

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Obrador de plats cuinats

**Document:** Instal·lació elèctrica

**Alumne:** Llorenç Fanals Batllori

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñé

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any):** octubre/2019

**ÍNDEX**

1	GENERALITATS . . . . .	2
2	PREVISIÓ DE CÀRREGUES . . . . .	3
2.1	Enllumenat . . . . .	3
2.2	Força . . . . .	3
2.3	Resum de previsió de càrregues . . . . .	4
3	CONDICIONS DEL SUBMINISTRAMENT . . . . .	6
4	EMPRESA SUBMINISTRADORA . . . . .	7
5	ESCOMESA I CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ . . . . .	8
6	LÍNIA REPARTIDORA . . . . .	9
7	CONJUNT DE PROTECCIÓ I MESURA . . . . .	10
8	DERIVACIÓ INDIVIDUAL . . . . .	12
9	INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTÈNCIA I INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC. . . . .	13
10	QUADRE GENERAL DE PROTECCIÓ I COMANDAMENT . . . . .	14
11	DISTRIBUCIÓ GENERAL . . . . .	16
12	POSADA A TERRA . . . . .	18
13	CONCLUSIÓ . . . . .	19
A	CÀLCULS . . . . .	20
B	CARACTERÍSTIQUES . . . . .	23

## 1. GENERALITATS

Amb aquest projectes es vol legalitzar la instal·lació elèctrica d'un obrador de menjar preparat situat en una nau industrial de la Bisbal d'Empordà, al Carrer Ramon Serradell número 27. Un gran volum de la producció es destina a càterings tot i que també es ven al detall a la sala de venda al públic. Es preveu que hi hagi uns 10 treballadors alhora durant la jornada laboral.

El local dins el qual es preveu que es desenvolupi l'activitat és una nau industrial de 40 m x 20 m, o sigui 800 m<sup>2</sup> de superfície. S'utilitza únicament la planta baixa, es cobreix totalment amb un fals sostre de 3,5 m en algunes zones i 2,5 m en altres. La nau disposa d'una cuina, cambres de fred per entrada d'aliments i sortida de menjar, una oficina, una recepció, uns vestidors amb dutxes i lavabo i una sala de venda al públic, principalment.

La venda al detall de menjar és en una zona de la qual el públic només té accés a 19.43 m<sup>2</sup>. El Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, a la ITC-28, diu que es comptabilitza una persona per 0,8 m<sup>2</sup>, i que a partir de 50 persones el local es considera de pública concurrència. Com que en l'activitat la superfície que es preveu accessible al públic general és de menys de 40 m<sup>2</sup>, el local no és de pública concurrència.

La cuina de l'obrador es considera una zona amb presència d'aigua. Les cambres de fred, on es produeixen condensacions de vapor d'aigua, també es poden considerar zones humides. La ITC-30 detalla els punts que s'han de tenir en compte per aquestes zones.

Per verificar la instal·lació es seguirà el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, aprovat el 2 d'agost pel Real Decreto 842/2002, amb les corresponents modificacions i ampliacions aplicades fins a la data d'aquest projecte. Es tenen en compte les normes UNE que afecten a la instal·lació. S'ha consultat el Vademècum d'Endesa per dimensionar correctament la caixa de protecció i mesura.

## 2. PREVISIÓ DE CÀRREGUES

En aquest capítol es calcula la potència instal·lada, la potència útil i la potència a contractar. Per fer-ho agrupem les càrregues elèctriques segons siguin d'il·luminació o força.

### 2.1. Enllumenat

L'enllumenat que s'utilitza són bombetes LED, fluorescents LED i llums d'emergència tipus LED.

Els llums d'emergència són del tipus no permanent, és a dir, disposen d'una bateria i només s'encenen quan la tensió baixa del 70% respecte la tensió nominal. Per la previsió de càrregues no es tenen en compte perquè un cop carregats el seu consum és nul.

