

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Elèctrica

Títol: Reforma elèctrica i lumínica de l'estadi olímpic de
Terrassa

Document: 1. Memòria

Alumne: Adrià Moradell Juanhuix

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): juny/2022

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	6
1.1. Antecedents	6
1.2. Objectiu	6
1.3. Abast	6
2. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT	7
3. DESCRIPCIÓ DE L'ESTADI	8
3.1. Instal·lació elèctrica	9
3.1.1. Instal·lació d'enllaç	9
3.1.2. Centre transformador existent	9
3.1.3. Quadres generals de baixa tensió	10
3.1.4. Quadres secundaris	11
3.1.5. Canalitzacions elèctriques	12
3.2. Sistema actual d'il·luminació del terreny de joc	12
4. DESCRIPCIÓ DE L'ACTIVITAT	14
5. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓ	15
6. REFORMA LUMÍNICA	16
6.1. Il·luminació del terreny de joc existent	17
6.2. Il·luminació del terreny de joc projectada	18
6.3. Il·luminació d'emergència del terreny de joc	21
6.4. Sistema d'encesa	22
6.5. Compatibilitat del suport estructural	23
7. REFORMA ELÈCTRICA	24
7.1. Centre de transformació existent	25
7.2. Escomesa	26
7.2.1. Característiques de les canalitzacions	27
7.2.2. Característiques dels conductors d'alta tensió subterranis	27
7.3. Centre de transformació	28

7.3.1. Obra civil	29
7.3.2. Línia d'alimentació	30
7.3.3. Cel·les de distribució	30
7.3.4. Transformador	32
7.3.5. Pont de MT	34
7.3.6. Pont de BT	34
7.3.7. Quatre de BT	34
7.3.8. Proteccions.....	35
7.3.9. Posada a terra	36
7.3.10. Sistema de telegestió i mesura	36
7.3.11. Sistema de telecontrol	37
7.3.12. Limitació dels camps magnètics	37
7.3.13. Protecció contra incendis.....	38
7.3.14. Senyalització i material de seguretat	38
7.3.15. Ventilació.....	38
7.3.16. Enllumenat.....	39
7.4. Línies d'alimentació a subquadres.....	40
7.5. Subquadres.....	40
7.6. Línies d'alimentació a receptors	41
7.7. Grup electrogen.....	43
7.7.1. Posada a terra del grup electrogen.....	45
7.7.2. Sistema de ventilació.....	48
7.7.3. Sistema d'escapament de gasos	48
8. RESUM DEL PRESSUPOST.....	50
9. CONCLUSIÓ	51
10. RELACIÓ DE DOCUMENTS	52
11. BIBLIOGRAFIA.....	53
12. GLOSSARI	57
A. CÀLCULS ELÈCTRICS.....	58

A.1. Previsió de càrregues	58
A.1.1. Previsió de càrregues existents.....	58
A.1.2. Previsió de càrregues projectades	58
A.1.2.1. Previsió de càrregues lumíniques	58
A.1.2.2. Previsió de càrregues pels serveis de retransmissió.....	59
A.1.3. Previsió total de càrregues.....	59
A.2. Centre de transformació.....	59
A.2.1. Potència del transformador	60
A.2.2. Pont de mitja tensió.....	61
A.2.2.1. Intensitat en mitja tensió	61
A.2.2.2. Intensitats màximes permanents en els conductors	61
A.2.2.3. Intensitats màximes de curtcircuit en els conductors.....	62
A.2.2.4. Intensitats màximes de curtcircuit en la pantalla	65
A.2.2.5. Caiguda de tensió	66
A.2.2.6. Tub	66
A.2.3. Pont de baixa tensió.....	67
A.2.3.1. Intensitat de baixa tensió	67
A.2.3.2. Intensitats màximes de curtcircuit en els conductors.....	68
A.2.4. Presa a terra de protecció	69
A.2.4.1. Determinació dels paràmetres màxims admissibles.....	69
A.2.4.2. Selecció de l'elèctrode	71
A.2.4.3. Temps d'eliminació del defecte	73
A.2.4.4. Seguretat a les persones	75
A.2.4.5. Verificació de l'elèctrode seleccionat.....	76
A.2.5. Presa a terra de servei	77
A.2.6. Separació entre els sistemes de presa a terra.....	78
A.2.7. Ventilació del CT	79
A.3. Quadres elèctrics de baixa tensió	80
A.3.1. Quadre general de baixa tensió	83

