

Treball Final de Grau

Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu

Document:

Annex I: Càlculs justificatius

Autor:

Joan Guasch Riera

Director:

Santiago Bogarra Rodríguez

Titulació:

Grau en Enginyeria de les Tecnologies Industrials

Convocatoria:

Primavera

Índex

Índex	Pàgina	I
Índex de taules	Pàgina	III
Índex de gràfiques	Pàgina	III
Índex de figures	Pàgina	IV
1. Introducció	Pàgina	1
2. Derivació individual	Pàgina	2
3. Quadre general elèctric	Pàgina	4
3.1 Línia il·luminació passadissos	Pàgina	5
3.2 Línia il·luminació magatzem	Pàgina	6
3.3 Línia il·luminació sala màquines	Pàgina	8
3.4 Línia il·luminació entrada	Pàgina	9
3.5 Línia il·luminació grades i pista	Pàgina	10
3.6 Línia il·luminació emergència	Pàgina	12
3.7 Línia il·luminació exterior	Pàgina	13
3.8 Línia il·luminació faroles	Pàgina	14
3.9 Línia preses de corrent	Pàgina	15
3.10 Línia ventilació forçada	Pàgina	17
3.11 Línia bomba d'aigua	Pàgina	18
3.12 Línia videomarcador i pantalles LED	Pàgina	19
3.13 Línia motor portes automàtiques	Pàgina	20
4. Subquadres elèctrics	Pàgina	22
4.1 Cafeteria	Pàgina	22
4.1.1 Línia il·luminació	Pàgina	23
4.1.2 Línia preses de corrent	Pàgina	24
4.1.3 Línia aire condicionat	Pàgina	26
4.1.4 Línia cafetera i planxa	Pàgina	27
4.1.5 Línia neveres, taula refrigerada, rentaplats i microones	Pàgina	28
4.2 Sala de conferències	Pàgina	29
4.2.1 Línia il·luminació	Pàgina	30

4.2.2 Línia preses de corrent	Pàgina	31
4.2.3 Línia aire condicionat	Pàgina	33
4.3 Sala de gimnasia	Pàgina	34
4.3.1 Línia il·luminació	Pàgina	35
4.3.2 Línia preses de corrent	Pàgina	36
4.3.3 Línia aire condicionat	Pàgina	37
4.4 Sala de musculació	Pàgina	39
4.4.1 Línia il·luminació	Pàgina	40
4.4.2 Línia preses de corrent	Pàgina	41
4.4.3 Línia aire condicionat	Pàgina	42
4.4.4 Línia màquines gimnàs	Pàgina	43
4.5 Vestuaris jugadors	Pàgina	45
4.5.1 Línia il·luminació	Pàgina	47
4.5.2 Línia preses de corrent	Pàgina	48
4.5.3 Línia aire condicionat	Pàgina	49
4.5.4 Línia assecadors	Pàgina	50
4.6 Vestuaris àrbitres	Pàgina	51
4.6.1 Línia il·luminació	Pàgina	53
4.6.2 Línia preses de corrent	Pàgina	54
4.6.3 Línia aire condicionat	Pàgina	55
4.6.4 Línia assecadors	Pàgina	56
5. Recàrrega de vehicles elèctrics	Pàgina	58
6. Possada a terra	Pàgina	60
7. Instal·lació de plaques fotovoltaïques	Pàgina	61
7.1 Simulació mensual de la producció de la planta solar	Pàgina	65
7.2 Estudi d'impacte mediambiental	Pàgina	83
8. Relació de referències bibliogràfiques	Pàgina	84

Índex de taules

Taula 1	Potències del pavelló esportiu	Pàgina 2
Taula 2	Línies del quadre general	Pàgina 5
Taula 3	Línies del subquadre de cafeteria	Pàgina 22
Taula 4	Línies del subquadre de la sala de conferències	Pàgina 29
Taula 5	Línies del subquadre de la sala de gimnasia	Pàgina 34
Taula 6	Línies del subquadre de la sala de musculació	Pàgina 39
Taula 7	Línies del subquadre del vestuari dels jugadors	Pàgina 45
Taula 8	Línies del subquadre del vestuari dels àrbitres	Pàgina 51
Taula 9	Radiació segons la inclinació de la placa	Pàgina 62
Taula 10	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de gener	Pàgina 63
Taula 11	Consum horari del pavelló	Pàgina 64
Taula 12	Resultats de l'instal·lació	Pàgina 64
Taula 13	Simulació de la planta solar al mes de gener	Pàgina 65
Taula 14	Resultats a la planta al gener	Pàgina 65
Taula 15	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de febrer	Pàgina 66
Taula 16	Simulació de la planta solar al mes de febrer	Pàgina 66
Taula 17	Resultats a la planta al febrer	Pàgina 67
Taula 18	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de març	Pàgina 67
Taula 19	Simulació de la planta solar al mes de març	Pàgina 68
Taula 20	Resultats a la planta al març	Pàgina 68
Taula 21	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'abril	Pàgina 69
Taula 22	Simulació de la planta solar al mes d'abril	Pàgina 69
Taula 23	Resultats a la planta a l'abril	Pàgina 69
Taula 24	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de maig	Pàgina 70
Taula 25	Simulació de la planta solar al mes de maig	Pàgina 70
Taula 26	Resultats a la planta al maig	Pàgina 71
Taula 27	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de juny	Pàgina 71

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
- Annex I: Càlculs justificatius -

Taula 28	Simulació de la planta solar al mes de juny	Pàgina 72
Taula 29	Resultats a la planta al juny	Pàgina 72
Taula 30	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de juliol	Pàgina 73
Taula 31	Simulació de la planta solar al mes de juliol	Pàgina 73
Taula 32	Resultats a la planta al juliol	Pàgina 73
Taula 33	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'agost	Pàgina 74
Taula 34	Simulació de la planta solar al mes d'agost	Pàgina 74
Taula 35	Resultats a la planta a l'agost	Pàgina 75
Taula 36	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de setembre	Pàgina 75
Taula 37	Simulació de la planta solar al mes de setembre	Pàgina 76
Taula 38	Resultats a la planta al setembre	Pàgina 76
Taula 39	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'octubre	Pàgina 77
Taula 40	Simulació de la planta solar al mes d'octubre	Pàgina 77
Taula 41	Resultats a la planta a l'octubre	Pàgina 77
Taula 42	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de novembre	Pàgina 78
Taula 43	Simulació de la planta solar al mes de novembre	Pàgina 78
Taula 44	Resultats a la planta al novembre	Pàgina 79
Taula 45	Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de desembre	Pàgina 79
Taula 46	Simulació de la planta solar al mes de desembre	Pàgina 80
Taula 47	Resultats a la planta al desembre	Pàgina 80
Taula 48	Resultats anuals de la planta solar	Pàgina 81
Taula 49	Consum en estat d'emergència	Pàgina 82

Índex de gràfiques

Gràfica 1	Consum del pavelló enfront producció plaques	Pàgina 64
Gràfica 2	Simulació de la planta solar al mes de gener	Pàgina 66
Gràfica 3	Simulació de la planta solar al mes de febrer	Pàgina 67
Gràfica 4	Simulació de la planta solar al mes de març	Pàgina 68
Gràfica 5	Simulació de la planta solar al mes d'abril	Pàgina 70
Gràfica 6	Simulació de la planta solar al mes de maig	Pàgina 71
Gràfica 7	Simulació de la planta solar al mes de juny	Pàgina 72
Gràfica 8	Simulació de la planta solar al mes de juliol	Pàgina 74
Gràfica 9	Simulació de la planta solar al mes d'agost	Pàgina 75
Gràfica 10	Simulació de la planta solar al mes de setembre	Pàgina 76
Gràfica 11	Simulació de la planta solar al mes d'octubre	Pàgina 78
Gràfica 12	Simulació de la planta solar al mes de novembre	Pàgina 79
Gràfica 13	Simulació de la planta solar al mes de desembre	Pàgina 80

Índex de figures

Figura 1	Instal·lació de les plaques solars	Pàgina 62
Figura 2	Radiació mensual per una inclinació de 45°	Pàgina 62
Figura 3	Radiació mensual per una inclinació de 50°	Pàgina 63
Figura 4	Radiació diària per una inclinació de 50° al mes de gener	Pàgina 64
Figura 5	Funcionament dels optimitzadors	Pàgina 81

1. Introducció

En aquest document hi ha present tots els càlculs desenvolupats per tal de fer front a la demanda energètica del pavelló esportiu, a més de les consideracions e hipòtesis que s'han tingut presents a l'hora de realitzar aquests càlculs.

Les equacions utilitzades per a la resolució de tots els càlculs de la part de la instal·lació del cablejat elèctric són les següents:

Línies monofàsiques

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (1)$$

Equació 1

Intensitat de línia^[1]

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (2)$$

Equació 2

Línies trifàsiques

Caiguda de tensió^[1]

$$\% \Delta V = \rho \cdot \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{V^2 \cdot S} \quad (3)$$

Equació 3

$$\% \Delta V = \rho \cdot \frac{L \cdot P \cdot 100}{V^2 \cdot S} \quad (4)$$

Equació 4

Factor tèrmic (Línia monofàsica i trifàsica)^[1]

$$I'_{MAX} = \frac{I}{F_T} \quad (5)$$

Equació 5

$$F_T = \prod_i F_i \quad (6)$$

Equació 6

Curtcircuit^[1]

$$I_{CC} = \frac{S \cdot k}{\sqrt{t}} \quad (7)$$

Equació 7

$$I_{MAX} = \frac{S_{CC MAX}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (8)$$

Equació 8

$$S = \frac{I_{MAX} \cdot \sqrt{t}}{k} \quad (9)$$

Equació 9

L'elecció del diàmetre dels tubs es farà d'acord amb les taules presents en la ITC-BT-21, al igual que la secció del cablejat serà seleccionada de les taules de la ITC-BT-19 i la ITC-BT-20, del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2]. L'elecció del cable de terra ve donat per la *Taula 2* de la ITC-BT-17^[2]. L'elecció del cable del neutre ve donat per la *Taula 2* de la ITC-BT-19^[2].

La resta de fórmules necessàries s'inclouen en l'apartat corresponent.

2. Derivació individual

En aquest apartat es calcula la secció de la derivació individual, que té una distància total de 45 metres, aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències del pavelló.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació baix grada ^[3]	0.034	160	0.8	1	4.352
Il·luminació pista ^[4]	0.08	106	1	1	8.480
Il·luminació d'emergència ^[5]	0.003	68	1	1	0.204
Il·luminació exterior ^[6]	0.15	46	1	1	12.420
Faroles ^[7]	0.5	6	1	1	5.400
Preses de corrent	0.2	188	0.2	0.3	38.916
Aire condicionat ^[8]	19.5	1	0.7	0.8	10.920
Ventilació forçada ^[9]	1.5	5	1	0.7	5.250
Bomba d'aigua ^[10]	4.5	1	1	0.8	3.600
Cafetera ^[11]	6.35	1	1	0.65	4.128
Nevera ^[12]	0.23	1	1	0.65	0.150
Nevera begudes ^[13]	0.21	1	1	0.65	0.137
Planxa ^[14]	3	1	1	0.65	1.950
Taula refrigerada ^[15]	0.275	1	1	0.65	0.179
Rentaplats ^[16]	2.65	1	1	0.65	1.723
Microones ^[17]	1.1	1	1	0.65	0.715
Cintes per a correr ^[18]	1.5	2	1	0.6	1.800
Bicicleta estàtica ^[19]	1.5	2	1	0.6	1.800
Bicicleta elíptica ^[20]	0.6	2	1	0.6	0.720
Assecadors de mans ^[21]	1.1	6	0.7	0.5	2.310
Assecador de cabells ^[22]	2	6	0.7	0.5	4.200
Videomarcador	1.2	1	1	0.5	0.600
Pantalles LED	2	8	1	0.5	8.000
Motors portes automàtiques ^[23]	0.28	4	1	0.7	0.833
Previsió recàrrega vehicles elèctrics ^[24]	22	8	0.8	0.9	126.720
TOTAL					245.505

Taula 1: Potències del pavelló esportiu

FS = Factor de simultaneïtat

FU = Factor d'utilització

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Els factors de simultaneïtat són tots molt pròxims a 1 degut a que quan s'està utilitzant el pavelló s'està utilitzant la totalitat d'aquests elements, com per exemple les llums, quan s'encenen les llums de la pista, s'encenen la totalitat de les llums de la pista. Al factor d'utilització passa una cosa semblant, ja que el pavelló s'utilitza tots els dies, el matí i a la tarda, per tant només els elements que s'utilitzen puntualment, com ara la cafeteria o els marcadors i les pantalles LED, tenen un factor inferior.

Amb la potència obtinguda ja podem començar a fer els càlculs de secció, per fer els càlculs s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, agafem aquest factor ja que és el factor més petit que ens trobem dins la instal·lació interior, i per tant adaptem la derivació individual a la pitjor situació possible per fer-la més segura. Al ser una línia trifàsica la tensió és de 400 V. El cable tindrà tensió assignada de 0.6/1 kV i protecció RZ1-K, el tub tindrà protecció contra el foc RF 30. El valor de les diferents seccions es pot trobar en la *Taula 5* de la ITC-BT-07^[2].

El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia trifàsica utilitzem l'*Equació (2)*:

$$I = \frac{245505}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 506.22 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 1.5%, ja que é un únic contador. La ρ del Cu és 1/44 m/Ω·mm², considerant una temperatura del conductor de 90°C, aquesta consideració serà només per les línies soterrades. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (4)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/44) \cdot \frac{45 \cdot 245505 \cdot 100}{400^2 \cdot 1.5} = 104.62 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 3x120, amb un neutre i una terra amb secció de 70 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x120+70N+70T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.31 %, és a dir, de 5.23 V.

• **Factor tèrmic**

La derivació anirà enterrada baix terra amb tubs de PVC. En primer lloc calculem la F_T, les dades dels diferents factors les agafem del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la ITC-BT-07^[1]. La instal·lació té les següents característiques.

Profunditat = 0.6 m | Temperatura del terreny = 10°C | Resistivitat tèrmica del terreny = 0.9 K.m/W

Instal·lació baix tub = Una línia de cable tripolar | Agrupació de línies trifàsiques = Una única línia

F₁ (Profunditat) = 1.01

F₂ (Temperatura del terreny) = 1.15

F₃ (Resistivitat tèrmica del terreny) = 1.03

F₄ (Instal·lació baix tub) = 0.8

F₅ (Agrupació de línies trifàsiques) = 1

F_T = 0.957

Amb el resultat obtingut, substituïm en l'*Equació (5)*:

$$I'_{MAX} = \frac{506.22}{0.957} = 528.97 \text{ A}$$

Mirem a taules la intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, trobem la intensitat de 570 A, que corresponen a una secció de 3x400 mm², amb un neutre i una terra de secció de 200 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x400+200N+200T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (8) i posteriorment l'Equació (9). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{MAX} = \frac{25000000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 36084.39 \text{ A} \quad S = \frac{36084.39 \cdot \sqrt{0.2}}{115} = 140.33 \text{ mm}^2$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 3x150 mm², amb un neutre i una terra de secció de 95 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x150+95N+95T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 3x400+200N+200T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[1] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 250 mm.

Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 550 A i poder de tall de 50 kA. L'intensitat del magnetotèrmic sempre ha de ser el valor inferior més proper a l'intensitat màxima admissible de la secció del cable, i el poder de tall ha de ser superior a la I_{MAX} del circuit.

3. Quadre general elèctric

En aquest apartat es calcula les diferents seccions de cable, que parteixen desde el quadre general. Les línies de derivació als diferents subquadres es calcularà en el seu subapartat corresponent. S'utilitzaran els tres mateixos mètodes per calcular la secció que amb la derivació individual, tot i que, actualment el mètode de curtcircuit ja no s'utilitza gaire per el càlcul de la secció a l'interior de l'edifici.