Zona	Elements i potència	Quantitat	Potència
Recepció	Fluorescent 18 W	4	72 W
Oficina	Fluorescents 18 W	8	144 W
Menjador	Fluorescents 18 W	8	144 W
Vestidors	Fluorescent 18 W, bombeta 5,5 W	4, 4	94 W
Caldera	Bombeta 5,5 W	1	5,5 W
Sortida de cuinats	Fluorescent 18 W	6	108 W
Cambres i magatzem	Fluorescent 18 W	20	360 W
Entrada d'aliments	Fluorescent 18 W	8	144 W
Arxiu	Fluorescent 18 W	1	18 W
Sala de preparació	Fluorescent 18 W	8	144 W
Sala de venda al públic	Fluorescent 18 W	6	108 W
Sala de residus	Fluorescent 18 W	4	72 W
Sala de productes de neteja	Fluorescent 18 W	1	18 W
Cuina	Fluorescent 18 W	64	1.152 W
Total enllumenat			2.583,5 W

Taula 1. Previsió de càrregues d'enllumenats

### 2.2. Força

La potència necessària per les màquines és molt més elevada que la dels enllumenats. Les màquines de fred per les cambres, les neveres i els congeladors consumeixen potències considerables. Els rentaplats i els extractors de la cuina són les màquines que tenen consums més elevats.

Descripció	Potència unitària	Quantitat	Potència
Rentaplats	12.000 W	3	36.000 W
Màquina de buit	1.100 W	3	3.300 W
Forn	2.400 W	4	9.600 W
Congelador	1.262 W	2	2.524 W
Nevera	1.000 W	3	3.000 W
Fregidora	200 W	4	800 W
Abatidor	13.580 W	1	13.580 W
Caldera	100 W	1	100 W
Màquines de fred per congelador	3.200 W	2	6.400 W
Màquines de fred per nevera	1.800 W	2	3.600 W
Extractor	4.000 W	2	8.000 W
Ordinador	500 W	3	1.500 W
Microones	800 W	5	4.000 W
Extractors lavabo	20 W	4	80 W
Total força			92.484 W

Taula 2. Previsió de càrregues de força

### 2.3. Resum de previsió de càrregues

Podem sumar les potències dels apartats anteriors per tenir la potència instal·lada.

Descripció	Potència
Enllumenats	2.583,5 W
Força	92.484 W
Potència instal·lada	95.067,5 W

Taula 3. Potència instal·lada

En aquesta instal·lació hi ha bastants equips de fred que en un règim normal consumeixen una potència menor a la indicada pel fabricant. A la sala de preparació hi ha 3 màquines de buit que funcionen en pocs períodes de curta duració durant la jornada laboral. Els rentaplats, que tenen consums d'electricitat molt alts, només s'engeguen al final del dia, moment pel qual els forns, que també tenen consums elevats, no estan en funcionament.

Amb això explicat, es decideix aplicar un factor de simultaneïtat a tota la instal·lació de 0,9.

Potència instal·lada	95.067,5 W
Coeficient de simultaneïtat	0,9
Potència útil	85.560,3 W

Taula 4. Potència contractada

La potència útil és de 85.560,3 W. La potència a contractar és de 87 kW.

### 3. CONDICIONS DEL SUBMINISTRAMENT

La tensió de servei és trifàsica, de 230 V de fase i 400 V de línia. Es disposa dels 3 conductors de fase i del conductor de neutre. La freqüència de servei és de 50 Hz.

La potència a contractar és de 87 kW.

La tarifa escollida és una tarifa 3.0, que es pot contractar en subministres de baixa tensió i més de 15 kW de potència contractada. Aquesta tarifa té 3 períodes diferenciats: P1 (punta), P2 (pla) i P3 (vall). Per fer-la servir cal tenir instal·lat un maxímetre, que registra la potència consumida. No es talla el subministrament si es sobrepassa la potència contractada.

#### **4. EMPRESA SUBMINISTRADORA**

L'empresa subministradora que dona servei a l'obrador és FECSA ENDESA, S.A., amb oficina a Carrer del Riu Güell, número 12, a Girona, amb codi postal 17001. El telèfon d'atenció al públic és 800760909.



