article tècnic de la secretaria tècnica del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB), que trobarem en la *Figura C-3* de l'*Annex C*.

11.6.1 Consideracions prèvies

Abans de començar el disseny pròpiament dit, cal tenir presents les següents dades:

- S'utilitzaran mànegues de 45 mm de diàmetre, les quals necessiten un cabal definit per norma de 225 l/min i una pressió de funcionament a la punta de llança de 3.5 kg/cm².
- Les pèrdues de càrrega un cop l'aigua ha arribat a l'entrada de l'equip, fins que arriba a la punta de llança, en mànegues de 45 mm de diàmetre, s'estimen entre 1.5 i 2 kg/cm².

- La velocitat de l'aigua en els muntants mai superarà els 3 m/s i en les derivacions no superarà en cap cas els 6 m/s.
- L'article tècnic del CETIB disposa d'una taula d'on s'han obtingut els valors de cabal màxim a una determinada velocitat i diàmetre, i la constant hidràulica de les canonades.
- L'escomesa només comptarà amb dues claus de pas general (una a l'exterior i una a l'interior de la propietat) que romandran obertes sempre. No disposarà de comptador.
- El càlcul de la instal·lació es realitzarà considerant només 2 BIEs en funcionament simultani, això implica que el cabal de càlcul total serà de 450 l/min.

11.6.2 Càlcul de les pèrdues de càrrega i diàmetre dels trams

Per al càlcul de les pèrdues de càrrega s'ha utilitzat la següent equació:

$$P = Q^{1.85} \cdot K \cdot L_T$$

on:

- P = pèrdues de càrrega en kg/cm².
- K = constant hidràulica de la canonada.
- Q = Cabal en l/min
- L_T = Longitud total de la canonada en m ([longitud canonada] + [longitud equivalent accessoris])

La *Taula 12* ens mostra els valors de longitud equivalent en metres d'alguns dels accessoris més usats.

Taula 12. Diàmetres equivalents accessoris.

DIÀMETRE (")	COLZES 90'	TES	CLAU DE PAS
3/8	0.40	0.20	1.40
1/2	0.50	0.30	1.70
3/4	0.60	0.50	2.30
1	0.80	0.65	2.85
1 1/4	1.00	0.85	3.70
1 1/2	1.30	1.00	4.70
2	1.70	1.30	5.75
2 1/2	1.90	2.00	6.90
3	2.00	2.30	8.40
4	2.20	3.00	11.10
5	2.90	4.00	12.80
6	4.00	5.00	15.40

El càlcul de les pèrdues de càrrega i els diàmetres dels diferents trams queden justificats en l'Apartat C.2 de l'Annex C.

A la *Taula 13* s'observen els diferents trams amb els respectius diàmetres i pèrdues de càrrega. A la *Figura 21* veiem un petit esquema de la instal·lació.

Taula 13. Pèrdues de càrrega del diferents trams.

TRAM	L (m)	L _{eq} (m)	LT (m)	D (")	K	Q (l/min)	P (kg/cm ²)	Δh (m)
A-B	4	9,4	13,4	1"1/2	1,10E-06	450	1,19	0
B-C	3	3,9	6,9	2"1/2	9,69E-08	450	0,35	3
C-D	56	3	58	1"1/4	2,30E-06	225	3,00	0
C-E	2	1	3	1"1/2	1,10E-06	450	0,27	0
E-F	15	2	17	1"1/4	2,30E-06	225	0,88	0
E-G	76	3	79	1"1/4	2,30E-06	225	4,08	0

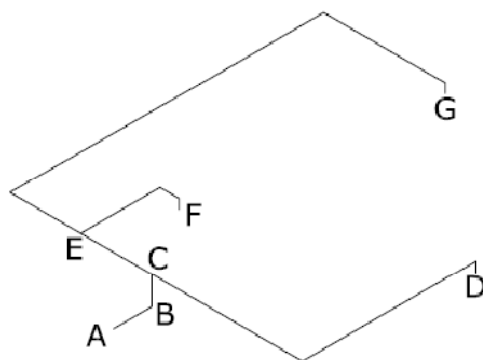


Fig. 21. Esquema instal·lació BIEs.

S'observa doncs que el tram més desfavorable pel que fa a les pèrdues de càrrega és el E-G. Per al càlcul de la pressió de subministrament necessària cal sumar a les pèrdues del tram E-G, les pèrdues del ramal C-E, les pèrdues del muntant B-C, les pèrdues de l'escomesa A-B i les pèrdues en la vàlvula i mànega de la BIE (2 kg/cm²). El resultat és una pèrdua de càrrega de 8,19 kg/cm².

Amb els càlculs obtinguts i considerant les característiques de la instal·lació, la pèrdua de càrrega és excessiva. Intentarem disminuir les pèrdues de càrrega, augmentant els diàmetres de les canonades dels trams crítics:

- El tram A-B passarà a ser de diàmetre 2"
- El tram E-G passarà a ser de diàmetre 1"1/2
- El tram C-D passarà a ser de diàmetre 1"1/2

Amb aquestes modificacions, la taula anterior quedarà tal i com mostra la *Taula 14*.

Taula 14. Pèrdues de càrrega corregida dels diferents trams.

TRAM	L (m)	L eq (m)	LT (m)	D (")	K	Q (l/min)	P (kg/cm ²)	Δh (m)
A-B	4	11,5	15,5	2"	3,45E-07	450	0,43	0
B-C	3	3,9	6,9	2"1/2	9,69E-08	450	0,35	3
C-D	56	3,9	59,9	1"1/2	1,10E-06	225	1,48	0
C-E	2	1	3	1"1/2	1,10E-06	450	0,27	0
E-F	15	2	17	1"1/4	2,30E-06	225	0,88	0
E-G	76	3,9	79,9	1"1/2	1,10E-06	225	1,97	0

Així doncs, hem aconseguit reduir la pèrdua de càrrega en els trams més desfavorables en 2,87 kg/cm². Per tant les pèrdues en el tram més crític seran de 5,32 kg/cm². L'equivalent en *bar* serà de 5,21 bar.