Tota la instal·lació elèctrica interior es realitzarà mitjançant canalitzacions fixes en superfície, a excepció de el cablejat fins les faroles, que es realitzarà amb tubs baix terra. Segons la ITC-BT-20^[2], els cables tindran una tensió assignada de 450/750 V i protecció IP4X, i les canalitzacions hauran de complir la ITC-BT-21^[2]. Per el cas especial dels motors, s'ha d'aplicar un factor de 1.25 a la intensitat del motor de major potència, i posterior ment sumar les intensitats de la resta dels motors, tal com esta indicat en la ITC-BT-47^[2]. El Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] també ens indica que cada línia de il·luminació pot tenir com a màxim 30 punts de llum, i que la seva secció mínima ha de ser de 1.5 mm². Les línies corresponents a les preses de corrent només poden tenir 20 preses de corrent en cada línia, i la seva secció mínima ha de ser de 2.5mm². A la il·luminació exterior i a les faroles s'ha d'aplicar un factor de 1.8 com ens indica el reglament, ja que són elements d'il·luminació a l'exterior d'un edifici.

A la taula següent, tenim les diferents línies i les seves potències:

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació passadissos ^[3]	0.034	23	1	1	0.782
Il·luminació magatzem ^[3]	0.034	11	1	1	0.374
Il·luminació sala màquines ^[3]	0.034	12	1	1	0.408
Il·luminació entrada ^[4]	0.08	16	1	1	1.280
Il·luminació grades ^[4]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació pista 1 ^[4]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació pista 2 ^[4]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació d'emergència ^[5]	0.003	69	1	1	0.207
Il·luminació exterior 1 ^[6]	0.15	23	1	1	6.210
Il·luminació exterior 2 ^[6]	0.15	23	1	1	6.210
Faroles ^[7]	0.5	6	1	1	5.400
Preses de corrent 1	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Preses de corrent 2	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Preses de corrent 3	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Ventilació forçada ^[9]	1.5	5	1	0.7	5.250
Bomba d'aigua ^[10]	4.5	1	1	0.8	3.600
Videomarcador	1.2	1	1	0.5	0.600
Pantalles LED	2	8	1	0.5	8.000
Motors portes automàtiques ^[23]	0.28	4	1	0.7	0.833

Taula 2: Línies del quadre general

3.1 Línia il·luminació passadissos

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, com ens indica el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió per línies d'il·luminació^[2], tots els Cos φ seran definits per el que ens indica el reglament. Al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{782}{230 \cdot 0,7} = 4.86 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, aquesta consideració es per totes les línies no soterrades, és a dir, les línies en superfície, i la longitud de la línia és de 75 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 75 \cdot 752 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 1.32 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.64 %, és a dir, de 6.07 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant *k*, segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, *t*, és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4.

Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació dels passadissos és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

3.2 Línia il·luminació magatzem

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{374}{230 \cdot 0,7} = 2.32 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 115 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 115 \cdot 374 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0.97 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.94 %, és a dir, de 4.45 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4.

Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació del magatzem és de $1.5+1.5N+1.5T$, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

3.3 Línia il·luminació sala de màquines

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{408}{230 \cdot 0,7} = 2,53 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 35 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 35 \cdot 408 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0,32 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1,5, amb un neutre i una terra amb secció de 1,5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.64 %, és a dir, de 1.48 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1,5 \cdot 115}{\sqrt{0,4}} = 272,75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4.

Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1,5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1,5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

3.4 Línia il·luminació entrada

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{1280}{230 \cdot 0,7} = 7,95 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 95 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 95 \cdot 1280 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 2,74 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 4, amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm². Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.05 %, és a dir, de 4.72 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{4 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 727,32 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 4 mm², amb un neutre i una terra de secció de 4 mm². Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 4+4N+4T, com aquesta secció és superior a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

3.5 Línia il·luminació grades i pista

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. En aquest cas es calculen tres línies a la vegada, ja que tenen la mateixa potència, l'única diferència serà en el mètode de caiguda de tensió, en el qual tenim tres distàncies diferents. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2400}{230 \cdot 0,7} = 14,91 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

- Il·luminació grades (165 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 165 \cdot 2400 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 8,91 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.67 %, és a dir, de 6.15 V.

- Il·luminació pista 1 (185 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 185 \cdot 2400 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 9,99 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.00 %, és a dir, de 6.89 V.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

- Il·luminació pista 2 (205 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 205 \cdot 2400 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 11.07 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 16, amb un neutre i una terra amb secció de 16 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.08 %, és a dir, de 4.77 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{10 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1818.31 \text{ A}$$

$$I_{cc} = \frac{16 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 2909.30 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir les dues seccions que hem obtingut anteriorment.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Les línies d'il·luminació de les grades i la pista 1 tindran un cable 10+10N+10T, amb tub de 25 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 16 A. La línia d'il·luminació pista 2, tindrà un cable de 16+16N+16T, amb tub de 32 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 16 A.

3.6 Línia il·luminació d'emergència

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{207}{230 \cdot 0,7} = 1,29 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 350 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 350 \cdot 207 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 1,63 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 2.5, amb un neutre i una terra amb secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.96 %, és a dir, de 4.50 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{2,5 \cdot 115}{\sqrt{0,4}} = 454,58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

$2.5+2.5N+2.5T$, com aquesta secció és superior a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

3.7 Línia il·luminació exterior

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \phi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. Aquest apartat fa referència a les dues línies d'il·luminació exterior, però com tenen les mateixes característiques només es realitzaran els càlculs una vegada. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{6210}{230 \cdot 0,7} = 38.57 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 130 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 130 \cdot 6210 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 18.17 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 25, amb un neutre i una terra amb secció de 16 mm². Per tant, el cablejat final queda com 25+16N+16T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.18 %, és a dir, de 5.01 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 44 A, que corresponen a una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{25 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 4545.77 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 25 mm², amb un neutre i una terra de secció de 25 mm². Per tant, el cablejat final queda com 25+25N+25T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació exterior és de 25+25N+25T, com aquesta secció és superior a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 40 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 50 A.

3.8 Línia il·luminació faroles

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{5400}{230 \cdot 0,7} = 33,54 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és 1/44 m/Ω·mm², considerant una temperatura del conductor de 90°C, i la longitud de la línia és de 155.5 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/44) \cdot \frac{2 \cdot 155,5 \cdot 5400 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 24,05 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 25, amb un neutre i una terra amb secció de 16 mm². Per tant, el cablejat final queda com 25+16N+16T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.89 %, és a dir, de 6.64 V.

- **Factor tèrmic**

La derivació anirà enterrada baix terra amb tubs de PVC. En primer lloc calculem la F_T, les dades dels diferents factors les agafem del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la ITC-BT-07^[1]. La instal·lació té les següents característiques.

Profunditat = 0.6 m | Temperatura del terreny = 10°C | Resistivitat tèrmica del terreny = 0.9 K.m/W

Instal·lació baix tub = Una línia de cable tripolar | Agrupació de línies trifàsiques = Tres línies a
 d=0.15 m

F₁ (Profunditat) = 1.01

F₂ (Temperatura del terreny) = 1.15

F₃ (Resistivitat tèrmica del terreny) = 1.03

F₄ (Instal·lació baix tub) = 0.8

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

$$F_5 \text{ (Agrupació de línies trifàsiques)} = 0.77$$

$$F_T = 0.737$$

Amb el resultat obtingut, substituïm en l'Equació (5):

$$I'_{MAX} = \frac{33.54}{0.737} = 45.51 \text{ A}$$

Mirem a taules la intensitat màxima admissible, per protectors de PVC enterrats baix terra, toquem la intensitat de 56 A, que corresponen a una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{25 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 4545.77 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 25 mm², amb un neutre i una terra de secció de 25 mm². Per tant, el cablejat final queda com 25+25N+25T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 25+25N+25T, com aquesta secció és superior a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 40 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 50 A.

3.9 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \phi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. Aquest apartat inclou les tres línies de preses de corrent, l'única diferència són els metres de cables. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{4140}{230 \cdot 0,7} = 25.71 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

- Preses de corrent 1 (80 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5.%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 80 \cdot 4140 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 4.47 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 6, amb un neutre i una terra amb secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.73 %, és a dir, de 8.57 V.

- Preses de corrent 1 (105 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5.%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (33), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 105 \cdot 4140 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 5.87 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 6, amb un neutre i una terra amb secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.89 %, és a dir, de 11.25 V.

- Preses de corrent 2 (130 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5.%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 130 \cdot 4140 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 7.27 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.63 %, és a dir, de 8.36 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 32 A, que corresponen a una secció de 6 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{6 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1090.99 \text{ A} \qquad I_{CC} = \frac{10 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1818.31 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Les dues seccions compleixen que siguin més petites que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Les línies de preses de corrent 1 i 2 tindran un cable 6+6N+6T, amb tub de 25 mm de diàmetre i magnetotèrmic de 32 A. La línia de preses de corrent 3 tindrà un cable 10+10N+10T, amb tub de 25 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 32 A.

3.10 Línia ventilació forçada

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \phi$) és de 0,7, i al ser una línia trifàsica la tensió és de 400 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia trifàsica utilitzem l'Equació (2):

$$I = \frac{5250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 10.83 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5%. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 120 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{120 \cdot 5250 \cdot 100}{400^2 \cdot 5} = 1.41 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.69 %, és a dir, de 18.75 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (8) i posteriorment l'Equació (9). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{MAX} = \frac{1000000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.38 \text{ A} \quad S = \frac{1443.38 \cdot \sqrt{0.2}}{115} = 5.61 \text{ mm}^2$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de $3 \times 6 \text{ mm}^2$, amb un neutre i una terra de secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 3x6+6N+6T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $3 \times 6 + 6 \text{ N} + 6 \text{ T}$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 20 A.

3.10 Línia bomba d'aigua

Amb la potència que tenim a la Taula 2 podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia trifàsica la tensió és de 400 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia trifàsica utilitzem l'Equació (2):

$$I = \frac{3600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 7.42 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 120 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{20 \cdot 3600 \cdot 100}{400^2 \cdot 5} = 0.16 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.54 %, és a dir, de 2.14 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la Taula 1. La nostra

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (8) i posteriorment l'Equació (9). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{MAX} = \frac{1000000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.38 \text{ A} \quad S = \frac{1443.38 \cdot \sqrt{0.2}}{115} = 5.61 \text{ mm}^2$$

En obtenir aquesta S ens desplace a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de $3 \times 6 \text{ mm}^2$, amb un neutre i una terra de secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $3 \times 6 + 6N + 6T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $3 \times 6 + 6N + 6T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 20 A.

3.8 Línia videomarcador i pantalles LED

Amb la potència que tenim a la Taula 2 podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{8600}{230 \cdot 0,7} = 53.32 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 120 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 120 \cdot 8600 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 11.61 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 16, amb un neutre i una terra amb secció de 16 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $16+16N+16T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.63 %, és a dir, de 8.35 V.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 59 A, que corresponen a una secció de 16 mm², amb un neutre i una terra de secció de 16 mm². Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{16 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 2909.30 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 16 mm², amb un neutre i una terra de secció de 16 mm². Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 16+16N+16T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 40 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens trobem un problema no hi ha un magnetotèrmic que sigui superior a la intensitat de la línia e inferior a la intensitat màxima admissible, per tant s'ha d'augmentar la secció a 25 mm², i ens queda un cable de 25+25N+25T, amb tub de 40 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 63 A.

3.8 Línia motors portes automàtiques

Amb la potència que tenim a la *Taula 2* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos ϕ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{833}{230 \cdot 0,7} = 5.17 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és 1/44 m/Ω·mm², considerant una temperatura del conductor de 90°C, i la longitud de la línia és de 132 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

$$S = (1/44) \cdot \frac{2 \cdot 132 \cdot 833 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 1.89 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 2.5, amb un neutre i una terra amb secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.78 %, és a dir, de 8.69 V.

• **Factor tèrmic**

La derivació anirà enterrada baix terra amb tubs de PVC. En primer lloc calculem la F_T, les dades dels diferents factors les agafem del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la ITC-BT-07^[1]. La instal·lació té les següents característiques.

Profunditat = 0.6 m | Temperatura del terreny = 10°C | Resistivitat tèrmica del terreny = 0.9 K.m/W

Instal·lació baix tub = Una línia de cable tripolar | Agrupació de línies trifàsiques = Tres línies a d=0.15 m

F₁ (Profunditat) = 1.01

F₂ (Temperatura del terreny) = 1.15

F₃ (Resistivitat tèrmica del terreny) = 1.03

F₄ (Instal·lació baix tub) = 0.8

F₅ (Agrupació de línies trifàsiques) = 0.77

F_T = 0.737

Amb el resultat obtingut, substituïm en l'Equació (5):

$$I'_{MAX} = \frac{5.17}{0.737} = 7.01 \text{ A}$$

Mirem a taules la intensitat màxima admissible, per protectors de PVC, toquem la intensitat de 13.5 A, que corresponen a una secció de 3x1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x1.5+1.5N+1.5T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k, segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t, és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 2.5+2.5N+2.5T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i escollim un magnetotèrmic de 10 A.

4. Subquadres elèctrics

4.1 Cafeteria

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, que té una distància total de 43 metres, aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la cafeteria.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[3]	0.034	10	1	1	0.340
Preses de corrent	3.45	16	0.2	0.3	3.312
Aire condicionat ^[8]	3	1	0.7	0.8	1.680
Cafetera ^[11] i planxa ^[14]	6.35	1	1	0.65	6.078
	3	1	1	0.65	
Nevera ^[12] , nevera begudes ^[13] , taula refrigerada ^[15] , rentaplats ^[16] i microones ^[17]	0.23	1	1	0.65	2.902
	0.21	1	1	0.65	
	0.275	1	1	0.65	
	2.65	1	1	0.65	
	1.1	1	1	0.65	
TOTAL					14.312

Taula 3: Línies del subquadre de cafeteria

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (2), ja que tenim una línia trifàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{14312}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 29.51 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{43 \cdot 14312 \cdot 100}{400^2 \cdot 3} = 2.29 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 3x2.5, amb un neutre i una terra amb secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x2.5+2.5N+2.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.75 %, és a dir, de 10.99 V.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 30 A, que corresponen a una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (8)* i posteriorment l'*Equació (9)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{MAX} = \frac{1000000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.38 \text{ A} \quad S = \frac{1443.38 \cdot \sqrt{0.2}}{115} = 5.61 \text{ mm}^2$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 3x6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x6+6N+6T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 3x6+6N+6T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm.

Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, i observem que ningun pot complir que sigui superior a la intensitat de línia e inferior a la intensitat màxima admissible, per tant s'ha d'augmentar la secció 3x10+10N+10T, amb tub de 32 mm, i ara si podem escollir un magnetotèrmic de 32 A.

4.1.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 3* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{340}{230 \cdot 0,7} = 2.11 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 35 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 35 \cdot 340 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0.27 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.54 %, és a dir, de 1.23 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.1.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 3* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos ϕ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{3312}{230 \cdot 0,7} = 20.57 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 38 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 38 \cdot 3312 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 1.70 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 2.5, amb un neutre i una terra amb secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.40 %, és a dir, de 7.82 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 24 A, que corresponen a una secció de 4 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $4+4N+4T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{4 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 727.32 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 4 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $4+4N+4T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $4+4N+4T$, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 25 A.

4.1.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la *Taula 3* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{1680}{230 \cdot 0,7} = 10,43 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 25 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 25 \cdot 1680 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0,57 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1,5, amb un neutre i una terra amb secció de 1,5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1,89 %, és a dir, de 4,35 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13,5 A, que corresponen a una secció de 1,5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1,5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0,4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1,5 \cdot 115}{\sqrt{0,4}} = 272,75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1,5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1,5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 1.5+1.5N+1.5T. A

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.1.4 Línia cafetera i planxa

Amb la potència que tenim a la *Taula 3* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia trifàsica la tensió és de 400 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia trifàsica utilitzem l'*Equació (2)*:

$$I = \frac{6078}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 12,53 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5%. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 120 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (4)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{10 \cdot 6078 \cdot 100}{400^2 \cdot 5} = 0,14 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 3x1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.27 %, és a dir, de 1.09 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (8)* i posteriorment l'*Equació (9)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k, segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t, és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{MAX} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360,84 \text{ A} \qquad S = \frac{360,84 \cdot \sqrt{0,2}}{115} = 1,40 \text{ mm}^2$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 3x1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 3x1.5+1.5N+1.5T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $3 \times 1.5 + 1.5N + 1.5T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, i ens adonem que no podem escollir cap seguint el reglament, en conseqüència hem d'augmentar la secció i tenim $3 \times 2.5 + 2.5N + 2.5T$, amb un tub de 20 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 16 A.