## 5. ESCOMESA I CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ

La ITC-11 del REBT defineix l'escomesa com la part de la instal·lació de la xarxa de distribució que alimenta la caixa general de protecció o una unitat funcional equivalent.

L'escomesa és subterrània i està en derivació. Prové d'una caixa de seccionament que instal·la l'empresa distribuïdora. La caiguda de tensió a l'escomesa és la que l'empresa subministradora té establerta en el seu repartiment de caigudes de tensió, hem mesurat que és de 0,1%. L'escomesa transcorre a 70 centímetres de profunditat, compleix la ITC-07 per la instal·lació de cables aïllats directament enterrats. La seva longitud és de 1 m. No es creua amb altres cables o canonades. La secció dels conductors de fase i el neutre l'escomesa són de 50 mm<sup>2</sup>. El tub, de 160 mm de diàmetre, compleix amb l'apartat de cables enterrats de la ITC-21.

El REBT defineix, a la ITC-13, les caixes generals de protecció com aquells elements de protecció de les línies generals d'alimentació. A la ITC-11 es cita que d'aquesta instrucció en endavant el Reglament utilitza la paraula "caixa general de protecció" o "CGP" per fer referència, també, a les unitats funcionals equivalents.

La instal·lació compta amb un TMF10 com a conjunt de protecció i mesura. Una part d'aquest equip conté fusibles que fan la mateixa funció que una caixa general de protecció, són una unitat funcional equivalent. En aquesta instal·lació, doncs, no hi ha CGP com a tal.

La potència contractada és de 87 kW. Els fusibles són del tipus gG, de 250 A i amb bases de tamany BUC 1.

## **6. LÍNIA REPARTIDORA**

La línia repartidora, també anomenada línia general d'alimentació, és el conductor entre els fusibles de l'entrada de la Caixa General de Protecció i els comptadors, tal com indica la ITC-14.

En el nostre cas, en què s'opta pel TMF10 on els fusibles i el comptador estan en el mateix conjunt, i es dóna servei a un sol usuari, aquesta línia no existeix.

## 7. CONJUNT DE PROTECCIÓ I MESURA

El conjunt de protecció i mesura té la funció de protegir tota la instal·lació que té aigües avall i mesurar els consums d'aquesta, segons indica la ITC-16. Pot contenir fusibles i sempre conté un interruptor de protecció i corrent regulable, anomenat ICP-M.

El conjunt de protecció i mesura utilitzat a la instal·lació és el TMF10, la versió amb un corrent entre 80 A i 160 A. La potència contractada de la nostra instal·lació és de 87 kW. Al Vademècum, mirem aquesta columna de 87 kW.

El conjunt de protecció i mesura està col·locat fora de la nau, encastrat en obra, en un nínxol. La porta del nínxol és metàl·lica i té 20 cm de separació per costat i costat. El conjunt de protecció i mesura en sí està situat 60 cm sobre el nivell del terra. Els tubs pels quals li arriba l'escomesa subterrània són de polietilè de 160 mm de diàmetre.

A l'entrada del conjunt de protecció hi trobem l'escomesa. Aquesta escomesa té en sèrie uns fusibles, un per cada una de les 3 fases, i seguidament es troben uns embarrats. Sobre aquests embarrats hi ha els transformadors d'intensitat que permetran conèixer el consum. La sortida del conjunt de protecció i mesura és la derivació individual, la qual dimensionem en el següent capítol.

Com a element de protecció s'instal·la ICP-M de 160 A de corrent assignat, 10 kA de poder de tall, 125 A per la part tèrmica i 625 A per la part magnètica.

Els fusibles són de tipus gG, de 250 A i les seves bases del tipus BUC 1.

Els demás elements de protecció que apareixen a la taula del Vademècum es detallen més endavant, formen part del quadre general de protecció i comandament.

Els transformadors d'intensitat, que es col·loquen sobre els embarrats i serveixen per disminuir la intensitat i així mesurar-la més fàcilment, tenen una relació de transformació de corrent de 100/5.