Tenint en compte que la pressió a punta de llança ha de ser de 3,4 bar (3,5 kg/cm²), es demanarà a la companyia subministradora un cabal de 450 l/min a una pressió de 9 bar. La companyia subministradora s'encarregarà de l'elecció i instal·lació de la bomba necessària per tal de satisfer les necessitats de pressió calculades.

11.7 Evacuació d'aigües

11.7.1 Consideracions generals d'evacuació

El sistema d'evacuació d'aigües té com a objectiu evacuar les aigües residuals procedents dels serveis, i les aigües pluvials recollides a la coberta de la nau. Els col·lectors del recinte desaiguaran per gravetat, en l'arqueta general que constitueix el punt de connexió entre la instal·lació d'evacuació i la xarxa pública de clavegueram.

11.7.2 Xarxa d'evacuació d'aigües residuals

1. Derivacions individuals

Els aparells de consum de la nostra instal·lació d'aigua són exclusivament els que componen els serveis de les oficines i de la zona industrial.

En la *Taula 15* es mostra el càlcul de les unitats de desaigua corresponents a cadascun dels diferents aparells de consum així com el diàmetre mínim tant del sifó com de les derivacions individuals fins als ramals col·lectors. Per fer-ho hem utilitzat les dades de la *Figura 22*.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación Individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	-	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Fig.22. Unitats de desaigua corresponents als diferents aparells. (Font: CTE)

Tenint en compte que cap de les derivacions individuals tindrà més d'1,5 metres de llarg (apartat 4.1.1.1 CTE-HS5), els resultats obtinguts són els de la *Taula 15*.

Taula15. UD i diàmetre derivacions individuals.

APARELLS	UNITATS	UD/UNITAT	UD	D (mm)
LAVABO	4	2	8	40
INODOR	4	5	20	100
DUCHA	2	3	6	50

Observem que el número total d'unitats de desaigua serà de 34 UD.

2. Ramals col·lectors

En el cas que ens ocupa tindrem dos ramals col·lectors. El primer recollirà les aigües de les 2 dutxes; el segon recollirà les aigües dels 4 inodors i els 4 lavabos, i del primer ramal. Els anomenarem RAMAL 1 i RAMAL 2 i per al seu dimensionat ens basarem en la *Figura 23*.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Fig. 23. Diàmetre mínim ramals colectors. (Font: CTE)

Els ramals s'instal·laran amb una inclinació del 2 %. Els resultats obtinguts es mostren a la *Taula 16*.

Taula 16. UD i diàmetre ramals colectors.

RAMAL	UD	D (mm)
1	6	50
2	34	90

Al estar tota la instal·lació ubicada en planta baixa, no hi haurà baixants per a la xarxa d'evacuació d'aigües residuals.

3. Col·lectors horitzontals

Per al dimensionat de l'únic col·lector horitzontal del que constarà la nostra instal·lació i que unirà el RAMAL 2 amb la xarxa de clavegueram ens basarem en la *Figura 24*.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Fig. 24. Diàmetre col·lectors horitzontals en funció de les UD. (Font: CTE)

Tenint en compte que s'instal·laran els col·lectors amb una pendent del 2% , el diàmetre escollit per al col·lector únic serà de 90 mm.

11.7.3 Xarxa d'evacuació d'aigües pluvials

El primer pas serà veure, gràcies a les *Figures 25 i 26* quina intensitat pluviomètrica existeix en la ubicació de la nau industrial d'estudi, situada a la ciutat de Figueres.

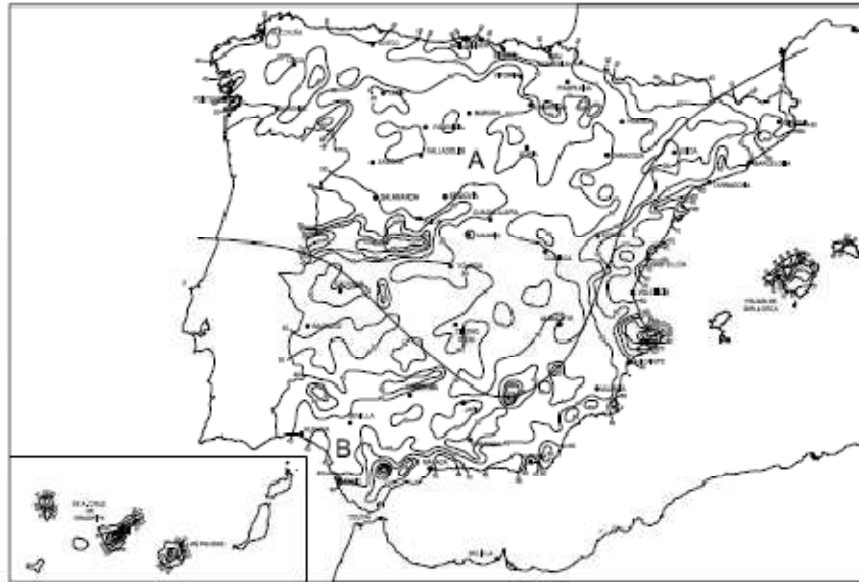


Fig. 25. Mapa d'isohietes i zones pluviomètriques. (Font: CTE)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Fig. 26. Intensitat pluviomètrica. (Font: CTE DB-HS5)

Analitzant la figura s'observa que Figueres està situat en la ZONA B sobre la isohieta 50, la qual li correspon una intensitat pluviomètrica de 110 mm/h.