A.3.2. Quadres de retransmissió (CSEP-1 i SQ-UCO)	85
A.3.3. Quadres torre d'il·luminació 1	90
A.3.4. Quadres torre d'il·luminació 2	92
A.3.5. Quadres torre d'il·luminació 3	94
A.3.6. Quadres torre d'il·luminació 4	96
A.3.7. Quadres marquesina	98
A.3.8. Quadre TV COMPOUND	100
A.4. Canalitzacions	101
A.4.1. Canalitzacions primàries	103
A.4.2. Canalitzacions secundàries	105
A.4.3. Canalització del grup electrogen	107
A.5. Sistemes de posada a terra del grup electrogen	108
A.6. Fonaments del grup electrogen	110
A.7. Sistema de ventilació	111
A.8. Sistema d'evacuació de gasos	112
B. CÀLCULS LUMÍNICS	117
B.1. Il·luminació del terreny de joc per a la retransmissió televisiva	117
B.1.1. Observacions preliminars	117
B.1.2. Llista de lluminàries	117
B.1.3. Fitxa del producte	117
B.1.4. Pla de situació de lluminàries	119
B.1.5. Objecte de càlcul	126
B.1.6. Intensitat lumínica horitzontal	127
B.1.7. Intensitat lumínica vertical 1	128
B.1.8. Intensitat lumínica vertical 2	129
B.1.9. Intensitat lumínica vertical 3	130
B.1.10. Intensitat lumínica vertical 4	131
B.1.11. Intensitat lumínica vertical 5	132
B.1.12. Intensitat lumínica vertical 6	133

B.1.13. Intensitat lumínica vertical 7	134
B.1.14. Intensitat lumínica vertical 8	135
B.2. Il·luminació d'emergència del terreny de joc per a la retransmissió televisiva	136
B.2.1. Observacions preliminars	136
B.2.2. Llista de lluminàries	136
B.2.3. Fitxa del producte	136
B.2.4. Pla de situació de lluminàries	138
B.2.5. Objecte de càlcul	142
B.2.6. Intensitat lumínica vertical 1	143

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

Amb el fi de millorar i homogeneïtzar la imatge i percepció audiovisual de la competició de futbol espanyola, LaLiga ha creat un reglament per a la retransmissió televisiva. Tal reglament tracta diverses infraestructures i instal·lacions dels estadis establint unes directrius que els clubs han d'aplicar. Sumant les aspiracions del club amb els bons resultats d'aquesta temporada, el Terrassa FC ha decidit pressupostar el cost de les reformes que el reglament implica.

1.2. Objectiu

L'objecte del present projecte és la definició de les reformes a realitzar a l'estadi Olímpic de Terrassa pel compliment dels requeriments exigits per LaLiga als estadis de primera i segona divisió.

1.3. Abast

S'incorporarà un nou centre de transformació per reestructurar l'esquema del subministrament d'energia i es duran a terme millores al sistema d'il·luminació del camp de joc per arribar als nivells mínims exigits. La resta de la instal·lació elèctrica també es veurà modificada per ampliar la infraestructura i sistemes elèctrics vigents de l'estadi així com acollir noves infraestructures de TV.

2. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

L'Estadi Olímpic de Terrassa és una instal·lació esportiva situada al carrer dels Jocs Olímpics, a la ciutat de Terrassa (Vallès Occidental).

Es representa la situació exacta de l'estadi en el plànol n° 1 del present projecte.

3. DESCRIPCIÓ DE L'ESTADI

L'estadi, amb una capacitat per 11.500 espectadors, té unes dimensions de 238 metres de llarg per 152 metres d'ample. Així doncs, la seva superfície total és d'uns 16.580 m². Observant el terreny de l'estadi en planta, s'hi pot distingir el terreny de joc al centre. Aquest està completament rodejat per grades dividides en dos nivells, exceptuant la grada de tribuna que consta d'un nivell més. En el nivell més alt de les grades de tribuna s'hi troben les sales de retransmissió i sobre aquestes hi consta una marquesina. A més, sota les grades de tribuna s'hi troben les instal·lacions principals del club, com oficines, gimnàs, etc.



Figura 1. Parcel·la de l'estadi en vista satèl·lit

Un dels accessos principals a l'estadi pel públic general és l'accés nord, situat darrere la grada nord, on també hi ha un pàrquing i una edificació d'una sola planta amb vestidors i un punt de venda d'entrades. L'altre accés principal es troba darrere la grada sud on hi troba una extensió amb gespa i una edificació idèntica a l'accés nord. Pel públic general hi ha dos accessos més sota cada extrem de les grades de tribuna.