El cablatge és de coure, de 20x5 + 15x5.

El mòdul TMF10 té un maxímetre. Aquest equip és un semblant d'un comptador digital. Llegeix les intensitats que li arriben dels transformadors d'intensitat i així és capaç de determinar la potència. El maxímetre, en cap cas, talla el subministrament elèctric.

## 8. DERIVACIÓ INDIVIDUAL

Tal com marca el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió a la ITC-15, la derivació individual és aquella part de la instal·lació elèctrica que comença al final de la línia general d'alimentació i subministra energia elèctrica a la instal·lació de l'usuari. No tenim LGA, la derivació individual comença al conjunt de protecció i mesura.

Pels conductors de fase s'utilitza recobriments EPR. Aquests conductors tenen una secció de 35 mm<sup>2</sup>, compleixen amb la ITC-07 del REBT, i s'agrupen en un sol cable tetrapolar, amb tensió d'aïllament 0,6/1 kV i no propagador de flama. La secció del conductor de neutre de la instal·lació és de 16 mm<sup>2</sup>, compleix amb el reglament. A l'annex de càlculs es donen més detalls.

Tal com marca la ITC-15, la caiguda de tensió màxima en derivacions individuals per subministres a un únic usuari és de 1,5% respecte la tensió de servei. La intensitat que passa per fase pot arribar a ser de 130 A i s'utilitzen conductors de coure. A la derivació individual, de 8 m, la caiguda de tensió és del 0,23%: compleix amb la caiguda de tensió permesa. El tub conductor té una diàmetre de 160 mm, és correcte segons la ITC-21. L'aïllament de la instal·lació de la derivació individual és de 1000 kΩ.

## **9. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTÈNCIA I INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÀTIC.**

La ITC-17 del REBT contempla la utilització d'un interruptor de control de potència en vivendes i locals comercials, situat dins una caixa, la qual pot estar dins el mateix quadre elèctric en què es troben els demés elements de protecció i comandament. Actualment, degut als comptadors digitals, estan en desús.

L'interruptor de control de potència és inexistent a la instal·lació elèctrica proposada. El càlcul de potència el fa el maxímetre i en cap cas talla el subministrament elèctric.

En la nostra instal·lació disposem de l'ICP-M, situat al CPM, per tallar el subministrament, com a mesura de protecció. Aquest ICP-M té una intensitat nominal de 160 A, un poder de tall de 10 kA, una intensitat de tall tèrmic de 125 A i 4 pols. La intensitat de tall magnètic de l'ICP-M és de 625 A. El tall magnètic pot actuar en menys de 0,02 segons.

El quadre general de protecció i comandament conté un IGA de 125 A que també té la funció de protegir la instal·lació. L'IGA té 4 pols i un poder de tall de 10 kA, compleix amb la ITC-17, que estableix un mínim de 4500 A de poder de tall.

## 10. QUADRE GENERAL DE PROTECCIÓ I COMANDAMENT

La ITC-17 explica les característiques del quadre general de protecció i comandament, el qual conté els elements per protegir i comandar la instal·lació. És obligatori instal·lar un interruptor general automàtic (IGA), interruptors de tall per sobrecàrregues i curtcircuits per cada circuit interior, un dispositiu de protecció contra sobretensions si així ho indica la ITC-23 i un diferencial per cada grup de línies. És opcional instal·lar un interruptor diferencial general si tots els circuits estan protegits amb algun diferencial aigües amunt.

El quadre general de protecció i comandament ha de tenir, com a mínim, un grau IP30 segons marca la norma UNE 20 324 i un grau IK07 segons la norma UNE-EN 50102.

La ITC-22 del REBT indica que tots els circuits han d'estar protegits contra els efectes de les sobreintensitats que poden presentar-se. La interrupció del circuit s'ha de realitzar en un temps convenient. Alguns factors causants de sobreintensitats són les sobrecàrregues, els curtcircuits i les descàrregues elèctriques atmosfèriques.