Amb aquesta dada, entrarem a les taules de càlcul del CTE-HS5, i corregirem les dades obtingudes amb un factor f tal que:

$$f = i/100 = 1,1$$

1. Canalons

En el nostre cas, la coberta inclinada evacuarà directament l'aigua als canalons de secció semicircular que, basant-nos en la *Figura 27* i, tenint en compte que cada un haurà de servir a una superfície de 650 m², i que un cop aplicat el factor de correcció f es transforma en una superfície de càlcul de 715 m², ens dóna el resultat d'un diàmetre nominal de 250 mm amb una pendent del 4 %.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Fig. 27. Diàmetre canaló per un règim pluviomètric de 100 mm/h. (Font: CTE)

2. Baixants d'aigües pluvials

S'optarà per instal·lar 2 baixants d'aigües pluvials (col·locats en cantonades oposades de la nau) de manera que cada un servirà a una superfície de 1150 m², que un cop corregida serà una superfície de càlcul de 1265 m². Amb aquesta dada, i basant-nos en la *Figura 28*, escollirem un diàmetre nominal dels baixants de 160 mm.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Fig. 28. Diàmetre baixants per règim pluviomètric de 100 mm/h. (Font: CTE)

3. Col·lectors d'aigües pluvials

Finalment, per a l'elecció del diàmetre nominal del col·lector d'aigües pluvials, que recollirà l'aigua dels 2 baixants, partirem de la base que la superfície servida serà de 2300 m², equivalent a 2580 m² un cop aplicat el factor de correcció *f*. Entrant amb aquesta dada a la *Figura 29*, escollirem un diàmetre nominal de 250 mm, amb una pendent del 2%.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Fig. 29. Diàmetres col·lectors aigües pluvials. (Font: CTE)

CAPÍTOL 12:

DISSENY DEL SISTEMA

D'OBTENCIÓ D'ACS

Tal i com s'ha explicat en el *Capítol 11*, s'haurà de dotar el recinte d'un sistema d'obtenció d'aigua calenta per a ús sanitari per alimentar els diferents aparells de consum ubicats als serveis. Per fer-ho, s'utilitzarà un sistema solar que obtindrà l'energia necessària gràcies a un sistema de captadors solars instal·lats sobre la coberta de la nau, i d'un sistema auxiliar (en aquest cas, un termo elèctric) que s'encarregarà de suplementar el sistema de captadors quan les condicions climatològiques així ho requereixin.

12.1 Normativa aplicable

Per al disseny i dimensionat del sistema d'obtenció d'ACS s'han seguit els passos i les exigències que marca el Codi Tècnic de l'Edificació en el document bàsic CTE DB-HE4.

12.2 Demanda d'ACS

El primer pas serà calcular la demanda estimada d'aigua calenta a la temperatura d'acumulació, que en el cas que ens ocupa fixarem a 60 °C. Ens ajudarem de les dades facilitades per el CTE-HS4, representades en la *Figura 30*.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Fig.30. Demanda de referencia a 60°C. (Font: CTE)

En el nostre cas (FÀBRICA / TALLER), la demanda estimada d'ACS a 60°C será:

$$D_{60^{\circ}\text{C}} = 15 \text{ (l/persona)/dia} \cdot 15 \text{ persones} = 225 \text{ l / dia}$$

12.3 Sistema auxiliar

Per a l'elecció del sistema convencional d'escalfament d'aigua per efecte Joule, s'ha analitzat el tipus de consum que hi haurà a la fàbrica. La realitat és que la major part del consum en dutxes serà un cop s'haurà acabat la jornada laboral, tot i que cal tenir en compte que una part important del personal treballa en el sector d'oficines i per tant, excepte dies excepcionals, no faran ús de les dutxes. El consum més gran d'ACS es produirà per tant, a última hora del dia, amb la qual cosa el sistema solar haurà tingut temps d'aprofitar quasi tota la radiació solar rebuda durant la major part d'hores de llum del dia. Als lavabos (rentamans), el consum serà constant al llarg de tot el dia, però no suposa una demanda molt elevada, i en tot cas, al no ser una demanda concentrada en un curt període de temps, el doble sistema d'escalfament d'aigua (solar-elèctric) tindrà temps d'escalfar l'aigua a la temperatura desitjada.

Després d'aquest petit anàlisi hem optat per a la instal·lació d'un acumulador d'aigua lligat al circuit primari d'energia solar a través d'un serpentí intercanviador, i auxiliat per una resistència elèctrica que actuarà com a sistema auxiliar per a l'obtenció d'ACS per efecte Joule. L'acumulador tindrà una capacitat de 300 l i una resistència elèctrica de 2,5 kW controlada per un sistema automatitzat per tal d'evitar grans pèrdues energètiques i aprofitar al màxim l'energia obtinguda a través del sistema de captadors solars. El sistema escollit serà l'acumulador AS 300-2E de la casa BAXIROCA, amb una resistència auxiliar RC-31/25 (veure Figura D-2 de l'Annex D)

12.4 Sistema d'aprofitament d'energia solar

Per al càlcul i dimensionat de la instal·lació, seguirem els passos i les exigències marcades en el CTE-HE4.

Primer de tot definirem la zona climàtica a la qual pertany la nostra àrea d'estudi, és a dir, la ciutat de Figueres (província de Girona).

Tal i com podem veure a la *Figura 31*, Figueres quedaria ubicada dins la ZONA CLIMÀTICA III.

Un cop obtinguda aquesta característica podem passar a veure quina és la contribució solar mínima que ens exigeix el CTE-HS4, concretament en les dades proporcionades per la *Figura 32*.