4.1.5 Línia nevera, nevera begudes, taula refrigerada, rentaplats i microones

Amb la potència que tenim a la *Taula 3* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2902}{230 \cdot 0,7} = 18.02 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5%. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 15 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 15 \cdot 2902 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.59 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com $1.5 + 1.5N + 1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.96 %, és a dir, de 4.51 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com $2.5 + 2.5N + 2.5T$.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $2.5+2.5N+2.5T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens trobem que no podem escollir cap complint la normativa, per tant, s'ha d'augmentar la secció i tenim un cable $4+4N+4T$, amb tub de 20 mm de diàmetre, i una magnetotèrmic de 20 A.

4.2 Sala de conferències

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, que té una distància total de 50 metres, aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la sala de conferències.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[3]	0.034	8	1	1	0.272
Preses de corrent 1	3.45	11	0.2	0.3	2.277
Preses de corrent 2	3.45	11	0.2	0.3	2.277
Aire condicionat ^[8]	3	1	0.7	0.8	1.680
TOTAL					6.506

Taula 4: Línies del subquadre de la sala de conferències

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (1), ja que tenim una línia monofàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{6506}{230 \cdot 0,7} = 40.41 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 50 \cdot 6506 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 7.32 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.
 Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.20 %, és a dir, de 5.05 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 44 A, que corresponen a una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (8)* i posteriorment l'*Equació (9)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant *k*, segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, *t*, és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{10 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1818.31 \text{ A}$$

En obtenir aquesta *S* ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 10+10N+10T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm.

Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, i observem que ningun pot complir que sigui superior a la intensitat de línia e inferior a la intensitat màxima admissible, per tant s'ha d'augmentar la secció 16+16N+16T, amb tub de 32 mm, i ara si podem escollir un magnetotèrmic de 50 A.

4.2.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 4* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{272}{230 \cdot 0,7} = 1.69 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 24 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la *S*, i obtenim el resultat de la secció.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 24 \cdot 272 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0.15 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.54 %, és a dir, de 1.23 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant *k*, segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, *t*, és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.2.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 4* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2277}{230 \cdot 0,7} = 14.14 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

- Preses de corrent 1 (12 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 12 \cdot 2277 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.37 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.23 %, és a dir, de 2.83 V.

- Preses de corrent 2 (19 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 19 \cdot 2277 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.58 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.95 %, és a dir, de 4.48 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $2.5+2.5N+2.5T$, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 16 A.

4.2.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la *Taula 4* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{1680}{230 \cdot 0,7} = 10.43 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 10 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 10 \cdot 1680 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.43 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.44 %, és a dir, de 3.30 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 1.5+1.5N+1.5T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.3 Sala de gimnasia

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, que té una distància total de 60.5 metres, aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la sala de conferències.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[2]	0.034	12	1	1	0.408
Preses de corrent	3.45	12	0.2	0.3	2.484
Aire condicionat ^[8]	5.4	1	0.7	0.8	3.024
TOTAL					5.916

Taula 5: Línies del subquadre de la sala de gimnasia

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (1), ja que tenim una línia monofàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{5916}{230 \cdot 0,7} = 36.75 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 60.5 \cdot 5916 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 8.05 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.42 %, és a dir, de 5.56 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 44 A, que corresponen a una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (8)* i posteriorment l'*Equació (9)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{10 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1818.31 \text{ A}$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 10+10N+10T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, i escollim un magnetotèrmic de 40 A.

4.3.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 5* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{408}{230 \cdot 0,7} = 2.53 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 28 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 28 \cdot 408 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0.26 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.51 %, és a dir, de 1.18 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.3.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 5* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2484}{230 \cdot 0,7} = 15.43 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i una distàcia de 40 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 40 \cdot 2484 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 1.34 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.47 %, és a dir, de 10.29 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $2.5+2.5N+2.5T$, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 16 A.

4.3.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la *Taula 5* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \phi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{3024}{230 \cdot 0,7} = 18,78 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 33 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 33 \cdot 3024 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 1,35 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.49 %, és a dir, de 10.33 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 24 A, que corresponen a una secció de 4 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $4+4N+4T$.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{4 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454,58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 4 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $4+4N+4T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $4+4N+4T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 20 A.

4.4 Sala de musculació

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, que té una distància total de 22.5 metres, aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la sala de conferències.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[3]	0.034	24	1	1	0.816
Preses de corrent	3.45	10	0.2	0.3	2.070
Aire condicionat ^[8]	5.5	1	0.7	0.8	4.400
Cintes per a córrer ^[18] ,	1.5	2	1	1	7.200
bicicleta estàtica ^[19] i	1.5	2	1	1	
bicicleta elíptica ^[20]	0.6	2	1	1	
TOTAL					14.486

Taula 6: Línies del subquadre de la sala de musculació

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (1), ja que tenim una línia monofàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{14486}{230 \cdot 0,7} = 89.98 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 33 \cdot 14486 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 10.76 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 16, amb un neutre i una terra amb secció de 16 mm². Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.02 %, és a dir, de 4.64 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la Taula 1. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 96 A, que corresponen a una secció de 35 mm², amb un neutre i una terra de secció de 35 mm². Per tant, el cablejat final queda com 35+16N+16T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (8) i posteriorment l'Equació (9). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{35 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 6364.08 \text{ A}$$

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 35 mm², amb un neutre i una terra de secció de 35 mm². Per tant, el cablejat final queda com 35+16N+16T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 35+16N+16T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[1] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 40 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, i ens trobem que no hi ha cap magnetotèrmic que compleixi amb les nostres característiques, per tant, hem d'incrementar la secció i tenim un cable de 50+25N+25T, amb tub de 50 mm de diàmetre i un magnetotèrmic de 100 A.

4.4.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 6* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{816}{230 \cdot 0,7} = 5.07 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 72 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 72 \cdot 816 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 1.32 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.64 %, és a dir, de 6.08 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant *k*, segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, *t*, és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.4.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 6* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2070}{230 \cdot 0,7} = 12.86 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i una distàcia de 55 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 55 \cdot 2070 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 2.01 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 2.5, amb un neutre i una terra amb secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.02 %, és a dir, de 9.26 V.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

● **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

● **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 2.5+2.5N+2.5T, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 16 A.

4.4.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la *Taula 6* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{4400}{230 \cdot 0,7} = 27.33 \text{ A}$$

● **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 60 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 60 \cdot 4400 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 3.56 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 4, amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm². Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.46 %, és a dir, de 10.25 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 32 A, que corresponen a una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{6 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1090.99 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 6+6N+6T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 32 A.

4.4.4 Línia cintes per a correr, bicicletes estàtiques i bicicletes elíptiques

Amb la potència que tenim a la *Taula 6* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{7200}{230 \cdot 0,7} = 44.72 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 40 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 40 \cdot 7200 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 3.89 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 4, amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 4.46 %, és a dir, de 10.25 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 59 A, que corresponen a una secció de 16 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 16 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{16 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 2090.30 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 16 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 16 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com 16+16N+16T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 16+16N+16T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 32 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 50 A.

4.5 Vestuaris dels jugadors

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, al tenir quatre vestuaris, s'ha de calcular per les 4 distàncies, que són 24.5, 36, 41.5 i 65.5 metres respectivament. Aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la sala de conferències.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[3]	0.034	12	1	1	0.408
Preses de corrent	3.45	12	0.2	0.3	2.484
Aire condicionat ^[8]	3.5	1	0.7	0.8	1.960
Assecador de mans ^[21] i	1.1	2	1	0.5	0.550
assegador de cabells ^[22]	2	2	1	0.5	1.000
TOTAL					6.402

Taula 7: Línies del subquadre del vestuari dels jugadors

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (1), ja que tenim una línia monofàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{6402}{230 \cdot 0,7} = 39.76 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

- Vestuaris de jugadors 1 (36 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 36 \cdot 6402 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 4.75 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 6, amb un neutre i una terra amb secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $6+6N+6T$.

Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.38 %, és a dir, de 5.47 V.

- Vestuaris de jugadors 2 (24.5 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 24.5 \cdot 6402 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 3.53 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 4, amb un neutre i una terra amb secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T.
 Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.65 %, és a dir, de 6.09 V.

- Vestuaris de jugadors 3 (41.5 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 41.5 \cdot 6402 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 5.98 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 6, amb un neutre i una terra amb secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.
 Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.99 %, és a dir, de 6.88 V.

- Vestuaris de jugadors 4 (65.5 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 65.5 \cdot 6402 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 9.44 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 10, amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.
 Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.83 %, és a dir, de 6.51 V.

● **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 44 A, que corresponen a una secció de 10 mm², amb un neutre i una terra de secció de 10 mm². Per tant, el cablejat final queda com 10+10N+10T.

● **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (8) i posteriorment l'Equació (9). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{10 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1818.31 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

En obtenir aquesta S ens desplaçem a les taules i busquem la més propera superiorment i obtenim una secció de 10 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $10+10N+10T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de $10+10N+10T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm . Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic de 40 A .

4.5.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 7* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W . El factor de potència ($\cos \varphi$) és de $0,7$, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V . El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{408}{230 \cdot 0,7} = 2,53 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3% . La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 46 metres . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 46 \cdot 408 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0,42 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de $1,5$, amb un neutre i una terra amb secció de $1,5 \text{ mm}^2$. Per tant, el cablejat final queda com $1,5+1,5N+1,5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del $0,84 \%$, és a dir, de $1,94 \text{ V}$.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de $13,5 \text{ A}$, que corresponen a una secció de $1,5 \text{ mm}^2$, amb un neutre i una terra de secció de $1,5 \text{ mm}^2$. Per tant, el cablejat final queda com $1,5+1,5N+1,5T$.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115 . Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de $0,4 \text{ s}$, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1,5 \cdot 115}{\sqrt{0,4}} = 272,75 \text{ A}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de $1.5+1.5N+1.5T$, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.5.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 7* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{2484}{230 \cdot 0,7} = 15.43 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i una distància de 40 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 35 \cdot 2484 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 1.17 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 3.91 %, és a dir, de 9.00 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules,

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $2.5+2.5N+2.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de $2.5+2.5N+2.5T$, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 16 A.

4.5.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la *Taula 7* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \varphi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{1960}{230 \cdot 0,7} = 12.17 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 28 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S , i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 28 \cdot 1960 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.74 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.47 %, és a dir, de 5.68 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

A, que corresponen a una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{cc} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm^2 , amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de $1.5+1.5N+1.5T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i observem que cap compleix amb la normativa, per tant, hem de pujar la secció, i en conseqüència tenim un cable $2.5+2.5N+2.5T$, amb un tub de 20 mm i un magnetotèrmic de 16 A.

4.5.4 Línia assecador de mans i assecador de cabells

Amb la potència que tenim a la Taula 7 podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència ($\cos \phi$) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{1550}{230 \cdot 0,7} = 9.63 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C , i la longitud de la línia és de 10 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 10 \cdot 1550 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.21 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $1.5+1.5N+1.5T$. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.70 %, és a dir, de 1.60 V.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

● **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

● **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 1.5+1.5N+1.5T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.6 Vestuaris dels àrbitres

El primer pas d'aquest apartat es calcular la secció de la derivació al subquadre, al tenir quatre vestuaris, s'ha de calcular per les dues distàncies, que són 32 i 38.5 metres respectivament. Aquest càlcul es realitzarà per tres mètodes, per caiguda de tensió, per factor tèrmic i per curtcircuit. El primer pas per calcular aquesta secció, és obtenir la potència a la qual està sotmès, a continuació tenim una taula on es mostra les diferents potències de la sala de conferències.

Element	Potència unitaria [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[3]	0.034	4	1	1	0.136
Preses de corrent	3,45	10	0.2	0.3	2.070
Aire condicionat ^[8]	1.5	1	1	0.8	1.200
Assecador de mans ^[21]	1.1	2	1	0.5	0.550

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Assecador de cabells ^[22]	2	2	1	0.5	1.000
TOTAL					4.956

Taula 8: Línies del subquadre del vestuari dels àrbitres

Amb la potència obtinguda en la taula anterior i l'Equació (1), ja que tenim una línia monofàsica, podem obtenir la intensitat de la línia. Recordem que la factor de potència per a l'instal·lació interior del pavelló esportiu és de 0.7.

$$I = \frac{4956}{230 \cdot 0,7} = 30.78 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

- Vestuaris d'àrbitres 1 (32 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 32 \cdot 4956 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 3.57 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 4, amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm². Per tant, el cablejat final queda com 4+4N+4T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.68 %, és a dir, de 6.16 V.

- Vestuaris d'àrbitres 2 (38.5 metres):

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és $1/56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura de 20°C. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 38.5 \cdot 4956 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 4.29 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 6, amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.15%, és a dir, de 4.94 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la Taula 1. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 32 A, que corresponen a una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules,

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{6 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 1090.99 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 6 mm², amb un neutre i una terra de secció de 6 mm². Per tant, el cablejat final queda com 6+6N+6T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació individual és de 6+6N+6T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 25 mm. Amb l'elecció del cable també escollim un magnetotèrmic, i escollim un magnetotèrmic de 32 A.

4.6.1 Línia il·luminació

Amb la potència que tenim a la *Taula 8* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{136}{230 \cdot 0,7} = 0.84 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i la longitud de la línia és de 18 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'*Equació (3)*, s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 18 \cdot 136 \cdot 100}{230^2 \cdot 3} = 0.06 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.11 %, és a dir, de 0.25 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aquestes proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T, com aquesta secció és igual a la que ens marca com a secció mínima el reglament no fa falta augmentar-la. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

4.6.2 Línia preses de corrent

Amb la potència que tenim a la *Taula 8* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{2070}{230 \cdot 0,7} = 15.43 \text{ A}$$

• **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de 20°C, i una distàcia de 12 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 12 \cdot 2070 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.34 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 1.12 %, és a dir, de 2.57 V.

• **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 18.5 A, que corresponen a una secció de 2.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{2.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 454.58 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 2.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 2.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 2.5+2.5N+2.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 2.5+2.5N+2.5T, i compleix amb el límit establert al reglament. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 20 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 16 A.

4.6.3 Línia aire condicionat

Amb la potència que tenim a la Taula 8 podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'Equació (1):

$$I = \frac{1200}{230 \cdot 0,7} = 7.45 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és 1/56 i la longitud de la línia és de 5 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2.5 \cdot 1200 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.14 \text{ mm}^2$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.27 %, és a dir, de 0.62 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'*Equació (7)*. Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentres que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia d'il·luminació és de 1.5+1.5N+1.5T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic de 10 A.

4.6.4 Línia assecador de mans i assecador de cabells

Amb la potència que tenim a la *Taula 7* podem fer els càlculs per obtenir la secció, s'utilitza la potència amb les unitats de W. El factor de potència (Cos φ) és de 0,7, i al ser una línia monofàsica la tensió és de 230 V. El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia monofàsica utilitzem l'*Equació (1)*:

$$I = \frac{1550}{230 \cdot 0,7} = 9.63 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 5 %. La ρ del Cu és 1/56 m/Ω·mm², considerant una temperatura de

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

20°C, i la longitud de la línia és de 5 metres. Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (3), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/56) \cdot \frac{2 \cdot 5 \cdot 1550 \cdot 100}{230^2 \cdot 5} = 0.10 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 1.5, amb un neutre i una terra amb secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T. Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 0.35 %, és a dir, de 0.80 V.