A la nostra instal·lació es protegeix cada línia contra sobreintensitats amb el magnetotèrmic normalitzat més proper a la intensitat prevista i que la superi. Els interruptors magnetotèrmics s'escullen monofàsics o trifàsics segons com sigui la línia que han de protegir.

Tal com comenta la ITC-24, el tall automàtic de l'alimentació després de l'aparició d'una fallada té la funció d'impedir que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps tal que podria donar lloc a riscos.

La protecció contra contactes indirectes es fa amb interruptors diferencials de 30 mA de sensibilitat per la majoria de línies. La línia dels extractors i algunes màquines de fred van amb un diferencial 100 mA de sensibilitat per evitar obrir el circuit quan hi ha fugues de corrent generades pels equips electrònics i els seus filtres. Aigües amunt de les línies hi ha un diferencial toroïdal de 300 mA de sensibilitat, tal com marca el Vademècum.

Tots els diferencials són capaços de suportar la intensitat màxima prevista de les càrregues tenen aigües avall. Els interruptors diferencials són tots de 4 pols degut a què 3 protegeixen línies trifàsiques i un protegeix línies monofàsiques que s'alimenten amb diferents fases. El règim de neutre és TT.

Línia	Descripció	Intensitat (A)	Intensitat nominal (A)	Sens. (mA)	Classe	Nombre de pols
L1+L2+L3+L4	Enllumenat i força monofàsics	77,30	80	30	A	4
L5	Rentaplats cuina	54,92	63	30	A	4
L6	Extractors i cambres de fred	30,60	40	100	B	4
L7	Abatidor de la sala de preparació	25,90	40	30	A	4
L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7	Totes les línies	130,08	160	300	A	4

Taula 5. Proteccions diferencials de la instal·lació

L'últim diferencial de la taula és general, està en sèrie amb l'IGA.

La ITC-23 tracta sobre la protecció de les instal·lacions elèctriques contra les sobreten-sions transitòries que es transmeten a les xarxes de distribució i s'originen, fonamentalment, com a conseqüència de descàrregues atmosfèriques, commutacions de les xarxes i defectes d'aquestes. La instal·lació té un interruptor contra sobreten-sions permanents i transitòries per protegir el circuit de la possibilitat de què la tensió subministrada per l'empresa distribuïdora fos excessiva. També quedem protegits contra pics de tensió de curta durada provocats per descàrregues elèctriques.



## 11. DISTRIBUCIÓ GENERAL

Màquines com els extractors, les màquines buit, les màquines de fred, les neveres i congeladors disposen de motors elèctrics. El rentaplats també té motor elèctric, però la majoria de potència que consumeix ho fa per escalfar aigua, així que no s'aplica cap factor. A la nostra instal·lació no hi ha cap enllumenat amb descàrrega, totes les lluminàries són de tipus LED, no cal aplicar cap factor. A l'annex s'indiquen aquests factors.

L'agrupament 1 comprèn les línies L1, L2, L3 i L4. Són monofàsiques però com s'ha comentat s'alimenten amb fases diferents. L1 i L2 són línies d'enllumenat i L3 i L4 són línies de força per màquines monofàsiques. El factor de potència d'aquestes línies es considera 1.

Línia	Descripció	Potència (W)	Secció (mm <sup>2</sup> )	PIA (A)
L1	Enllumenat habitacions i cambra	1.370,5	2x2,5 + 2,5	10
L2	Enllumenat cuina	1.476	2x2,5 + 2,5	10
L3	Força oficina, menjador, màquines de buit	7.775	2x10 + 10	40
L4	Força cuina	7.235	2x6 + 6	40
Total		8.900,5		

Taula 6. Agrupament 1

El segon agrupament és purament per la línia que alimenta els rentaplats de la cuina, la L5. Aquests rentaplats consumeixen molta potència perquè escalfen aigua; el seu motor consumeix poca potència, per això no se'ls aplica cap factor d'arrencada. El factor de potència és de 0,95.