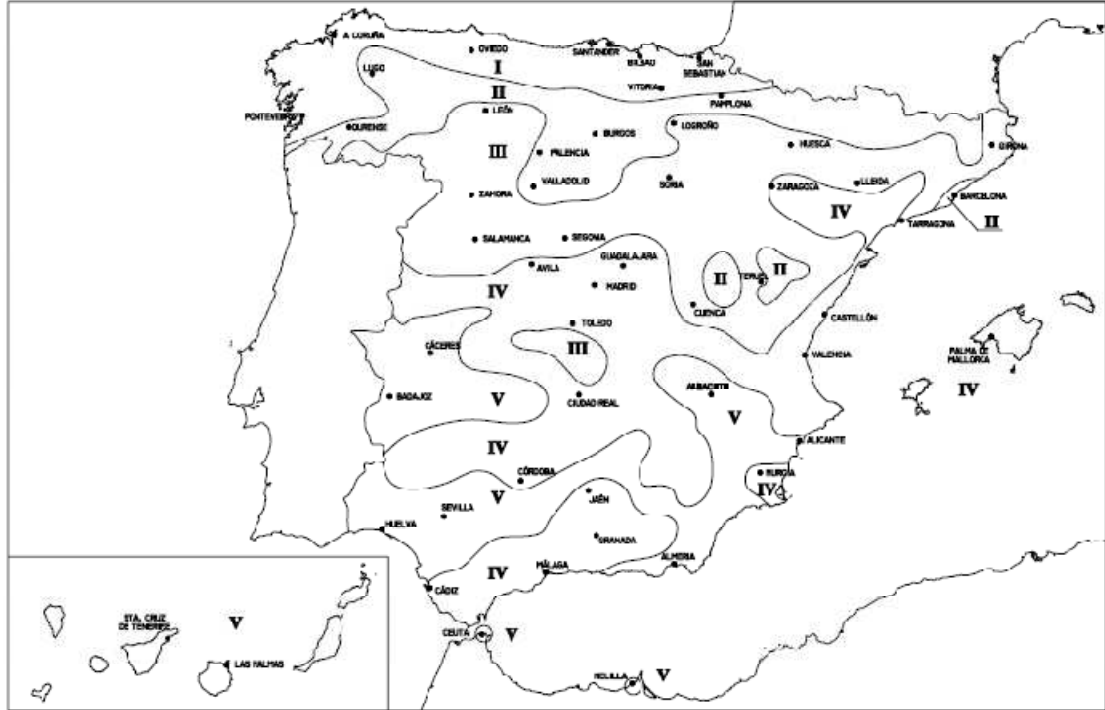


Fig. 31. Zones climàtiques (Font: CTE)

Demanda total de ACS del edifici (l/d)	Zona climàtica				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Fig. 32 Contribució solar mínima en %. Cas EFECTE JOULE. (Font: CTE)

En el nostre cas prendrem en consideració que l'energia auxiliar serà generada per efecte Joule, i que la demanda d'ACS diària calculada anteriorment serà de 225 l/dia. Amb aquestes dos dades, observem que la contribució solar mínima exigida serà d'un 70 %, entenent aquesta, com la fracció entre l'energia solar aportada, i la demanda energètica anual.

Abans de procedir amb el càlcul pròpiament dit, descriurem una sèrie de paràmetres geomètrics i climàtics, que seran la base del dimensionat de la instal·lació:

- *Orientació captadors*: queda definida per l'angle d'azimut α , o angle entre la projecció sobre el pla horitzontal de la normal a la superfície del mòdul i el meridià del lloc en qüestió. En el cas que ens ocupa, els captadors estaran orientats cap al sud, amb la qual cosa l'angle d'azimut α serà 0° .
- *Inclinació captadors*: queda definida per l'angle d'inclinació β , o angle que forma la superfície dels mòduls amb el pla horitzontal. En el nostre cas serà de 41° .

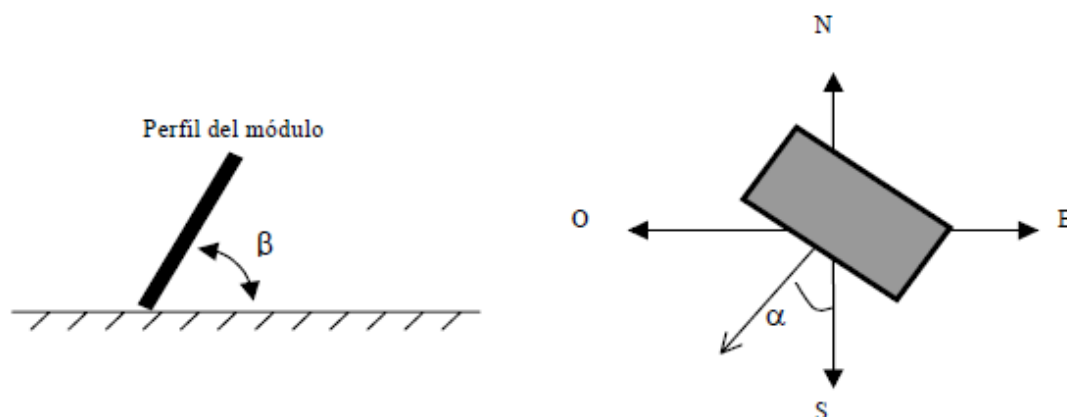


Fig. 33. Orientació i inclinació dels mòduls. (Font: CTE)

Amb aquestes dos dades podem calcular les pèrdues per inclinació en la nostra instal·lació. Es podran desestimar les pèrdues per ombres, ja que a la zona industrial on està ubicada la nau, no hi haurà cap element a tenir en compte que generi ombres a la zona on estaran instal·lats els captadors solars.

En el cas de les pèrdues per inclinació, entrarem a la *Figura 34* amb les dades de l'angle d'azimut α i l'angle d'inclinació β descrits anteriorment.

Observem que la línia de tall correspon a la zona amb pèrdues mínimes d'entre el 0 i el 5 %. Amb aquest resultat, considerarem les pèrdues per inclinació despreciables.

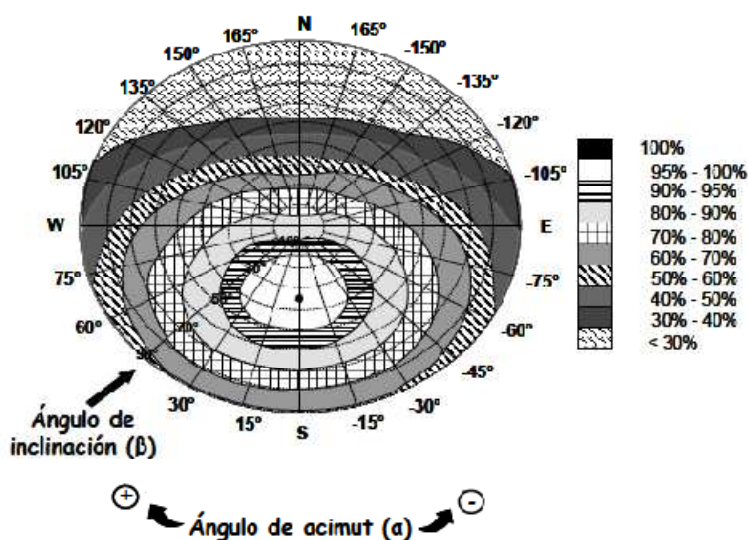


Fig. 34. % d'energia respecte al màxim, degut a les pèrdues. (Font: CTE)