- **Factor tèrmic**

En els casos per calcular la secció per factor tèrmic dins el pavelló esportiu existeix una taula en la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la *Taula 1*. La nostra instal·lació serà realitzada en superfície, baix tubs de protecció i canals, amb aquestes característiques, tenim el cas B2, busquem la intensitat més propera superiorment i aquesta ens donarà la secció del cable. Obtenim una intensitat màxima admissible per cable de coure, amb protectors de PVC, de 13.5 A, que corresponen a una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

- **Curtcircuit**

Podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.4 s, com està indicat en la ITC-BT-24.

$$I_{CC} = \frac{1.5 \cdot 115}{\sqrt{0.4}} = 272.75 \text{ A}$$

Per obtenir la secció per aquest mètode s'ha d'anar provant les diferents seccions normalitzades i comprovar que la intensitat de curtcircuit que obtenim sigui menor que la intensitat de curtcircuit de la instal·lació, que s'ha calculat anteriorment, concretament el subapartat curtcircuit de la pàgina 4. La secció amb la qual és comença a fer aqueste proves és la secció més gran que s'ha trobat en els dos mètodes anterior. Com tenim una intensitat més petita, podem escollir una secció de 1.5 mm², amb un neutre i una terra de secció de 1.5 mm². Per tant, el cablejat final queda com 1.5+1.5N+1.5T.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la línia és de 1.5+1.5N+1.5T. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 16 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 10 A.

5. Recàrrega de vehicles elèctrics

Els vuit punts de recàrrega de vehicles partiran, de forma individual, desde el quadre general del pavelló. Cada una de les línies té el seu propi contador, interruptor diferencial i magnetotèrmic. Les derivacions als carregadors es realitzaran mitjançant tub PVC enterrat. Per agilitzar els càlculs es faran dos grups, amb quatre carregadors cadascun, per tant, hi ha 2 distàncies. Per tant tindrem 4 carregadors a 33 metres de distància del quadre elèctric i 4 carregadors més a 68 metres.

A continuació mostrem els càlculs realitzats per calcular les principals característiques de les línies de recàrrega de vehicles elèctrics.

El primer pas és calcular la intensitat de la línia, com tenim una línia trifàsica utilitzem l'Equació (2), en tots dos casos serà la mateixa per les dues línies:

$$I = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = 45,36 \text{ A}$$

- **Caiguda de tensió**

- Distància de 33 metres

El primer aspecte a tenir en compte és que el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] ens indica una caiguda màxima de tensió del 3%. La ρ del Cu és $1/44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, considerant una temperatura del conductor de 90°C . Amb aquestes dades ja podem substituir els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/44) \cdot \frac{33 \cdot 22000 \cdot 100}{400^2 \cdot 3} = 3,44 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 3×4 , amb un neutre i una terra amb secció de 4 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $3 \times 4 + 4N + 4T$.

Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.58%, és a dir, de 10.31 V.

- Distància de 68 metres

Amb les mateixes dades que en el cas anterior, però ara amb una distància de 68 metres, substituïm els valors en l'Equació (4), s'ha d'aïllar la S, i obtenim el resultat de la secció.

$$S = (1/44) \cdot \frac{68 \cdot 22000 \cdot 100}{400^2 \cdot 3} = 7,08 \text{ mm}^2$$

Amb les taules agafem la secció més pròxima superiorment, per tant, tenim una secció de 3×10 , amb un neutre i una terra amb secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $3 \times 10 + 10N + 10T$.

Amb aquesta secció tenim una caiguda de tensió del 2.13 %, és a dir, de 8.50 V.

- **Factor tèrmic**

La derivació anirà enterrada baix terra amb tubs de PVC. En primer lloc calculem la F_T , les dades dels diferents factors les agafem del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2], concretament la ITC-BT-07^[2]. La instal·lació té les següents característiques.

Profunditat = 0.6 m | Temperatura del terreny = 10°C | Resistivitat tèrmica del terreny = $0.9 \text{ K} \cdot \text{m}/\text{W}$

Instal·lació baix tub = Una línia de cable tripolar | Agrupació de línies trifàsiques = Tres línies a $d=0.15 \text{ m}$

F_1 (Profunditat) = 1.01

F_2 (Temperatura del terreny) = 1.15

F_3 (Resistivitat tèrmica del terreny) = 1.03

F_4 (Instal·lació baix tub) = 0.8

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

F_5 (Agrupació de línies trifàsiques) = 0.77

$F_T = 0.737$

Amb el resultat obtingut, substituïm en l'Equació (5):

$$I'_{MAX} = \frac{45.36}{0.737} = 61.56 \text{ A}$$

Mirem a taules la intensitat màxima admissible, per protectors de PVC, toquem la intensitat de 75 A, que corresponen a una secció de $3 \times 10 \text{ mm}^2$, amb un neutre i una terra de secció de 10 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $3 \times 10 + 10N + 10T$.

• **Curtcircuit**

Com la línia és trifàsica també podem calcular la secció del cable a través del curtcircuit, mitjançant l'Equació (7) i posteriorment l'Equació (8). Tenim que tenir en consideració que el material del cable és coure i la protecció serà de PVC, per tant k , segons taules, té un valor de 115. Mentre que el temps de tret del interruptor, t , és de 0.2 s, com ens indica la taula del reglament.

$$I_{MAX} = \frac{1000000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 144.38 \text{ A} \quad S_{CC} = \frac{144.38 \cdot \sqrt{0.2}}{115} = 5.61 \text{ mm}^2$$

Mirem a taules les seccions de cables normalitzades i trobem que la més pròxima superiorment correspon a una secció de $3 \times 6 \text{ mm}^2$, amb un neutre i una terra de secció de 6 mm^2 . Per tant, el cablejat final queda com $3 \times 6 + 6N + 6T$.

Després d'obtenir els resultats dels tres mètodes, escollim el que ens indica unes condicions més desfavorables, és a dir, el de la secció més gran. Per tant la secció de la derivació per a cada un dels punts de recàrrega de vehicles elèctrics és de $3 \times 10 + 10N + 10T$. A continuació mitjançant les taules del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2] escollim el diàmetre del tub, i ens surt que el tub de PVC té un diàmetre de 32 mm. Amb l'elecció del cable també escollim el magnetotèrmic corresponent, mitjançant les taules del reglament, i ens obtenim un magnetotèrmic de 63 A, amb 4 pols i un interruptor diferencial de 63 A, amb 4 pols i corrent de fuga de 300 mA .

6. Posada a terra

En aquest apartat es calcularà els requeriments necessaris per obtenir una instal·lació de posada a terra que proporcioni la seguretat suficient a les persones que utilitzin les instal·lacions. El primer pas és determinar la resistència que necessita la instal·lació. El nostre objectiu és obtenir la resistència de la posada a terra (R_A), per tant necessitem saber les tensions de contacte (U), que no han de superar els 24 V segons el Reglament^[2], i les corrents residuals (I_A), en aquest cas la sensibilitat és de 300 mA. Amb aquestes dades podem obtenir la resistència de la terra necessària.

$$R_A \leq \frac{U}{I_A} = \frac{24}{0.3} \leq 80 \Omega \quad (9)$$

Ara que tenim la resistència de la terra, s'ha de calcular la resistència de l'anell perimetral de coure. La instal·lació està feta per piques de coure de 2 metres, i la longitud del cablejat és posada a terra és de 230 metres de coure nu de 35 mm² de secció. El terreny està compost per pedres calcàries toves, que segons el ITC-BT-18^[2] té una resistència entre 100 i 300 $\Omega \cdot m$, per fer els càlculs utilitzarem el valor intermig de 200 $\Omega \cdot m$. Ara s'ha de determinar la resistència de total del anell, amb la fórmula extreta el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[2].

$$R_{Anell} = \frac{2 \cdot \rho_{Terreny}}{L_{Anell}} = \frac{2 \cdot 200}{230} = 1.74 \Omega \quad (10)$$

Ara que tenim la resistència de l'anell, i observem que ja compleix amb la resistència que necessitem. Tot i això posarem piques de coure de 2 metres per augmentar la seguretat, ja que la resistència del terreny està condicionada per diversos factors que no podem controlar com ara la humitat o la temperatura. Calculem la distància que hi ha entre els diferents elèctrodes, i es fa mitjançant la fórmula de la ITC-BT-18^[1], en el subapartat 11.

$$D = \frac{I_d \cdot \rho_{Terreny}}{2 \cdot \pi \cdot V} = \frac{506.22 \cdot 200}{2 \cdot \pi \cdot 250} = 64.45 m \quad (11)$$

On tenim la I_d de la instal·lació, que era de 506.22 A i la V és 250 V ja que no és un sistema de distribució. Ens queda una distància mínima entre elèctrodes de 64.45 metres. Per aquesta distància posarem només 3 piques. Aquestes piques tindran la següent resistència.

$$R_{Piques} = \frac{\rho_{Terreny}}{L_{Piques} \cdot N_{piques}} = \frac{200}{2 \cdot 3} = 33.33 \Omega \quad (12)$$

Finalment, calculem com ens quedaria la resistència total de la terra. Recordem que les piques i l'anell són resistències que es troben en paral·lel.

$$R_{Total} = \frac{1}{(1/R_{Piques}) + (1/R_{Anell})} = \frac{1}{(1/33.33) + (1/1.74)} = 1.65 \Omega \quad (13)$$

Ara ja tenim la instal·lació de posada totalment calculada, ja que la resistència total és menor a la calculada amb la *Equació 9*. Aquesta instal·lació ens queda com un anell de 230 metres de coure nu amb secció de 35mm², amb un total de 3 piques de coure de 2 metres, col·locades a una distància superior a 63.45 metres .

7. Instal·lació de plaques fotovoltàiques^[25]

En aquest últim apartat es calcularà les característiques principals de la instal·lació solar fotovoltaica per tal de fer front al consum del pavelló. Aquesta planta solar constarà de mòduls solars de 550 Wp^[26], inversors trifàsics Victron Multiplus II^[27] i bateries d'ió de liti Pylontech 2.8 kWh^[28].

Com la potència és superior a 5 kW, la tensió de la planta solar serà entre 120 i 300 V. Com la tensió de les plaques és de 31.86 V^[26], s'hauran d'instal·lar com a mínim 4 plaques en serie per tal d'arribar a la tensió mínima de 120 V, la resta ja pot ser en paral·lel, tal com es mostra en l'esquema següent.

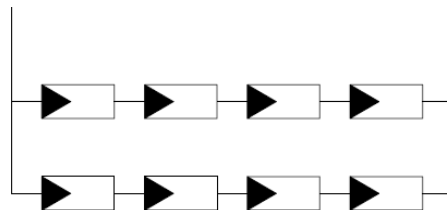


Figura 1: Instal·lació de les plaques solars

Una de les dades més importants a obtenir és la inclinació de les plaques. Normalment es posen a 45°, però una forma més precisa per calcular la inclinació òptima és sumar 10°, a la latitud d'on es troben aquestes plaques, optarem per aquest últim mètode. La latitud del pavelló és 38.922°, per tant la inclinació òptima seria de 48.922°, en conseqüència podríem optar per la inclinació de 45° com s'ha mencionat inicialment o la de 50°. La inclinació final serà escollida segons qui rebí més radiació solar incident durant el mes que menys radiació hi hagi, normalment gener o desembre. Per tal d'optimitzar l'obtenció d'energia en les pitjors condicions.

Les dades de la radiació solar les podem obtenir de la web del PVGIS - Photovoltaic Geographical Information System^[29], en aquesta web s'indica la localització de la instal·lació i l'angle i orientació de les plaques i ens mostra la radiació solar incident. En les figures posteriors ens mostren un recull de la radiació dels darrers 11 anys per les inclinacions de 45° i 50°, respectivament. Fent la mitja dels valors mínims obtindrem el valor del RSI per aquestes dues inclinacions.

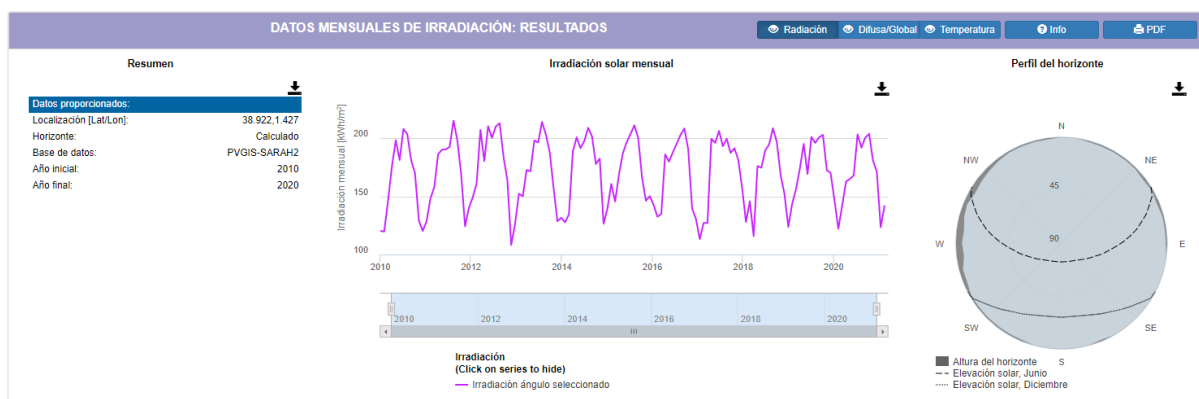


Figura 2: Radiació mensual per una inclinació de 45°

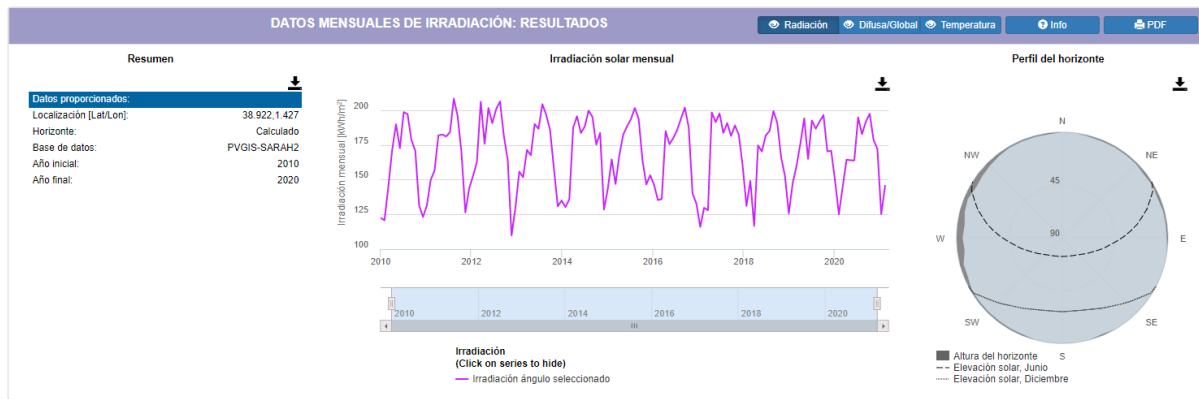


Figura 3: Radiació mensual per una inclinació de 50°

Amb les dades que podem obtenir de la Figura 2 i la Figura 3, calculem la radiació mitjana mínima dels darrers 11 anys.

Any	Inclinació de 45°	Inclinació de 50°
	Radiació mínima [kWh/m²·mes]	
2010	119.80	120.81
2011	120.29	123.19
2012	124.30	126.45
2013	108.22	109.85
2014	127.72	130.27
2015	126.43	128.49
2016	132.54	135.28
2017	113.34	115.98
2018	115.82	116.67
2019	123.75	125.72
2020	122.13	125.10
2021	123.42	125.25
MITJA	121.48	123.59

Taula 9: Radiació segons la inclinació de la placa

De la taula anterior extreiem que l'inclinació òptima és la de 50°, a partir podem començar a determinar les característiques de l'instal·lació solar és fer una gràfica del consum del pavelló hora a hora i comparar amb la radiació que s'obté diàriament, en la següent figura és mostra l'evolució de la radiació diària durant el més de gener^[29], quan menys radiació hi ha.