Línia	Descripció	Potència (W)	Secció (mm <sup>2</sup> )	PIA (A)
L5	Rentaplats cuina	36.000	4x16 + 16	63

Taula 7. Agrupament 2

L'agrupament número 3 alimenta els dos extractors, que van amb motor elèctric, i els equips de les cambres de fred. El factor de potència és de 0,9.

Línia	Descripció	Potència (W)	Secció (mm <sup>2</sup> )	PIA (A)
L6	Extractors i cambres de fred	19.000	4x10 + 10	40

Taula 8. Agrupament 3

L'últim agrupament, el 4, alimenta l'abatidor de la sala de preparació. El seu factor de potència és de 0,95.

Línia	Descripció	Potència (W)	Secció (mm <sup>2</sup> )	PIA (A)
L7	Abatidor sala de preparació	16.975	4x10 + 10	40

Taula 9. Agrupament 4

A continuació es detallen els PIAs utilitzats en les diferents línies. Aigües amunt, com a interruptor magnetotèrmic, hi ha l'IGA que ja s'ha descrit.

Línia	Descripció	Intensitat (A)	Intensitat PIA (A)	Classe	Nombre de pols
L1	Enllumenat habitacions i cambres	5,61	10	C	2
L2	Enllumenat cuina	6,42	10	C	2
L3	Força oficina, menjador, màquines de buit	33,80	40	C	2
L4	Força cuina	31,45	40	C	2
L5	Rentaplats cuina	54,92	64	C	4
L6	Extractors i cambres de fred	30,60	40	D	4
L7	Abatidor sala de preparació	25,90	40	C	4

Taula 10. Proteccions magnetotèrmiques de les línies

## 12. POSADA A TERRA

La ITC-18 del REBT comenta que les posades a terra s'estableixen, principalment, per limitar la tensió que, respecte el terra, poden presentar les carcasses metàl·liques dels equips. Això fa disminuir el risc que poden suposar aquest tipus d'avaries i amb l'actuació de les proteccions adients es pot eliminar aquest risc.

Seguint el criteri de la ITC-30, la cuina de l'obrador és una zona humida, on, a part de l'aigua utilitzada per cuinar, serà molt habitual netejar amb aigua abundant. No totes les zones de l'obrador seran humides, però només que una ho sigui, ja es pot dir que la tensió màxima de defecte és de 24 V, tal com marca la ITC-18.

Tenim tres diferencials de sensibilitats diferents en la nostra instal·lació: 30 mA, 100 mA i 300 mA. El més restrictiu és el de 300 mA, per tant, el que escollim per fer el càlcul.

$$R_{terra} < 80 \, \Omega \quad (\text{Eq. 1})$$

El règim de neutre de la instal·lació és TT.

La instal·lació de posada a terra està feta amb 15 planxes metàl·liques de 1 m per 0,5 m enterrades sota els terrenys de la parcel·la.

La ITC-18 diu que la posada a terra es revisarà com a mínim un cop a l'any en l'època en què el terreny estigui més sec per tal d'eliminar els possibles defectes que hi hagi. L'última mesura efectuada de la posada a terra es va fer el dia 2 d'agost de 2019 (02/08/2019) i indicava un valor de resistència de 15  $\Omega$ .

### 13. CONCLUSIÓ

L'objectiu d'aquesta memòria és legalitzar la instal·lació elèctrica d'una nau industrial de plats cuinats. Per desenvolupar aquesta memòria s'ha seguit el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió. S'han consultat les instruccions tècniques que afecten a la instal·lació i les normes UNE adients.

La ITC-30 parla de locals amb característiques especials. L'obrador és un local humit. És per això que la tensió màxima de defecte, tal com marca la ITC-18, és de 24 V. Com que es fa servir un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilitat, cal tenir una posada a terra de menys de  $80 \Omega$ .

Les instruccions ITC-17, ITC-22, ITC-23 i ITC-24 s'han consultat per verificar el correcte estat dels elements del quadre elèctric.

La ITC-28 ha estat consultada per poder determinar que l'obrador no és un local de pública concurrència, tot i tenir una sala de venda al públic.