La *Taula 17* ens mostra, segons el mes de l'any els paràmetres descrits a continuació:

- T_f ($^{\circ}\text{C}$): Temperatura mitja mensual de l'aigua freda procedent de la xarxa de subministrament. (*Font: ASIT*)
- T_a ($^{\circ}\text{C}$): Temperatura mitja mensual de l'ambient (*Font: ASIT*)
- H ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{dia}$): Radiació mitja diària suposant l'orientació α i un angle d'inclinació β dels captadors de 41° (*Font: Atles radiació Catalunya*)
- H ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dia}$): Obtingut del canvi d'unitats $1\text{MJ} = 1/3,6 \text{ kWh}$

Taula 17. Paràmetres segons el mes de l'any.

	TEMPERATURES		RADIACIÓ	
MES	T_f ($^{\circ}\text{C}$)	T_a ($^{\circ}\text{C}$)	H ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{dia}$)	H ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dia}$)
GEN	8	6,8	11,53	3,20
FEB	9	7,9	14,16	3,93
MAR	10	9,8	17,11	4,75
ABR	11	11,6	19,28	5,36
MAI	14	15,4	20,22	5,62
JUN	16	19,4	20,42	5,67
JUL	19	22,8	20,18	5,61
AGO	18	22,4	19,32	5,37
SET	17	19,9	17,32	4,81
OCT	14	15,2	14,25	3,96
NOV	10	10,2	11,39	3,16
DES	9	7,7	9,94	2,76

D'altra banda, caldrà tenir en compte que no tots els mesos de l'any tenen ni els mateixos dies, ni les mateixes hores de llum. A la *Taula 18* es mostren aquestes variants.

Amb l'obtenció dels paràmetres descrits en aquest apartat, estem en condicions de començar el càlcul dels paràmetres energètics que ens duran a l'elecció del sistema de captació.

Taula 18. Hores solars segons el mes de l'any. (Font: ASIT)

MES	DIES	HORES SOLARS (h)
GEN	31	8
FEB	28	9
MAR	31	9
ABR	30	9,5
MAI	31	9,5
JUN	30	9,5
JUL	31	9,5
AGO	31	9,5
SET	30	9
OCT	31	9
NOV	30	8
DES	31	7,5

12.4.1 Càlcul de la demanda d'energia tèrmica

Per al càlcul de la demanda d'energia tèrmica per a l'obtenció d'ACS s'utilitzarà l'expressió:

$$DE_{acs} = V_{acs} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_c - T_f)$$

on:

- DE_{acs} : demanda energètica mensual (J)
- V_{acs} : volum d'aigua demandada (m³)
- ρ : densitat de l'aigua = 1000 kg/m³
- c_p : calor específic de l'aigua = 4187 J/(kg · °C)
- T_c : temperatura d'acumulació de l'aigua (°C)
- T_f : temperatura de l'aigua procedent de la xarxa (°C)

Els resultats es mostren a la *Taula 19*.

Un cop calculada la demanda d'energia per a l'obtenció d'ACS, haurem d'escollir el nostre captador solar i comprovar que la instal·lació compleix amb totes les exigències de la normativa, en aquest cas el CTE-HE4.

Taula 19. Demanda energètica en kWh.

MES	T_f (°C)	T_c (°C)	DIES	$Q_{60^\circ\text{C}}$ (l/dia)	DE_{acs} (MJ)	DE_{acs} (kWh)
GEN	8	60	31	225	1518,62	421,84
FEB	9		28		1345,28	373,69
MAR	10		31		1460,22	405,62
ABR	11		30		1384,85	384,68
MAI	14		31		1343,40	373,17
JUN	16		30		1243,54	345,43
JUL	19		31		1197,38	332,60
AGO	18		31		1226,58	340,72
SET	17		30		1215,28	337,58
OCT	14		31		1343,40	373,17
NOV	10		30		1413,11	392,53
DES	9		31		1489,42	413,73

12.4.2 Elecció del captador i càlcul del rendiment mensual

Per a la instal·lació que ens ocupa s'ha escollit un captador de la casa ASTERSA, concretament el model AT-026, les característiques del qual es mostren a la *Figura D-1* de l'Annex D

Anem a veure doncs quines són les principals característiques del captador per veure si en tenim prou per a complir amb les exigències mínimes del CTE-HE4.

Per el càlcul del rendiment del captador utilitzarem l'expressió:

$$\eta = F_r \cdot (\tau \cdot \alpha)_n - \frac{F_r \cdot U_L \cdot (T_c - T_f)}{I_T}$$

on:

- $F_r \cdot (\tau \cdot \alpha)_n$: coeficient òptic = 0,748
- $F_r \cdot U_L$: factor de pèrdues = 3,718 W/(m²·K)
- T_c : temperatura d'acumulació (°C)
- T_f : temperatura aigua procedent de la xarxa (°C)
- I_T : intensitat de radiació (W/m²)

Multiplicant la radiació incident en un dia, per les hores de llum per dia, obtindrem el valor I_T . Els resultats es mostren a la *Taula 20*.

Cal dir que el rendiment del captador ha estat corregit aplicant al valor del coeficient òptic, un factor de correcció de 0,96. D'aquesta manera es volen tenir en compte factors no valorats pel fabricant a l'hora de donar els paràmetres del

rendiment, tals com la contaminació atmosfèrica o l'envelliment i/o brutícia de la superfície del captador.

Taula 20. Rendiment mensual del captador solar.