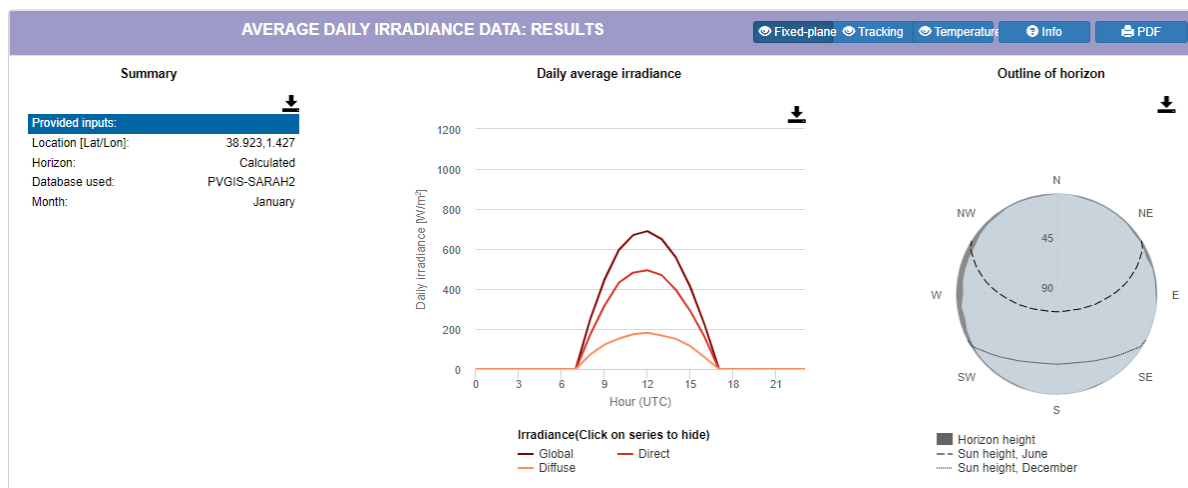


Figura 4: Radiació diària per una inclinació de 50° al mes de gener

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247.68	446.72	594.97
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m²]	669.24	689.46	649.72	557.1	410.49	221.17	0	0	0	0	0	0

Taula 10: Radiació horària per una inclinació de 50° al mes de gener

A partir de la gràfica anterior i les hipòtesis de consum que podem extreure de les *Gràfiques 1 i 2*, de la memòria podem fer una evolució del consum i l'energia solar obtinguda. Per tal de obtenir el nombre de plaques necessàries per fer front a aquesta demanda energètica.

El següent pas és calcular el nombre de panells necessaris per a la instal·lació solar, per això s'ha de calcular la potència que ens pot donar un únic panell i dividir-la per la potència necessària.

$$P_{\text{Panell}} = RS \cdot \eta \cdot S_{\text{Cel·les fotovoltaïques}} \quad (14)$$

Les dades corresponents a la superfície de les cel·les i el rendiment les podem extreure de les dades tècniques de les plaques^[26], que són un 21%, el fabricant ens assegura aquest rendiment sempre i quan estem dins la seva temperatura de treball, és a dir, entre 5°C i 40°C, el rang de temperatura de treball és molt més ampli, desde -40°C fins els 85°C, però es redueix de forma significativa el rendiment de la placa. La placa té una superfície 2.475m², aquesta és la superfície real de mòduls fotovoltaïcs, i no la superfície total de la placa. Per últim tenim el factor RS, que és la radiació solar, la podem extreure de la *Figura 4*, concretament els valors de la *Taula 10*. A continuació amb la potència per panell multiplicat al nombre de panell que s'han d'instal·lar s'ha d'igualar al consum. Per a que la instal·lació sigui eficient econòmicament s'ha d'ajustar que s'aprofiti un 80% de l'energia de les plaques, i el 20% excedent, s'apliquen aquests percentatges en les instal·lacions solars d'autoconsum, com és el cas del pavelló esportiu, perquè és el punt òptim on podem reduir al màxim el consum elèctric de la xarxa, i al mateix temps no s'injecta massa energia produïda a la xarxa. L'excedent s'utilitzarà per carregar les bateries o s'injectarà a la xarxa elèctrica, i gràcies a aquesta injecció a la xarxa podem rebre una compensació econòmica, aquesta compensació i l'amortització es pot observar a l'*Annex II: Pressupost*.

$$P_{\text{Panell}} \cdot N_{\text{plaques}} = \text{Consum} \quad (15)$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

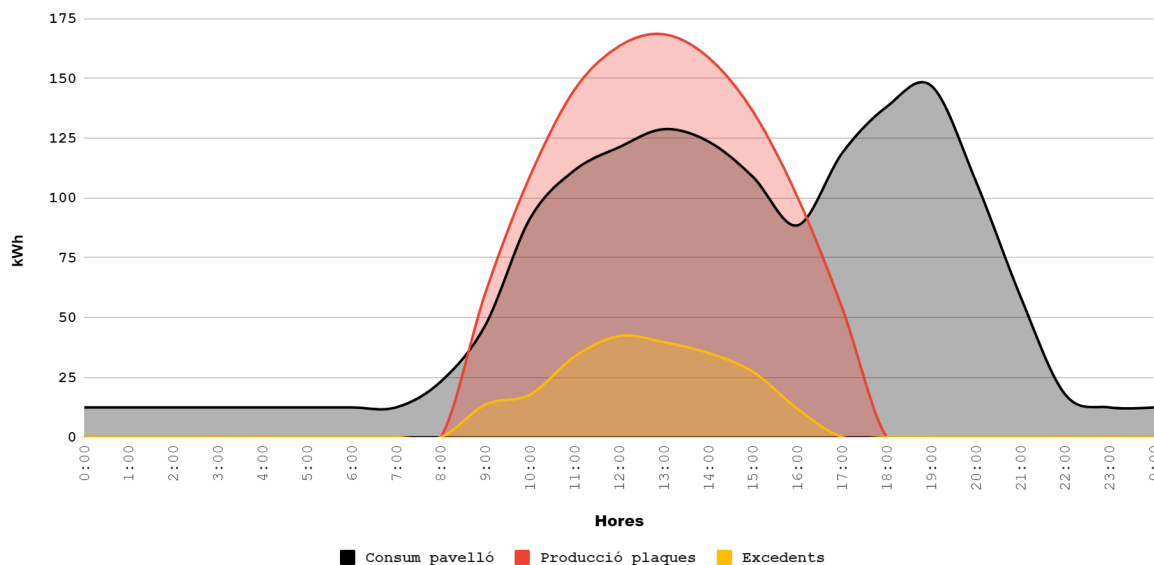
Amb aquestes consideracions podem fer la següent gràfica on podem observar tant el consum que té el pavelló, com l'energia produïda per les plaques solars, on anem ajustant el nombre de plaques necessaris per obtenir l'aprofitament del 80% que hem comentat amb anterioritat.

L'hipòtesi de consum es farà en un dia de cap de setmana, quan hi ha més persones en el pavelló, amb competicions tant de matí com de tarda. En la taula següent es fa un recull del consum del pavelló desglossat per hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42

Taula 11: Consum horari del pavelló

Amb aquestes dades i anant escollint un nombre de plaques podem fer una gràfica on es recull el consum i la producció conjuntament, i l'energia que es pot aprofitar i els excedents que utilitzarem per carregar les bateries o subministrar a la xarxa elèctrica.



Gràfica 1: Consum del pavelló enfront producció plaques.

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	1095.99
Consum plaques	874.76
Estalvi (%)	56.33
Excedents	221.23
Excedents (%)	20.19

Taula 12: Resultats de l'instal·lació

En la Gràfica 1 podem observar tant el consum horari del pavelló, i sobreposada la producció de les plaques. Per fer aquesta simulació s'han instal·lat un total de 470 panells. Com podem observar en la Taula 12, tenim un excedent del 20.19%, proper al 20% que s'ha mencionat anteriorment.

Amb aquesta instal·lació estalviariem més del 50% de l'energia consumida diàriament. Per últim s'ha de calcular les distàncies entre dues files de plaques, per tal de que no es hi hagi ombres provocades per culpa de les propies plaques.

$$D = H/tg(\phi) \quad (16)$$

On D és la distància entre dues files, la H és la altura de la placa inclinada i ϕ és la latitud.

$$D = 1.826/tg(38.922) = 2.26 \text{ metres}$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Ara s'ha de fer la disposició física de les plaques, per sobre el nombre exacte de plaques que realment hi pot haver a la coberta del pavelló. Després de fer la disposició física de les plaques, està en l'*Annex III: Plànols*, podem observar que només podem instal·lar un total de 292 plaques, un nombre menor que el que es requereix per fer front al consum del pavelló. En conseqüència ara s'ha de tornar a calcular la instal·lació solar, aplicant aquesta restricció, a més es farà la simulació per a tot un any.

7.1 Simulació mensual de la producció de la planta solar

En aquest apartat es farà una simulació mensual de la producció de la planta solar, a més dels resultats que s'obtidran mes a mes. El consum del pavelló es manté constant al llarg de tots els mesos, a excepció de juliol i agost, on el pavelló romandrà tancat. Les dades de radiació de cada mes les tornam a extreure de la web del PVGIS - Photovoltaic Geographical Information System^[8]. Recordem que la simulació es realitza amb un total de 292 plaques, que són el nombre màxim que admet la coberta, sense que hi hagi ombres entre les plaques i tinguin orientació sud.

- **Gener**

Les dades de radiació solar són les mateixes que tenim en la *Taula 11*, per tant no tornem a incloure la taula en aquest apartat, i directament passem als consums i la gràfica.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.59	67.80	90.30
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	101.57	104.64	98.61	84.55	62.30	33.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

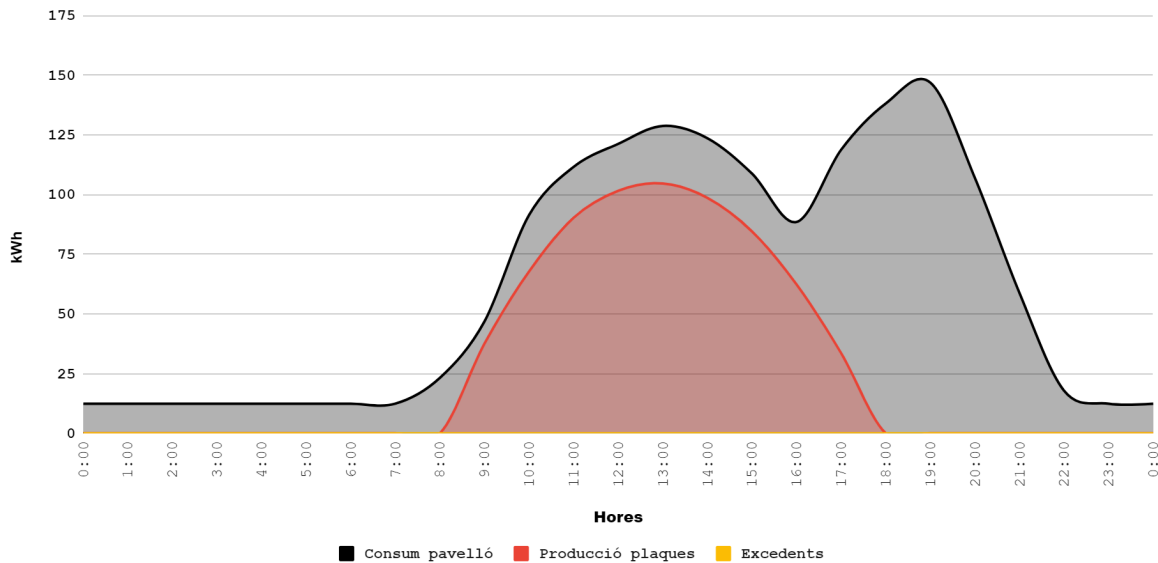
Taula 13: Simulació de la planta solar al mes de gener

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	680.91
Consum plaques	680.91
Estalvi (%)	43.85
Excedents	0
Excedents (%)	0

Taula 14: Resultats de la planta al gener

En la *Taula 13* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 14* podem observar els resultats de la nostra planta solar. En comparació amb el cas anterior, observem que ha baixat la producció de les plaques, ja que tenim un menor nombre, al igual que els excedents, que en aquesta situació no en tenim, i tota la producció de les plaques es consumida per el pavelló

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 13*.



Gràfica 2: Simulació de la planta solar al mes de gener

● **Febrer**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de febrer. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	50.09	284.91	481.59	641.98
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	738.60	754.17	720.72	630.26	489.00	296.37	39.4	0	0	0	0	0

Taula 15: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de febrer

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	43.24	73.09	97.43
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	112.10	114.46	109.38	95.65	74.21	44.98	5.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Taula 16: Simulació de la planta solar al mes de febrer

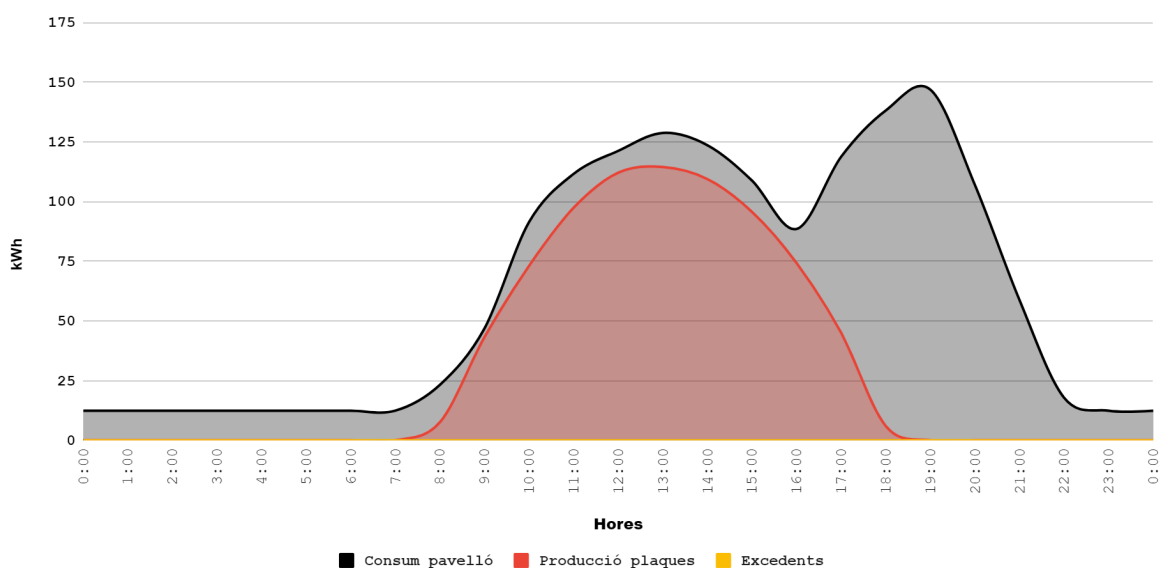
- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	778.12
Consum plaques	778.12
Estalvi (%)	50.11
Excedents	0
Excedents (%)	0

Taula 17: Resultats de la planta al febrer

En la *Taula 16* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 17* podem observar els resultats de la nostra planta solar. Seguim sense tenir producció suficient per tenir excedents, això s'hauria d'anar solucionat a mesura que s'atraquen els mesos d'estiu.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 16*.