S'ha consultat el Vademècum d'Endesa com a guia pel conjunt de protecció i mesura. A més, ens ha servit d'ajuda per verificar alguns elements del quadre general de protecció i comandament.

Amb tot l'indicat en aquesta memòria es considera que la instal·lació és legal i està llesta per utilitzar.

Llorenç Fanals Batllori

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 13 d'octubre de 2019.

## A. CÀLCULS

Pel càlcul de les seccions dels conductors cal tenir en compte els factors de simultaneïtat d'alguns elements i els factors que marca el REBT: 1,25 pel motor elèctric de més potència de la línia, tal com es detalla a la ITC-47; i 1,8 per les lluminàries amb descàrrega, tal com s'indica a la ITC-44. A l'obrador hi ha molts motors elèctric però cap llum amb descàrrega.

En algunes línies es considera que el factor de potència és unitari. A la realitat mai valdrà exactament 1, però sí que es preveu que tingui un valor molt semblant. Les màquines que s'han escollit tenen un factor de potència proper a l'unitari però diferent de 1.

Per calcular la intensitat de les línies monofàsiques es fa servir la següent fórmula:

$$I_{\text{linia}} = \frac{P}{V * \cos(\phi)} \quad (\text{Eq. 2})$$

$V = 230 \text{ V}$

$P$  és la potència que consumeixen els elements connectats a la línia

$\phi$  és el factor de potència

En trifàsic, l'equació que s'utilitza és:

$$I_{\text{linia}} = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{\text{linia}} * \cos(\phi)} \quad (\text{Eq. 3})$$

$V_{\text{linia}} = 400 \text{ V}$

És important calcular la caiguda de tensió a les línies per tal de veure si estan dimensionades correctament. La caiguda de tensió en línies d'enllumenat no pot ser superior al 3% i en línies de força no pot ser superior al 5% de la tensió de subministrament. La caiguda de tensió màxima a la derivació individual és de 1,5%.

En monofàsic:

$$e(\%) = \frac{P * 2 * l}{V * k * S} \quad (\text{Eq. 4})$$

$l$  és la longitud ja sigui de la fase o el neutre des del comptador a l'element més llunyà

$k = 56 \frac{\text{m}}{\text{mm}^2 \Omega}$

$S$  és la secció del cable en  $\text{mm}^2$

En trifàsic, l'equació que s'utilitza és:

$$e(\%) = \frac{P}{V} \frac{I}{k * S} \quad (\text{Eq. 5})$$

El dimensionament de les línies ha de permetre que les caigudes de tensió no superin els màxims indicats prèviament. Alhora, els cables han de poder admetre les intensitats calculades, per això ens guiem amb la taula de la ITC-19 del REBT. Finalment, cal comprovar que l'interruptor magnetotèrmic té una intensitat nominal superior a la calculada per la línia i menor a l'admissible que marca la ITC-19.

La instal·lació és trifàsica, per tant, hi ha 3 conductors de fase i un conductor de neutre. El conductor de terra transcorre per totes les línies i té una secció igual als conductors de les línies, tal com s'indica al plànol. El neutre, que arriba per l'escomesa, també és de la mateixa secció que els conductors de fase. Les màquines trifàsiques necessiten el neutre pels seus equips electrònics.

Per comprovar que el valor de secció de la derivació individual és correcte quan la línia va amb una terna de cables unipolars per tub cal tenir en compte un factor d'intensitat de 0,8.

$$I_{DI} < 0.8 * I_{max.admissible} \quad (\text{Eq. 6})$$

A continuació es mostren les diferents línies de forma detallada. La secció s'ha comprovat tenint en compte les fórmules explicades i les seccions mínimes per intensitat segons marca el REBT. S'han verificat les línies pel cas més desfavorable. Les seccions dels tubs compleixen amb la ITC-21.