MES	T_a (°C)	T_c (°C)	DIES	h_{lum}	H (kWh/m ² /dia)	I_T (W/m ² /dia)	η
GEN	6,8	60	31	8	3,20	400,35	0,22
FEB	7,9		28	9	3,93	437,04	0,27
MAR	9,8		31	9	4,75	528,09	0,36
ABR	11,6		30	9,5	5,36	563,74	0,40
MAI	15,4		31	9,5	5,62	591,23	0,44
JUN	19,4		30	9,5	5,67	597,08	0,47
JUL	22,8		31	9,5	5,61	590,06	0,48
AGO	22,4		31	9,5	5,37	564,91	0,47
SET	19,9		30	9	4,81	534,57	0,44
OCT	15,2		31	9	3,96	439,81	0,34
NOV	10,2		30	8	3,16	395,49	0,25
DES	7,7		31	7,5	2,76	368,15	0,20

12.4.3 Càlcul de l'energia aportada pel captador

Un cop obtingut els valors de rendiment del captador per cada mes de l'any, podem calcular doncs, quina quantitat de l'energia incident H , serà aprofitada pel captador.

$$E_{ap} = H \cdot \eta$$

A la Taula 21, es mostren els resultats obtinguts.

On E_{ap} és l'energia aportada pel captador (per cada m² de superfície), resultat de multiplicar la radiació mitja diària per el rendiment i per la quantitat de dies de cada mes.

Multiplicant el valor de l'energia aportada pel captador, per cada m² de superfície d'aquest, obtenim el valor de l'energia total aportada pel nostre captador.

A partir d'aquí, calcularem la fracció solar, com a resultat de l'energia mínima aportada pels captadors, resultat de multiplicar la demanda anual d'ACS per la fracció solar exigida, en el nostre cas, del 70%. Els resultats es mostren a la Taula 22.

Taula 21. Càlcul de l'energia mensual aportada pel captador.

MES	H (kWh/m ² /dia)	η	Eap (kWh/m ² /dia)	Eap (kWh/m ² /mes)
GEN	3,20	0,22	0,72	22,24
FEB	3,93	0,27	1,08	30,27
MAR	4,75	0,36	1,73	53,73
ABR	5,36	0,40	2,14	64,09
MAI	5,62	0,44	2,46	76,19
JUN	5,67	0,47	2,64	79,17
JUL	5,61	0,48	2,71	84,05
AGO	5,37	0,47	2,53	78,29
SET	4,81	0,44	2,11	63,39
OCT	3,96	0,34	1,34	41,64
NOV	3,16	0,25	0,79	23,72
DES	2,76	0,20	0,55	17,12

Taula 22. Fracció solar mensual exigida.

MES	DEacs (kWh)	Fsolar (kWh)
GEN	421,84	295,29
FEB	373,69	261,58
MAR	405,62	283,93
ABR	384,68	269,28
MAI	373,17	261,22
JUN	345,43	241,80
JUL	332,60	232,82
AGO	340,72	238,50
SET	337,58	236,30
OCT	373,17	261,22
NOV	392,53	274,77
DES	413,73	289,61

12.4.4 Càlcul de la superfície de captació

Si dividim la suma de l'energia mínima que haurien d'aportar els captadors, entre la suma de l'energia real aportada per metre quadrat de superfície, obtindrem la superfície mínima de captació que haurà de tenir el nostre sistema:

$$S = \frac{\text{FRACCIÓ SOLAR ANUAL}}{\text{ENERGIA APORTADA PER m}^2} = \frac{3146,32}{633,9} = \mathbf{4,96 \text{ m}^2}$$

Sabem doncs, que la superfície mínima de captació haurà de ser de 4,96 m².

La superfície d'absorció del model de captador escollit és de 2,54 m². Si instal·lem dos unitats de captadors, la superfície de captació serà de 5,08 m², suficient per abastir la demanda. Comprovarem de totes maneres, quin serà el % d'energia aportada pel nostre sistema d'energia solar (veure *Taula 23*).

Taula 23. % d'energia real aportada pel captador.

MES	DEacs (kWh)	E'ap (kWh/mes)	%
GEN	421,84	112,99	0,27
FEB	373,69	153,77	0,41
MAR	405,62	272,93	0,67
ABR	384,68	325,55	0,85
MAI	373,17	387,07	1,04
JUN	345,43	402,20	1,16
JUL	332,60	426,97	1,28
AGO	340,72	397,74	1,17
SET	337,58	322,01	0,95
OCT	373,17	211,54	0,57
NOV	392,53	120,50	0,31
DES	413,73	86,96	0,21

L'aportació mitja anual serà d'un 74 %, complint amb l'exigència mínima d'un 70%. De totes maneres observem que els mesos de maig, juny, juliol i agost, tindrem un problema de sobreescalfament, que solucionarem tapant de forma parcial els captadors durant aquests 4 mesos. Amb aquesta mesura no només aconseguim reduir la superfície de captació, sinó que a més, quan el fluid caloportador circula per aquest tram tapat, actua com a refrigerador.

Per tapar els captadors durant els mesos de més radiació i evitar així sobreescalfaments en la instal·lació utilitzarem el sistema *kubertor*, dissenyat a mida per a cada tipus de captador. D'aquesta manera no només s'aconseguirà evitar sobreescalfaments sinó que a més, estarem allargant la vida útil de tot el sistema solar. Aquest sistema consta d'una lona retràctil accionada a distància, bé des de la mateixa centraleta de control del sistema, bé amb polsadors manuals.

CAPÍTOL 13:

INSTAL·LACIÓ DE

VENTILACIÓ

13.1 Consideracions prèvies

La ventilació en una nau industrial té com a objectiu mantenir l'aire interior en unes condicions adequades de puresa i temperatura, extraient l'aire viciat del recinte i, a la vegada, intriduint-hi aire net de l'exterior. En el cas que ens ocupa la ventilació serà mecànica, ja que serà afectuada mitjançant extractors i la corresponent ubicació d'obertures que permetin l'entrada d'aire.

13.2 Normativa aplicada

- Real Decret 486/1997 del 14 d'abril, que fixa les "Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball".
- Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE).
- Directiva 2003/10/CE, que fixa el nivell màxim admissible de pressió sonora en els llocs de treball.