Gràfica 3: Simulació de la planta solar al mes de febrer

- **Març**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de març. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	4.31	151.1	354.82	549.54	701.10
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	793.76	793.14	769.89	667.91	512.97	315.98	118.96	0.10	0	0	0	0

Taula 18: Radiació horària per una inclinació de 50° al mes de març

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	22.93	53.85	83.40	106.40
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.99	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	120.47	120.37	116.84	101.37	77.85	47.96	18.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

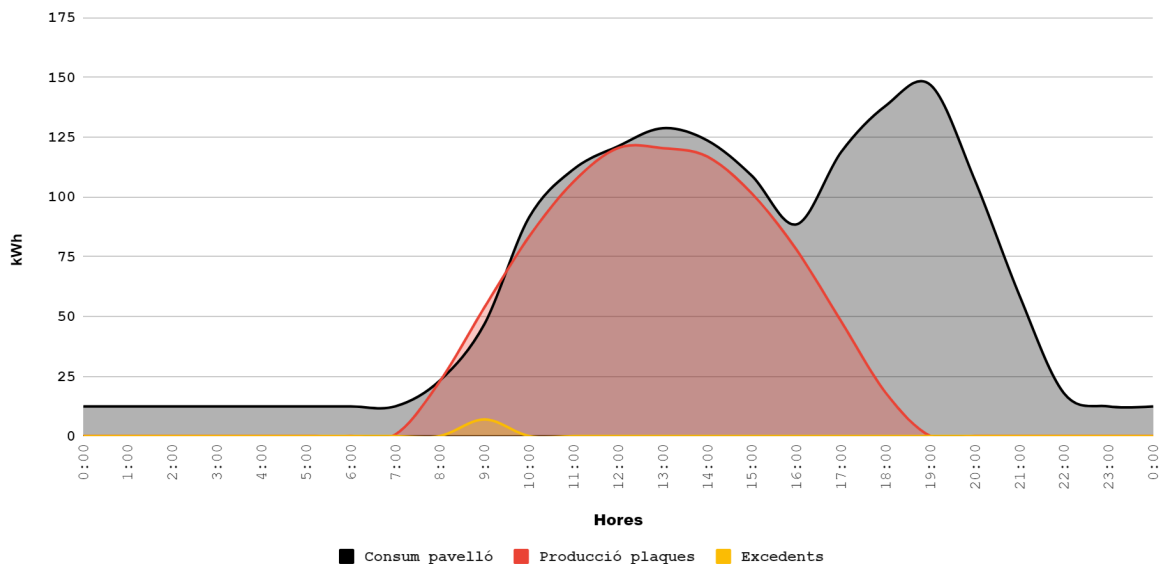
Taula 19: Simulació de la planta solar al mes de març

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	870.17
Consum plaques	863.18
Estalvi (%)	55.58
Excedents	6.99
Excedents (%)	0.80

Taula 20: Resultats de la planta al març

En la Taula 19 podem observar el consum i la producció hora a hora. En la Taula 20 podem observar els resultats de la nostra planta solar. Per primera vegada tenim excedents en la producció de la planta solar, aquesta energia es pot emmagatzemar en bateries, per a quan no s'utilitzin les plaques o com en el nostre cas, s'emmagatzema per tenir energia de reserva, en el cas que la tensió de la xarxa elèctrica baixi del 70%.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució dels valors de la Taula 19.



Gràfica 4: Simulació de la planta solar al mes de març

● **Abril**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes d'abril. S'ha de comentar que a finals del mes de març hi ha el canvi d'hora, i que en el mes de març no el tenim present en els càlculs de la producció d'energia solar, però a partir del mes d'abril i fins el següent canvi d'hora, en la radiació solar obtinguda del PVGIS s'haurà d'aplicar aquest canvi d'hora. Igual que en els apartats anteriors feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	47.37	207.88	390.00	569.09
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	706.12	788.97	798.00	762.05	655.99	498.84	310.08	125.51	11.33	0	0	0

Taula 21: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'abril

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.19	31.55	59.19	86.37
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	107.17	119.74	121.11	115.65	99.56	75.71	47.06	19.05	1.72	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	11.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

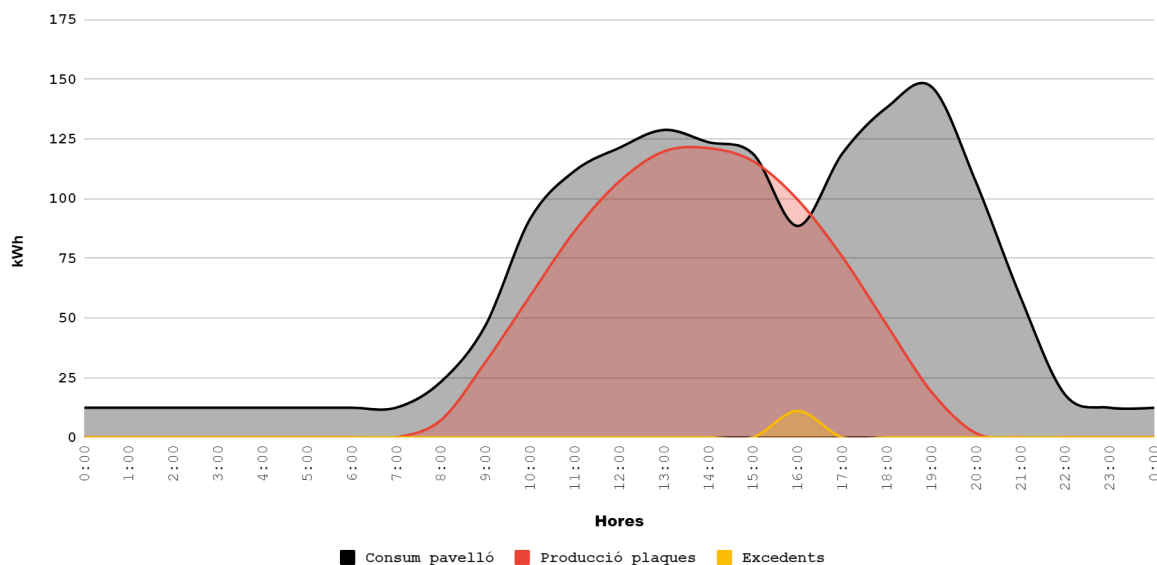
Taula 22: Simulació de la planta solar al mes d'abril

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	891.06
Consum plaques	880.01
Estalvi (%)	56.67
Excedents	11.05
Excedents (%)	1.24

Taula 23: Resultats de la planta a l'abril

En la Taula 22 podem observar el consum i la producció hora a hora. En la Taula 23 podem observar els resultats de la nostra planta solar. Com esperavem, a mesura que s'apropen els mesos d'estiu, obtenim més producció de les plaques.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la Taula 22.



Gràfica 5: Simulació de la planta solar al mes d'abril

- **Maig**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de maig. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	14.18	71.46	229.61	416.61	87.70
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	702.74	778.81	797.02	745.91	640.97	494.36	308.65	128.20	36.91	0	0	0

Taula 24: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de maig

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	10.85	34.85	63.23	89.19
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	106.65	118.20	120.96	113.20	97.28	75.03	46.84	19.46	5.60	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	8.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Taula 25: Simulació de la planta solar al mes de maig

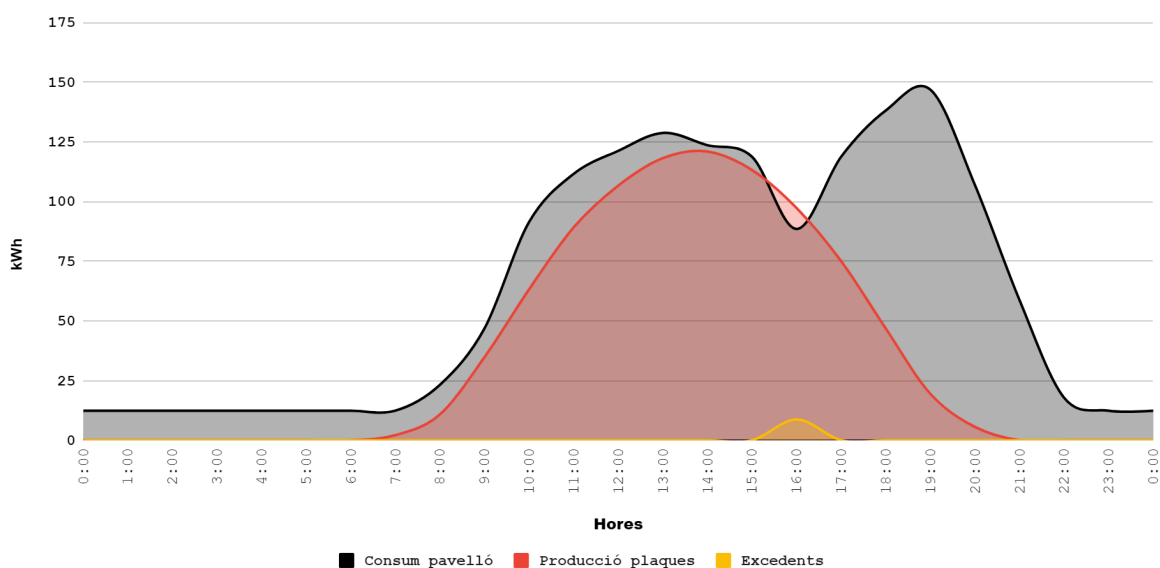
- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	903.49
Consum plaques	894.72
Estalvi (%)	57.62
Excedents	8.77
Excedents (%)	0.97

Taula 26: Resultats de la planta al maig

En la *Taula 25* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 26* podem observar els resultats de la nostra planta solar. Com esperavem, a mesura que s'apropen els mesos d'estiu, obtenim més producció de les plaques.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 25*.



Gràfica 6: Simulació de la planta solar al mes de maig

- **Juny**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de juny. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	26.17	75.57	229.37	414.52	583.80
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	721.52	802.73	822.59	778.16	671.15	516.00	329.85	143.15	53.62	0.95	0	0

Taula 27: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de juny

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.97	11.47	34.81	62.91	88.60
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	109.50	121.83	124.84	118.10	101.86	78.31	50.06	21.73	8.14	0.14	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	1.25	0.00	13.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

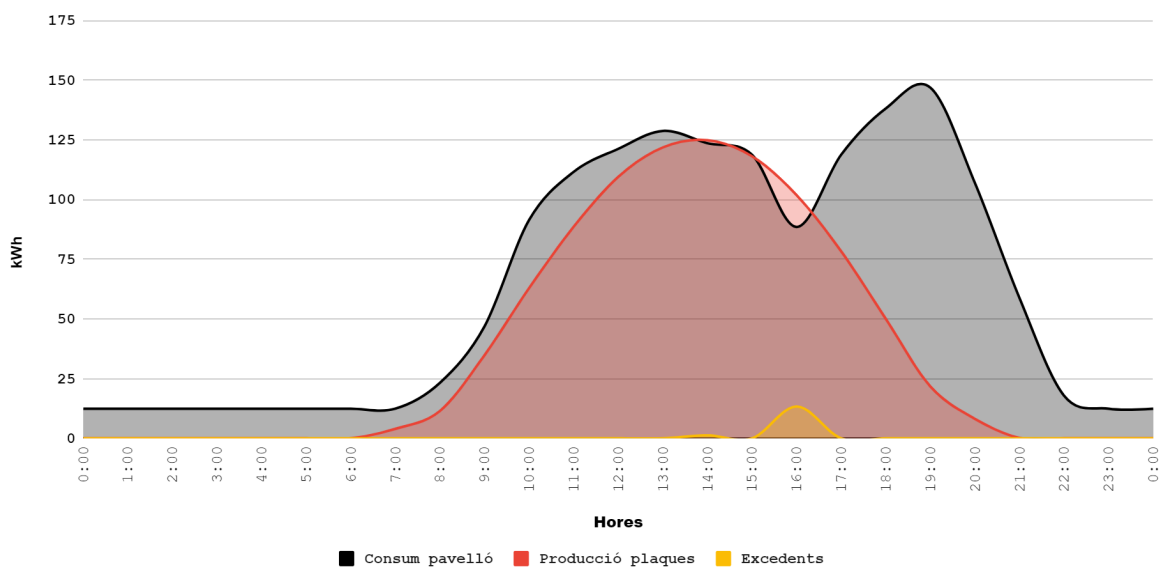
Taula 28: Simulació de la planta solar al mes de juny

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	936.27
Consum plaques	921.67
Estalvi (%)	59.35
Excedents	14.60
Excedents (%)	1.56

Taula 29: Resultats de la planta al juny

En la *Taula 28* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 29* podem observar els resultats de la nostra planta solar. Com esperavem, a mesura que s'apropen els mesos d'estiu, obtenim més producció de les plaques.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 28*.



Gràfica 7: Simulació de la planta solar al mes de juny

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

• **Juliol**

En els mesos les instal·lacions interiors del pavelló estan tancades de cara al públic, si que hi pot haver-hi algunes tasques de manteniment, però són mínimes i molt puntuals, per tant no reflexen un consum constant en el pavelló. En aquestos dos mesos els únics consums que podem considerar constants són la il·luminació exterior durant les nits, i els punts de recàrrega de vehicles elèctrics, a partir d'aquestos dos elements feim les hipòtesis de consum del pavelló.

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de juliol. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	15.04	68.05	216.44	405.49	586.50
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	732.01	822.82	853.80	814.37	712.10	553.82	357.51	159.92	52.95	0.84	0	0

Taula 30: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de juliol

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	22.00	44.00	44.00
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.28	10.33	32.85	61.54	89.01
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.85	17.54	45.01
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	22.00	66.00	44.00	44.00	22.00	22.00	22.00	44.00	44.00	22.00	12.42	12.42
Producció[kWh]	111.09	124.88	129.58	123.59	108.07	84.05	54.26	24.27	8.04	0.13	0.00	0.00
Excedents[kWh]	89.09	58.88	85.88	85.58	79.59	86.07	62.05	32.26	0.00	0.00	0.00	0.00

Taula 31: Simulació de la planta solar al mes de juliol

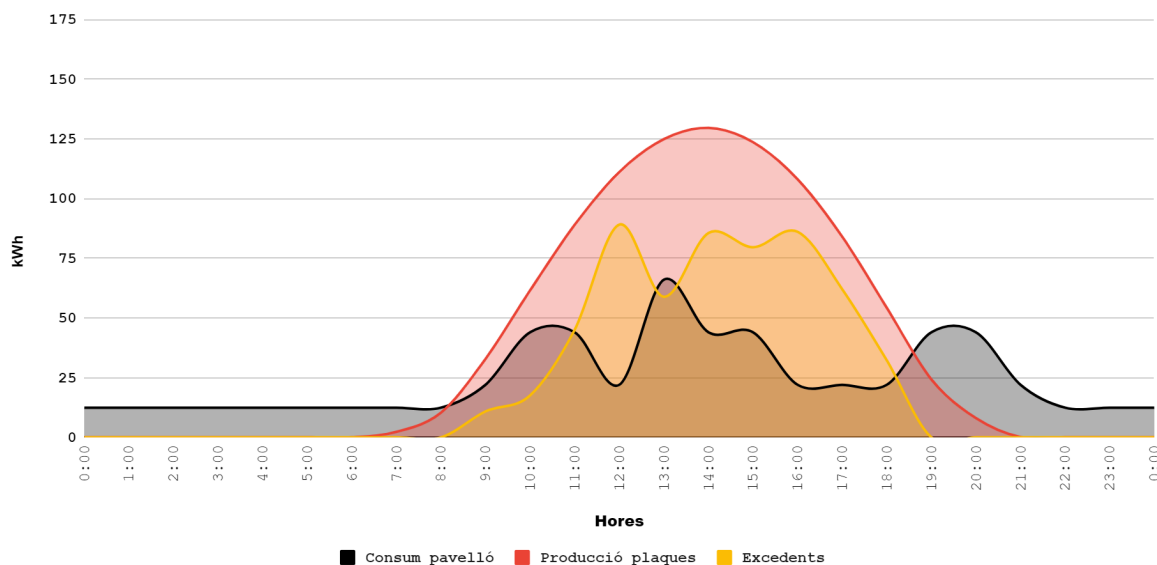
	kWh/dia
Consum Pavelló	611.04
Producció plaques	963.97
Consum plaques	397.04
Estalvi (%)	64.98
Excedents	566.93
Excedents (%)	58.81

Taula 32: Resultats de la planta al juliol

En la *Taula 31* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 32* podem observar els resultats de la nostra planta solar. Com esperavem, a mesura que s'apropen els mesos d'estiu, obtenim més producció de les plaques.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 31*.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -



Gràfica 8: Simulació de la planta solar al mes de juliol

● **Agost**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes d'agost, feim les mateixes hipòtesis de consum que s'han fet per el mes de juliol. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	51.44	212.30	410.13	602.16
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	740.63	832.91	856.77	818.24	714.32	555.48	356.10	152.54	29.37	0	0	0

Taula 33: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'agost

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	22.00	44.00	44.00
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.81	32.22	62.24	91.39
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.22	18.24	47.39
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	22.00	66.00	44.00	44.00	22.00	22.00	22.00	44.00	44.00	22.00	12.42	12.42
Producció[kWh]	112.40	126.41	130.03	124.18	108.41	84.30	54.04	23.15	4.46	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	90.40	60.41	86.03	80.18	86.41	62.30	32.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Taula 34: Simulació de la planta solar al mes d'agost