Les tensions nominals són 230 V per les línies monofàsiques i 400 V per les trifàsiques. Tots els cables de les línies són de coure de 450/750 V d'aïllament. La derivació individual és de coure amb 0,6/1 kV d'aïllament. L'aïllament de la instal·lació és de 1.000 kΩ.

Línia	Descripció	Potència (W)	$\cos(\phi)$	Intensitat (A)	Distància màxima (m)	Seccions fase, neutre, terra (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre tub (mm)	Caiguda de tensió (%)	Caiguda de tensió acum. (%)
DI	Derivació individual	87.000	0,96	131,32	8	3x35 + 35 + 16	160	0,23	0,23
L1	Enllumenat habitacions i cambra	1.370,5	1	5,96	55	2,5 + 2,5 + 2,5	20	2,04	2,27
L2	Enllumenat cuina	1.476	1	6,42	47	2,5 + 2,5 + 2,5	20	1,87	2,10
L3	Força oficina, menjador, màquines de buit	7.775	1	33,80	51	10 + 10 + 10	25	2,68	2,91
L4	Força cuina	7.235	1	31,46	33	6 + 6 + 6	25	2,67	2,90
L5	Rentaplats cuina	36.000	0,95	54,92	54	3x16 + 16 + 16	32	1,44	1,67
L6	Extractors i cambres de fred	19.000	0,9	30,60	36	3x10 + 10 + 10	32	0,86	1,09
L7	Abatidor sala de preparació	16.975	0,95	25,90	44	3x10 + 10 + 10	32	0,84	1,07

Taula 11. Línies detallades

## B. CARACTERÍSTIQUES

L'aïllament dels cables elèctrics de les línies és EPR de 450/750 V d'aïllament. Els cables transcorren en safata perforada pel passadís i dins de tubs corrugats en muntatge superficial (B2) a la resta de zones. El diàmetre d'aquests tubs s'indica en l'anterior annex. Els càlculs s'han efectuat considerant que tota la llargada dels cables va amb el muntatge B2, que és més restrictiu que la safata.

Es fan servir els colors gris, marró i negre per les fases, el blau pel neutre i el conductor groc i verd pel terra.

Hi ha instal·lades caixes de derivació al llarg de la instal·lació i l'enllumenat dels vestidors, l'oficina i el menjador es controla amb interruptors de paret. Els cables dels l'enllumenats que no estan en contacte amb la paret es passen pel fals sostre.

Les màquines trifàsiques es connecten a la xarxa mitjançant una base CETAC.

Els extractors de la cuina de l'obrador van controlats amb variadors de freqüència. La seva línia va amb un diferencial de 100 mA de classe B degut als alts corrents de fuga que poden donar-se. Aigües amunt de tots els agrupaments hi ha instal·lat un diferencial de 300 mA de sensibilitat per protegir tota la instal·lació i alhora tenir selectivitat amb el diferencials que té aigües avall.

El màxímetre del conjunt de protecció i mesura garanteix el subministrament elèctric tot i sobrepasar la potència contractada. Si en un moment puntual es connectés alguna màquina més i pel marge donat no saltés cap interruptor magnetotèrmic però s'estigués superant la potència contractada, hi seguiria havent subministrament elèctric i l'empresa subministradora aplicaria un recàrrec a la factura.

S'agrupen les línies tenint en compte si el subministrament és trifàsic o monofàsic. S'intenta, en la mesura del possible, que tots els grups tinguin potències similars. És per això que el diferencial que agrupa les 4 línies monofàsiques és de 4 pols: els 3 conductors de fase i el neutre passaran per aquest diferencial i s'alimentaran les diferents línies monofàsiques amb diferents fases. Així es pot aconseguir una instal·lació trifàsica bastant ben equilibrada.



Els llums d'emergència són de tipus no permanent i es considera que tenen una potència de 3 W. Al disposar de bateria i només encendre's quan hi ha una emergència, no s'han tingut en compte per la previsió de càrregues.

Per millorar el factor de potència de la derivació individual, o sigui, de tota la instal·lació, hi ha instal·lada una bateria de condensadors de 20 kVAr la qual dona una factor de potència de 0,998.