13.3 Principis generals de ventilació

La idea bàsica és la d'extreure l'aire viciat del recinte i a la vegada introduir-hi aire nou. S'anomenarà ventilació mecànica quan aquesta es realitzi mitjançant ventiladors o extractors.

Els edificis amb ús industrial requereixen de ventilació permanent degut a l'activitat que s'hi du a terme. Qualsevol procés industrial genera una sèrie d'elements contaminants de l'aire (tals com pols, gasos, olors...) que poden ser nocius per a la salut dels treballadors. Aquests elements poden provenir de la manipulació i tractament de matèries primes, del funcionament de certa

maquinària o de la pròpia ocupació del recinte per part de persones (respiració, suor, ...). D'aquesta manera, la ventilació d'una nau industrial permet controlar la toxicitat i/o explosivitat de l'ambient de treball.

Per al disseny del sistema de ventilació s'hauran de tenir en compte diferents aspectes, tals com fer passar el màxim cabal d'aire per a les zones que generen més contaminació; evitar les anomenades zones de flux mort (zones amb risc de que l'aire hi quedi estancat i no es renovi); compensar les entrades i les sortides d'aire, evitant velocitats elevades d'aire que puguin ser perjudicials per al benestar dels treballadors, o situar correctament els extractors allunyats de les entrades d'aire per evitar que acabi entrant a la nau el mateix aire expulsat.

13.4 Dimensionat ventilació zona industrial

S'ha escollit un sistema de ventilació mecànica per depressió, és a dir, un extractor o sistema d'extractors expulsarà l'aire de l'interior de la nau directament a l'exterior. En aquest sentit s'ha tingut en compte que no hi ha edificis colindants que es puguin veure perjudicats per l'aire conaminat expulsat per l'extractor. D'aquesta manera es generarà una diferència de pressió entre l'interior i l'exterior de la nau. Gràcies a aquesta diferència de pressió, l'aire circularà a través de les obertures previstes al llarg de la nau, renovant d'aquesta manera l'aire extret per l'extractor.

Tenint en compte els requisits especificats en el Reial Decret 486/1997 del 14 d'abril, i en la *Taula 24*, la nau industrial objecte d'estudi, disposarà d'un sistema de ventilació capaç de realitzar 8 renovacions d'aire per hora, i les obertures d'entrada d'aire seran tals, que la velocitat del corrent d'aire generat no superarà en zones de treball els 0.25 m/s que exigeix el RITE com a velocitat màxima de l'aire en ambients no calorosos.

Taula 24. Renovacions per hora en diferents establiments.

ACTIVITAT	N / h	ACTIVITAT	N / h
CATEDRAL	0-5	FÀBRQUES	5-10
ESCOLA	1-2	APARCAMENTS	6-8
BANCS	3-4	DISCOTEQUES	10-12
CANTINES	4-6	GALLINERS	6-10
HOSPITALS	5-6	CAFÈS	10-12
OFICINES	5-6	CUINES	10-15
BAR	5-8	TEATRES	10-12
RESTAURANT	5-6	LAVABOS	13-15
LABORATORI	6-8	CINES	15-18
TABERNES	10-12	FUNDICIONS	20-30

13.4.1 Càlcul del cabal a desallotjar

Per al càlcul del cabal a desallotjar s'utilitza la següent equació:

$$Q = N \cdot V$$

on:

- Q = Cabal a desallotjar
- N = Renovacions / hora
- V = Volum de la nau

El volum de la nau serà la superfície d'aquesta per l'altura, és a dir, 14467 m^3 . Per tant, el cabal a desallotjar serà de:

$$Q=115736 \text{ m}^3 / h$$

13.4.2 Elecció del tipus d'extractor

Per a satisfer les necessitats de ventilació anteriorment esmentades, podem utilitzar un dels extractors destinats a l'extracció de fums en cas d'incendi. En aquest cas doncs, la instal·lació de ventilació del recinte objecte d'estudi, es realitzarà a través d'un extractor helicoidal *THT-160-6T/3-25* de l'empresa SODECA.SA (veure *Figura E.1* de l'*Annex E*), situat a la part més elevada de la façana oposada a la que disposa dels molls de càrrega i descàrrega (a 5 metres d'alçada), d'aquesta manera estarà el més a prop possible de la zona que produeix més contaminants de l'aire com són els torns i cizalles encarregades del desenrotllament i posterior laminació dels troncs verges, i s'evitarà així, que l'aire contaminat es pugui repartir per tota la nau.

Cal tenir en compte de totes maneres, que les cizalles rotatives disposen d'un sistema d'aspiració amb posterior filtrat, incorporat a la pròpia màquina, que evita que la major part de partícules generades com a resultat del mecanitzat dels troncs contaminin l'aire del recinte.

Com que cada un dels dos extractors instal·lats, és capaç de desallotjar $136650 \text{ m}^3 / h$, n'utilitzarem només un per al sistema de ventilació, ja que el cabal desallotjat serà suficient per a complir amb els requisits mínims establerts.

13.4.3 Entrades d'aire exterior i velocitat de circulació

Per tal que la circulació de l'aire afecti tot el volum del recinte, l'estructura de la nau disposa de diferents entrades d'aire a totes les façanes, excepte la façana d'ubicació dels extractors. Aquesta distribució de les obertures ens permet prescindir de la instal·lació de conductes d'aire, ja que la circulació d'aquest, afectarà tot el volum de la nau. Seran reixes de ventilació situades a 2 metres d'alçada de tal manera que l'entrada d'aire no generi núvols de pols i s'evitin possibles molèsties als treballadors per l'impacte de corrent d'aire directe.

S'ha escollit el model *DXT* de la casa MADEL. Mancarà però veure quina quantitat de reixetes instal·lem per tal d'obtenir una velocitat d'entrada d'aire acceptable.

El fabricant recomana una velocitat d'entrada d'aire compresa entre els 2,5 i els 4,5 m/s. En el cas que ens ocupa, prendrem com a valor acceptable els 2,5 m/s.