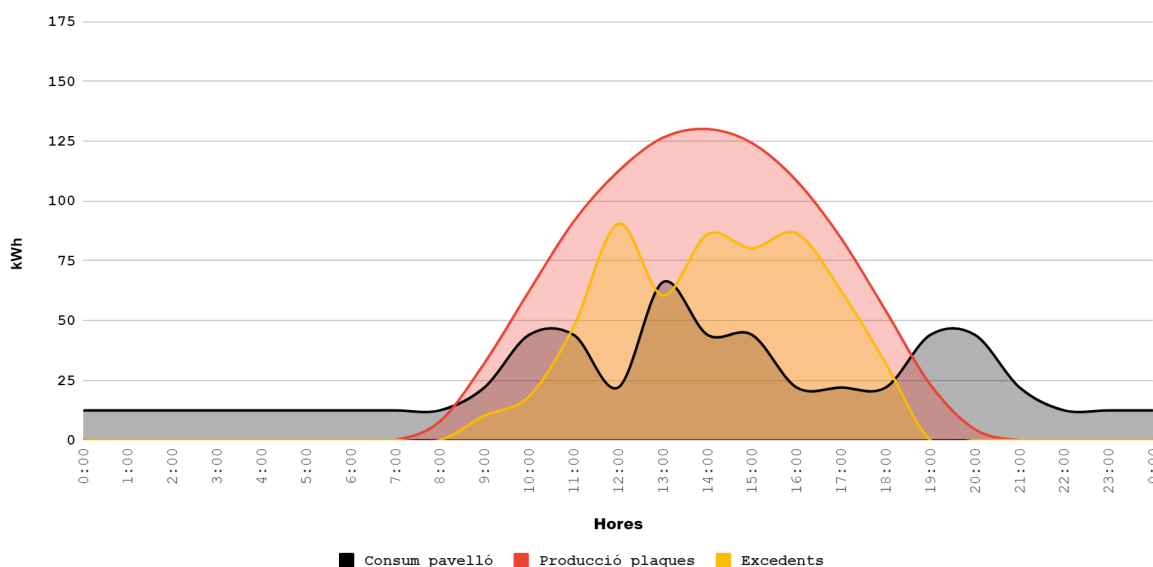
- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

	kWh/dia
Consum Pavelló	611.04
Producció plaques	961.05
Consum plaques	387.41
Estalvi (%)	63.40
Excedents	573.63
Excedents (%)	59.69

Taula 35: Resultats de la planta a l'agost

En la *Taula 34* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 35* podem observar els resultats de la nostra planta solar. Com esperavem, a mesura que s'apropen els mesos d'estiu, obtenim més producció de les plaques.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució dels valors de la *Taula 34*.



Gràfica 9: Simulació de la planta solar al mes d'agost

- **Setembre**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de setembre. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	37.48	209.90	416.48	591.35
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	733.24	805.06	813.31	766.47	658.55	499.93	294.64	91.38	0.52	0	0	0

Taula 36: Radiació horària per una inclinació de 50° al mes de setembre

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.69	31.86	63.21	89.75
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	111.23	122.18	123.43	116.32	99.95	75.87	44.72	13.87	0.08	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.95	0.00	0.00	0.00	11.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

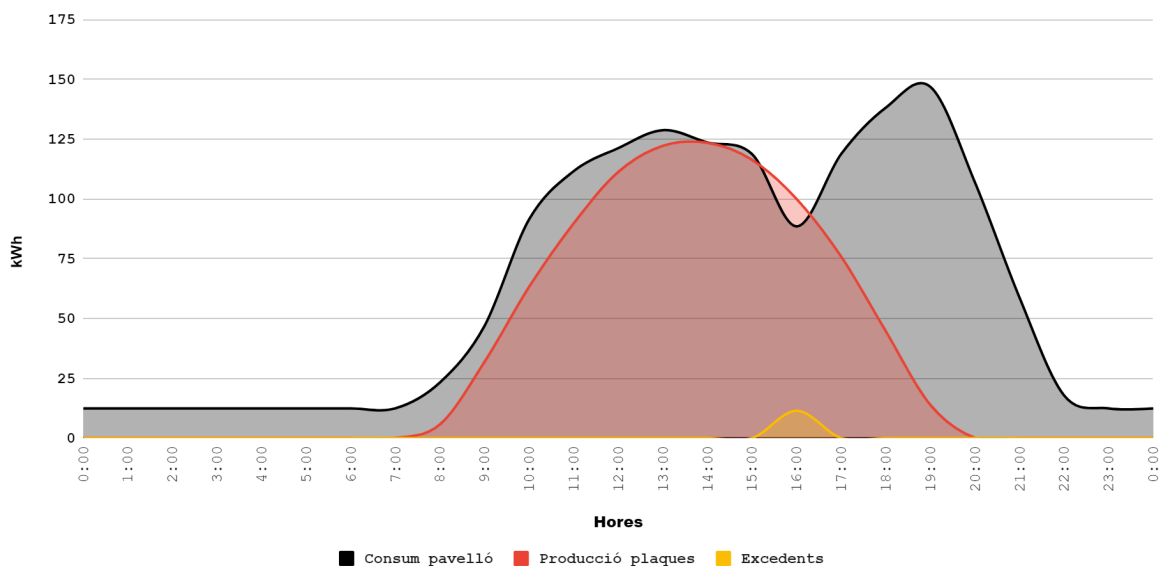
Taula 37: Simulació de la planta solar al mes de setembre

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	898.20
Consum plaques	886.77
Estalvi (%)	57.10
Excedents	11.44
Excedents (%)	1.27

Taula 38: Resultats de la planta al setembre

En la *Taula 37* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 38* podem observar els resultats de la nostra planta solar. A mesura que s'atraquen els mesos d'hiver la radiació anirà disminuint.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 37*.



Gràfica 10: Simulació de la planta solar al mes de setembre

● **Octubre**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes d'octubre. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	3.58	183.43	389.77	552.18
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	680.32	752.37	729.65	683.71	564.31	410.68	203.29	4.63	0	0	0	0

Taula 39: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'octubre

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	27.84	59.15	83.80
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	103.25	114.18	110.74	103.76	85.64	62.33	30.85	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

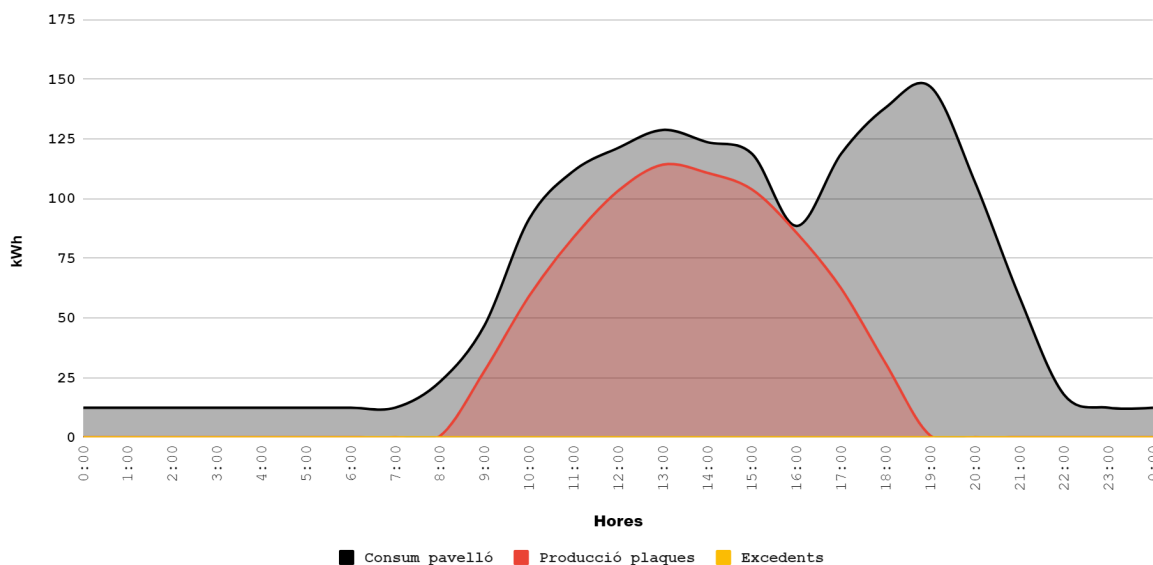
Taula 40: Simulació de la planta solar al mes d'octubre

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	782.80
Consum plaques	782.80
Estalvi (%)	50.41
Excedents	0
Excedents (%)	0

Taula 41: Resultats de la planta a l'octubre

En la *Taula 40* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 41* podem observar els resultats de la nostra planta solar.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 40*.



Gràfica 11: Simulació de la planta solar al mes d'octubre

● **Novembre**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de novembre. A finals del mes d'octubre es torna a canviar la hora, per tant podem tornar a agafar les dades del PVGIS sense aplicar el canvi horari. Posteriorment fem la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	95.23	314.13	481.09	610.13
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	684.64	676.90	619.68	517.51	342.47	119.11	0	0	0	0	0	0

Taula 42: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes de novembre

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.45	47.67	73.01	92.60
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	103.91	102.73	94.05	78.54	51.98	18.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Taula 43: Simulació de la planta solar al mes de novembre

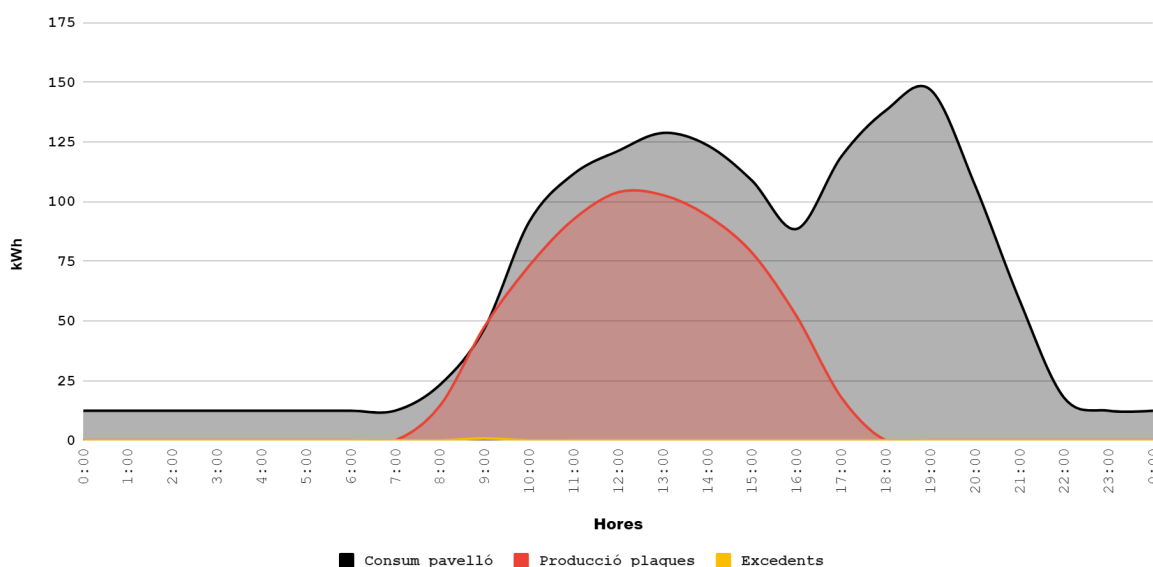
- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	677.02
Consum plaques	676.20
Estalvi (%)	43.54
Excedents	0.81
Excedents (%)	0.12

Taula 44: Resultats de la planta al novembre

En la *Taula 43* podem observar el consum i la producció hora a hora. En la *Taula 44* podem observar els resultats de la nostra planta solar.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la *Taula 43*.



Gràfica 12: Simulació de la planta solar al mes de novembre

● **Desembre**

A continuació exposem les dades de la radiació del mes de desembre. Posteriorment feim la comparació del consum, i la producció de les plaques. Finalment tenim una gràfica amb la simulació al llarg de les hores.

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Radiació solar [W/m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267.67	459.68	593.04
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Radiació solar [W/m2]	649.15	669.40	619.56	510.66	355.72	117.07	0	0	0	0	0	0

Taula 45: Radiació horaria per una inclinació de 50° al mes d'octubre

Hora	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Consum [kWh]	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	23.22	46.86	91.42	111.59
Producció[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.62	69.76	90.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hora	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Consum [kWh]	121.23	128.74	123.59	118.74	88.51	118.78	138.12	146.87	106.90	58.73	17.82	12.42
Producció[kWh]	98.52	101.59	94.03	77.50	53.99	17.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excedents[kWh]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

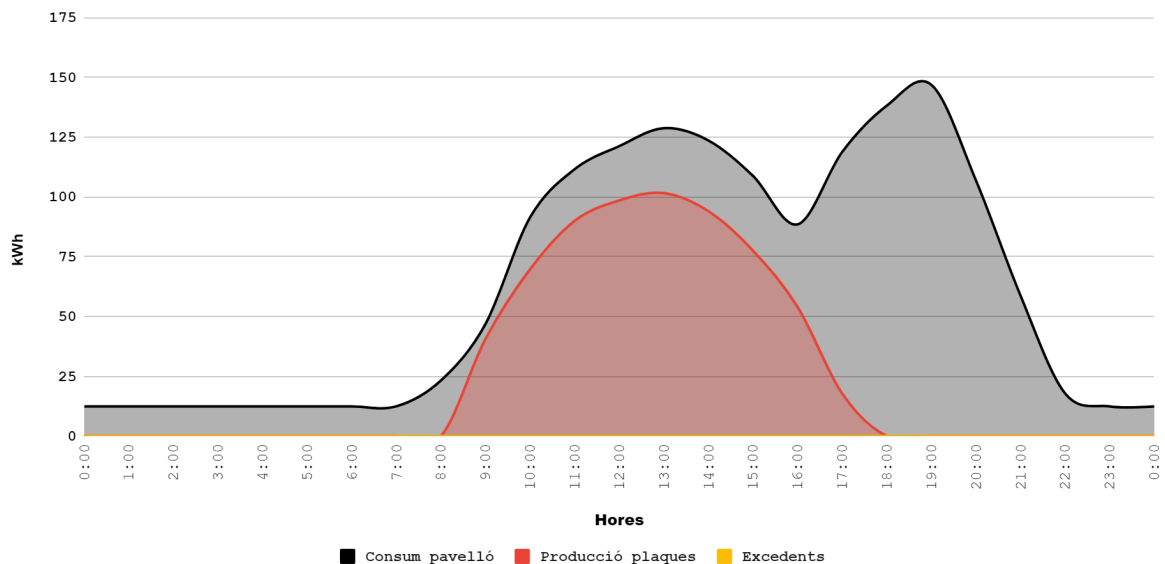
Taula 46: Simulació de la planta solar al mes d'octubre

	kWh/dia
Consum Pavelló	1552.90
Producció plaques	643.79
Consum plaques	643.79
Estalvi (%)	41.46
Excedents	0.00
Excedents (%)	0

Taula 47: Resultats de la planta a l'octubre

En la Taula 46 podem observar el consum i la producció hora a hora. En la Taula 47 podem observar els resultats de la nostra planta solar.

Per últim en la gràfica que es mostra a continuació podem observar l'evolució del valors de la Taula 46.



Gràfica 13: Simulació de la planta solar al mes de desembre

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Una vegada feta totes les simulacions diàries dels diferents mesos podem fer un recull de les dades que obtindríem durant tot un any de producció de la planta solar.

Mes	Consum pavelló	Producció solar	Consum solar	Excedent solar
Gener	48.14	21.11	21.11	0.00
Febrer	43.48	21.79	21.79	0.00
Març	48.14	26.98	26.76	0.22
Abril	46.59	26.73	26.40	0.33
Maig	48.14	28.01	27.74	0.27
Juny	46.59	28.09	27.65	0.44
Juliol	18.94	29.88	12.31	17.57
Agost	18.94	29.79	12.01	17.78
Setembre	46.59	26.95	26.60	0.34
Octubre	48.14	24.27	24.27	0.00
Novembre	46.59	20.31	20.29	0.02
Desembre	48.14	19.96	19.96	0.00
TOTAL [MWh]	508.41	303.86	266.87	36.98

Taula 48: Resultats anuals de la planta solar

De la Taula 48 podem observar que ens estalviem el consum de 266.87 MWh que provenen de la xarxa, és a dir, un 52.48% del consum total del pavelló. També podem observar que quasi no tenim excedents, l'únic moment que tenim molt d'excedent de producció d'energia és durant els mesos de juliol i agost, que és quan el pavelló està tancat, i justament quan més produeixen les plaques. Per poder tenir un rendiment més elevat de la nostra planta solar, també s'instal·len optimitzadors de potencia P1100^[31]. Aquestos optimitzadors el que fan es que provoquen que cada placa funcioni de forma independent, i si per exemple una placa té una ombra o està bruta, el rendiment cau només en la placa en que té aquestes perturbacions, i no en totes les plaques que estan connectades. Amb l'optimitzador escollit podem connectar dues plaques a cada un dels optimitzadors, ja que la potència màxima de l'optimitzador és de 1100 W, i la potència màxima de dues plaques també serà de 1100 W. La següent figura mostra el funcionament d'aquestos inversors.

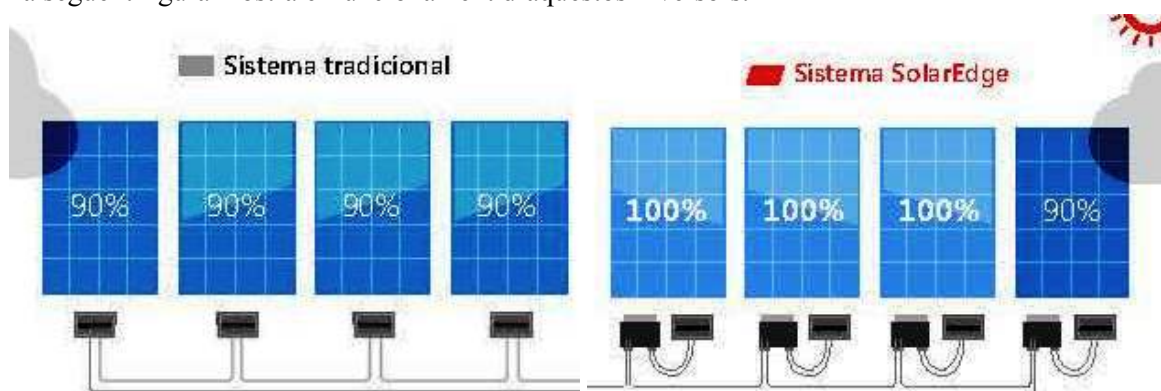


Figura 5: Funcionament dels optimitzadors

El següent pas és calcular quins inversors necessitem, necessitem dos tipus inversors, un inversor per les plaques, i un inversor-carregador per a poder carregar les bateries. Per poder escollir correctament els inversors, s'ha de calcular la potència teòrica de la planta solar.

$$P_{Planta Solar} = N_{Plaques} \cdot P_{placa} = 292 \cdot 550 = 160900 W = 160.9 kW \quad (17)$$

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
- Annex I: Càlculs justificatius -

Per aquesta planta solar escollirem dos inversors trifàsics de $90\text{kW}^{[27]}$, on es connectaran un total de 144 plaques al primer i 148 plaques al segon. Es connecten aquest nombre de plaques perquè, com s'ha comentat en la *Figura 1*, s'han de connectar un mínim de 4 panells solars en serie i la resta van en paral·lel, per tant el nombre de plaques que es connecten al inversor ha de ser múltiple de 4. Aquest tipus d'inversor té una eficiència del 98%, per tant la potència real que ens arriba al inversor carregador és de 157.68 kW. Per finalitzar la planta solar també s'instal·larà un controlador meter, amb cable UTP de categoria 5, connectat als dos inversors, que ens permet recollir les dades de producció de la planta i poder observar l'evolució real de l'instal·lació solar.

L'últim aspecte del pavelló esportiu és la necessitat d'instal·lar un font d'energia que en cas de que la tensió de la xarxa baixi per sota del 70% s'activi i pugui subministrar suficient energia per poder evacuar les instal·lacions. En aquest cas s'ha optat per instal·lar bateries solars, que es poden carregar amb la producció de la planta solar, tot i ser 2 circuits que funcionen de manera independent.

La idea inicial era instal·lar bateries per fer front a gran part de la demanda quan no hi havia radiació solar, però després d'obtenir els resultats de la *Taula 48*, observem que és pràcticament impossible suportar la demanda energètica amb les bateries, ja que els excedents són molt petits, i la producció sobrant, és a dir, els 39.94 MWh només podrien fer front a dos mesos com a màxim. Per aquesta raó s'ha optat per instal·lar bateries per subministrar energia en cas d'emergència, i la resta d'excedents que produeixi l'instal·lació es podran vendre a la companyia elèctrica.

El primer pas es calcular el consum que haurà de fer front aquest subministrament d'emergència. Aquest subministrament d'emergència estarà format per tota la il·luminació interior i exterior, i les portes, que hauran d'estar en funcionament durant una hora i mitja per poder assegurar-se que les instal·lacions es poden abandonar amb seguretat.

Element	Potència [kW]	Hores utilitzades [h]	Consum previst [kWh]
Il·luminació baix grada	4.352	1.5	6.528
Il·luminació pista	8.480	1.5	12.720
Il·luminació d'emergència	0.204	1.5	0.306
Il·luminació exterior	12.420	1.5	18.630
Faroles	5.400	1.5	8.100
Total	30.856	Total	46.284

Taula 49: Consum en estat d'emergència

Ara que ja sabem el consum que tindrem en aquest estat d'emergència, s'ha d'escollir l'inversor carregador adequat, en aquest s'ha optat per un inversor carregador Victron Multiplus-II 48/10000/140-100^[27]. Els elements d'il·luminació d'emergència tenen una potència de 30.856 kW, com el Victron Multiplus-II, té un rendiment del 96%, aquesta potència arriba als 32.142 kW. Com la potència dels inversors carregadors és de 8 kW, s'hauran d'instal·lar un total de 5 inversors carregadors Victron Multiplus-II, aquests inversors carregadors tenen incorporat un relè de transferència per tal d'activar les bateries en el cas de que la tensió de la xarxa baixi del 70%. La càrrega de les bateries té preferència per sobre l'autoconsum del pavelló, és a dir, tot i no tenir excedents, si les bateries no estan carregades, es carregaran abans les bateries que donar el consum al pavelló.

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

Ara només ens falten instal·lar les bateries per poder emmagatzemar la producció de les plaques. Per realitzar aquest subministrament d'energia s'ha optat per bateries de liti Pylontech 24V UP2500 2.8 kWh^[28]. Aquestes bateries només es poden descarregar un 90%, ja que poden deixar de funcionar correctament si es deixen descarregar totalment, per tant la capacitat real que es pot utilitzar és de 2.55 kWh, com ens indica la fitxa tècnica del fabricant. Ara només ens cal calcular el nombre necessari de bateries.

$$N_{\text{Bateries}} = 46.284 / 2.55 = 18.15 \approx 19 \text{ bateries}$$

Amb aquest últim càlcul ja tenim tots els elements del subministrament d'emergència calculats, només ens falta determinar quina protecció durà aquesta part de la instal·lació. Mitjançant la fórmula 2 i la potència que hem obtingut en la Taula 49, podem calcular la intensitat i el magnetotèrmic necessari a més del cablejat.

$$I = \frac{30856}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 55.67 \text{ A}$$

Amb una intensitat de 55.67 A, s'ha de posar un magnetotèrmic de 63 A amb un cable de 3x25+16N+16T i un tub de PVC de 40 mm de diàmetre.

7.1 Estudi d'impacte mediambiental

Amb les dades que s'han recollit a la *Taula 48* podem fer un els càlculs necessaris per obtenir quantes emissions s'han estalviat. Aquests càlculs es faran mitjançant els apunts de Ciències i Tecnologies del Medi Ambient^[30]. En aquest cas farem una comparació entre les emissions que hi hauria en el pavelló sense plaques, i les emissions que hi ha amb l'instal·lació solar. El consum d'energia elèctrica té un factor de emissió de 0.3 Kg de CO₂/kWh.

Pavelló sense planta solar

$$508.41 \cdot 1000 \cdot 0.3 = 152523 \text{ kg de CO}_2$$

Pavelló amb planta solar

$$(509.16 - 266.87) \cdot 1000 \cdot 0.3 = 72462 \text{ kg de CO}_2$$

Amb l'instal·lació de la planta solar al pavelló ens estalvien la emissió de 80061 kg de CO₂ anualment. Ara reflexarem aquest estalvi d'emissions en hectàrees de bosc, per tenir un altre punt de vista sobre l'impacte que ens genera aquest estalvi en les emissions de CO₂. Una hectàrea de bosc mediterrani té una absorció de 4000 Kg de CO₂/hectàrea.

$$80061 \text{ kg de CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ hectàrea de bosc mediterrani}}{4000 \text{ kg de CO}_2} = 20.015 \text{ hectàrees de bosc mediterrani}$$

L'estalvi anual d'emissions és aproximadament igual a la plantació de 20 hectàrees de bosc mediterrani.

8. Relació de referències bibliogràfiques

- [1] - Mujal Rosas, Ramón María. (2020). Material teòric de l'assignatura Teoria de circuits.
- [2] - Boletín Oficial del Estado. (2021). Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió
- [3] - Phillips. (20 de febrer de 2022). SM534C LED40S/940 PSD PI5 L1130 ALU.
https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/luminarias-adosables-o-suspendidas/truelin-e-surface-mounted/910505100113_EU/product
- [4] - Trilux (20 de febrer de 2022). ONDO G2 LW 12000-840 ET, 7772540.
<https://www.trilux.com/products/es/Ondo-G2-LW-12000-840-ET/?retainFilter=true>
- [5] - EfectoLED. (20 de febrer de 2022). Luz de emergencia LED 3W IP65.
https://www.efectoled.com/es/comprar-alumbrado-de-emergencia/65439-luz-de-emergencia-led-3w-ip65-con-autotest.html?gclid=Cj0KCOiA3-yQBhD3ARIsAHuHT67mZWUFg0ojqrG4YhJOMWB69EO79d9vKSJS8JHu92A3VVSZnESK0mAaAIAZEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [6] - CYPLED. (20 de febrer de 2022). Proyector LED Exterior 150 W.
https://campanasled.com/es/proyectores-led/proyector-led-exterior-150w?gclid=Cj0KCOiA3-yQBhD3ARIsAHuHT6727bOAY_anTaL23mw8fuZkxNzOt7Jqoqentb53ksT02NLRUu7Zm-caAjG6EALw_wcB
- [7] - CYPLED. (20 de febrer de 2022). Proyector LED Exterior 500 W.
https://campanasled.com/es/proyectores-led/foco-led-exterior-500w?gclid=Cj0KCOiA3-yQBhD3ARIsAHuHT67okrzWRpu2UV3YinWdqIGDrhzy_DGU3SS5Pch3f00byTz9EH-83T0aAmjnEALw_wcB
- [8] - Certific (20 de febrer de 2022). Frigorías por m2. <https://certific.es/frigorias-por-m2.html>
- [9] - S&P (16 de febrer de 2022). Hojas técnicas ventilación forzada.
<https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/cp25.pdf>
- [10] - SAER. (20 de febrer de 2022). Catàleg bombes d'aigua.
<https://www.aiguapres.es/catalogo-bombas-agua.pdf>
- [11] - Maxima Kitchen Equipment. (19 de febrer de 2022). Máquina de café grande - 3 pistones.
https://www.maximakitchenequipment.com/es/cafe-espresso-machine-elegance-grande-3-grupo.html?channable=0164e8696400373631393133313738&appCountry=ES&gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiWauQ6BkrXZD3RgdRw7ryj-I0i_RS7tx2iYad54Hn8qB-w2BbR12yZy2fZfjxoCgCQQAyD_BwE
- [12] - Ibergastro. (19 de febrer de 2022). Frigorífico acero inox ECO 380 Litros.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/?Locale=es_ES&ObjectPath=/Shops/82814227/Products/SRH40S&ViewAction=ViewProductViaPortal&gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiWauQ6BkijR0VCjVJSGNUeMu2G4HhznbiF9Psu77ULosIviTem4tD7cR1QWwBoCwWlQAvD_BwE
- [13] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Frigorífico expositor para bebidas ECO 278.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/SC-278
- [14] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Plancha eléctrica profesional Gastro.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectID=26230656
- [15] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Mesa refrigerada con 3 puertas BASICLINE 415L.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/64797
- [16] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Lavavasos GastroHero ECO 35 230V.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/ECOLINE-GLSM35
- [17] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Microondas semicorcial Samsung CM1089.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/CB937
- [18] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym MyRun.
<https://www.technogym.com/es/cinta-de-correr-myrun.html>

- Projecte de la instal·lació elèctrica d'un pavelló esportiu -
 - Annex I: Càlculs justificatius -

- [19] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym Ride smart bike.
<https://www.technogym.com/es/technogym-ride.html>
- [20] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym Elliptical.
<https://www.technogym.com/es/technogym-elliptical-bicicleta-eliptica-plegable.html>
- [21] - Mediclinics (16 de febrer de 2022).SECAMANOS AUTO. DUALFLOW PLUS BRUSHLESS.
<https://www.mediclinics.es/secadores-de-manos/1879-secamanos-dualflow-plus-brushless-m24a.html>
- [22] - Fruugo (16 de febrer de 2022). Secador de pelo eléctrico aire caliente / frío.
<https://www.fruugo.es/1800w-potentes-herramientas-profesionales-de-secador-de-pelo-secador-de-ion-es-negativos-secador-de-pelo-electrico-aire-caliente-frio/p-59987695-121004269>
- [23] - Vevor (17 de febrer de 2022). Abridor de puerta automático con control remoto.
https://www.vevor.es/abridor-de-puerta-automatico-c_10530/vevor-800kg-abridor-de-puerta-de-garaje-abrepuerta-automatico-con-control-remoto-p_010707576414?gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkmWMzry_IKjOf62vOIPs0CcLX9XPhW8edT9deGyYQVpWw0JoAeAqyhoCkogQAvD_BwE
- [24] - Cargacar (16 de febrer de 2022). Velocidad de la carga de vehículos eléctricos | Tipos de cargadores.
https://cargacar.com/noticias/velocidad-carga-coches-electricos/#4_CARGA_RAPIDA_DE_COCHES_ELECTRICOS
- [25] - Rodrigo, Ernesto. (10 d'abril de 2022). Cálculo instalación fotovoltaica. Areatecnologia.
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/calculo-fotovoltaica.html#:~:text=La%20intensidad%20total%20de%20la,x%20%20%3D%2017%2C7A>
- [26] - (9 d'abril de 2022). Panel Solar Fotovoltaico Monocristalino 550W RISEN Tier 1 RSM110-8-530-550M. Efecto LED.
<https://www.efectoled.com/es/comprar-paneles-fotovoltaicos-monocristalinos/87007-panel-solar-fotovoltaico-monocristalino-550w-tier-one-rsm110-8-530-550m.html>
- [27] - Bornay. (20 d'abril de 2022). Inversor-carregador Victron Multiplus II 48/10000/140-100
<https://autosolar.es/inversores-cargadores-48v/inversor-victron-multiplus-ii-48v-10000va-140100a>
- [28] - Autosolar. (20 d'abril de 2022). Bateria de liti Pylontech 24V UP2500 2.8kWh.
<https://autosolar.es/baterias-de-litio/bateria-litio-pylontech-24v-up2500-28kwh>
- [29] - Comissió europea. (12 d'abril de 2022). Dades mensuals d'irradiació. PVGIS Photovoltaic Geographical Information System.
https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_es#:~:text=PVGIS%20uses%20high%2Dquality%20and%20speed%20from%20climate%20reanalysis%20models
- [30] - Jordi Simó Sosa. (2021). Material teòric Ciències i Tecnologies del Medi Ambient.