Les mides de les reixetes seran de 2000x1000 mm. Observant les dades facilitades per al fabricant (veure *Figura E.2* de l'*Annex E*) prendrem com a àrea lliure d'entrada d'aire $1,585 \text{ m}^2$.

Tenint en compte que el cabal d'aire que entrarà per efecte de la depressió creada per l'extractor serà de $136650 \text{ m}^3/\text{h}$, podem calcular quin cabal haurà d'entrar per cada reixeta per aconseguir una velocitat de $2,5 \text{ m/s}$, i d'aquesta manera podrem saber la quantitat de reixetes a instal·lar.

- $Q_T = 136650 \text{ m}^3/\text{h}$
- $v = 2,5 \text{ m/s}$
- $A_i = 1,585 \text{ m}^2$

$$Q_i = v \cdot A_i = 14265 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sabent doncs, el cabal que entrarà per cada reixeta, podem calcular el nombre de reixetes per a l'obtenció del cabal desitjat:

$$N = Q_T / Q_i = 9,57 \approx 10.$$

Per tant s'instal·larà un total de 10 reixetes DXT de $2000 \times 1000 \text{ mm}$ repartides uniformement per totes les façanes, excepte la façana d'ubicació de l'extractor.

Un cop l'aire circuli per dins de la nau, la velocitat de circulació dependrà de la secció de la nau. En aquest cas, la secció serà de $314,5 \text{ m}^2$. Per tant:

$$v = Q / A = (136650 / 3600) / 314,5 = 0,12 \text{ m/s}$$

La velocitat de circulació serà inferior doncs, als $0,25 \text{ m/s}$ establerts pel RITE.

13.4.4 Nivell de pressió sonora

Un dels factors a tenir en compte alhora d'instal·lar extractors de gran cabal en zones ocupades per persones, és el de la pressió sonora. El soroll és present en tots els àmbits. L'anàlisi es basa en discernir fins a quin punt els nivells de pressió sonora poden afectar la salut de les persones.

Segons la Directiva 2003/10/CE, el nivell de pressió sonora que no es pot rebassar en els ambients de treball sense prendre mesures correctives és de 80 dB(A) . Tal i com s'observa en la *Figura E.1* de l'*Annex E*, l'extractor escollit, emetrà una pressió sonora de 87 dB(A) . Cal tenir en compte però que el nivell de pressió sonora s'atenua a mesura que ens allunyem del focus emissor. En el nostre cas, l'extractor d'estudi estarà ubicat a 5 m del nivell del terra. Per tant, per a estudiar l'efecte de la pressió sonora emesa, considerarem una distància entre l'emissor i el receptor de 4 m . A la *Figura 35*, s'observa l'atenuació del nivell de pressió sonora en relació amb la distància entre l'emissor i el receptor, que en el nostre cas serà de 23 dB(A) .

El nivell de pressió sonora que hauran de soportar els operaris de la zona de producció que estaran més a prop del focus emissor, en aquest cas l'extractor, serà de 64 dB(A) , valor que entre dintre dels paràmetres completament acceptables.

ATENUACIÓN DEL RUIDO POR LA DISTANCIA AL VENTILADOR EN CAMPO LIBRE															
Distancia a la fuente de ruido m	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Atenuación dB (A)	11	14,5	17	20	23	25	26	28	29	30	31	34	37	39	40

Fig.35. Atenuació nivell pressió sonora en funció de la distància. (Font: Soler & Palau)

13.5 Dimensionat zona d'oficines i serveis

Pel que fa a la ventilació de la zona d'oficines, la ventilació serà natural, aprofitant que tots els espais comuniquen directament amb l'exterior per mitjà d'obertures practicables ubicades a la façana de la nau. La separació entre els quatre serveis no és total, sinó que són plafons de separació que no arriben a convertir cap dels serveis en un espai aïllat.

CONCLUSIONS

La present memòria descriu les instal·lacions bàsiques d'una planta productora de caixes de fusta per al transport i distribució de fruites, verdures, etc. Se'n detallen, no només les solucions finals adoptades, sinó també les solucions que s'han anat prenent per fer front a problemes tècnics sorgits durant el seu dimensionament i càlcul, seguint sempre totes les normatives aplicables.

Per poder comprendre totes les solucions adoptades, caldrà servir-se a més de la memòria descriptiva, dels annexos i els plànol adjunts.

L'import del pressupost total és de NORANTA MIL DOS-CENTS SETANTA-CINC EUROS AMB NORANTA-SIS CÈNTIMS (90,275.96 €)

BIBLIOGRAFIA I RECURSOS DIGITALS

- AseTub [Web en línia] <> <http://www.asetub.es/>
- Astersa [Web en línia] <> <http://www.astersa.net/>
- Baxi Roca [Web en línia] <> <http://www.baxi.es/>
- B.O.E [Web en línia] <> <http://www.boe.es/>
- Cahors [Web en línia] <> <http://www.cahors.es/>
- CNAE [Web en línia] <> <http://www.cnae.com.es/>
- Composan [Web en línia] <> <http://www.composan.es/>
- DaisaLux [Web en línia] <> <http://www.daisalux.com/>
- Endesa [Web en línia] <> <http://www.endesaonline.com/>
- Generalitat de Catalunya [Web en línia] <> <http://www.gencat.cat/>
- Kubertor[Web en línia] <> <http://www.energia-termica-avanzada.com/>
- Lumenac [Web en línia] <> <http://www.lumenac.com/>
- Madel [Web en línia] <> <http://www.madel.com/>
- Miniteri d'indústria [Web en línia] <> <http://www.minetur.gob.es/>
- Panel Sandwich [Web en línia] <> <http://www.panelsandwich.com/>
- Sodeca [Web en línia] <> <http://www.sodeca.com/>
- Soler & Palau [Web en línia] <> <http://www.solerpalau.es/>
- Suca [Web en línia] <> <http://www.suca.es/>
- Tecman Proteccion [Web en línia] <> <http://www.tecmanproteccion.com/>