A les unions, entre les grades de tribuna i les grades sud i nord, hi ha unes rampes que connecten el terreny de joc amb l'exterior de l'estadi. Aquestes s'utilitzen per aparcar l'ambulància en els dies de partit. D'aquestes rampes neixen dues de les quatre torres d'il·luminació del terreny de joc. Les altres dues estan a les unions entre la grada de preferent i les grades sud i nord. Les quatre arriben a fer una alçada d'uns 20 metres i pateixen una inclinació d'uns 15°.

3.1. Instal·lació elèctrica

Es procedeix a definir les parts que conformen la instal·lació elèctrica actual. Tals definicions inclouen les instal·lacions d'ús exclusiu de l'estadi així com les instal·lacions comunes amb altres entitats. Als plànols del present projecte es poden trobar els esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica existent.

3.1.1. Instal·lació d'enllaç

La instal·lació elèctrica existent parteix de l'estació transformadora dins un centre prefabricat en formigó en el soterrani de l'estadi. Tal estació compte amb unes cel·les sèrie CB-30 del fabricant Ormazabal, essent la seva distribució la següent: una cel·la de seccionament d'entrada, una de sortida i una d'entrega a abonat. Les segueix una cel·la de remuntada de barres i una de mesura. Després hi consten dos cel·les de protecció pels dos transformadors que es troben a la mateixa estació transformadora. Finalment, una última cel·la de seccionament alimenta una línia subterrània en mitja tensió. Aquesta línia arriba a dues estacions transformadores del club de natació Terrassa, situat a un carrer annex de l'estadi.

3.1.2. Centre transformador existent

Actualment, l'estadi disposa d'un centre de transformació d'abonat dotat de dos transformadors de 1000 kVA de potència nominal cadascun, que atenen a dos QGBT existents. Els transformadors, de la marca Ormazabal, són de l'any 1991. Tot hi això compten amb una refrigeració natural en oli dielèctric i el grup de connexió és Dyn 11. A continuació s'observa una taula amb les característiques elèctriques més importants.

Característica	Valor	Unitat
Potència nominal	1.000	kVA
Tensió nominal primari	25	kV
Tensió nominal secundari	400	V
Freqüència	50	Hz
Intensitat nominal primari	23	A
Intensitat nominal secundari	1.443	A
Valor de cresta de la intensitat nominal admissible	40	kA

Taula 1. Característiques elèctriques dels transformadors existents

3.1.3. Quadres generals de baixa tensió

Els dos transformadors de 1.000 kVA alimenten paral·lelament un QGBT cada un. Aquests dos quadres generals, a causa de les seves dimensions, es troben en la planta soterrània a una sala annexa de l'estació transformadora. Estan formats per envoltants metàl·lics associables en amplada, amb portes cegues i capaços d'allotjar dispositius de protecció de gran amperatge.

A cadascun dels circuits hi ha instal·lats dispositius contra contactes indirectes i dispositius de protecció per sobrecàrregues i curtcircuits. S'observa que la protecció davant sobrecarregues es realitza mitjançant interruptors automàtics magnetotèrmics amb un calibre adequat. Per la protecció contra contactes indirectes es fan servir interruptors diferencials adequats al punt de la instal·lació on estan ubicats. Als esquemes unifilars dels plànols del present projecte es pot consultar el calibre de cada un dels dispositius.

L'estructura unifilar de cada QGBT és pràcticament simètrica i els circuits que en deriven es poden agrupar en quatre grups. Un grup el formarien els dos circuits de cada quadre que es destinen als dos locals comercials de la façana de l'estadi. Els circuits de cada quadre destinats als dos camps annexos de futbol 7 i futbol 11 formarien un altre grup. El grup principal seria el format per tres circuits de cada quadre destinats als diferents subquadres dins l'estadi. Per acabar, l'últim grup serien tots els circuits destinats a la il·luminació del terreny de joc. Cada quadre consta de tres circuits per cada una de les torres d'il·luminació i tres més per la marquesina.

Cada QGBT té connectat una bateria de condensadors de regulació automàtica. Una sola bateria té una composició de cinc bateries de 60 kVAr, desenvolupant una potència total de 300 kVAr per a la correcció del factor de potència. Les dues bateries es troben a la mateixa sala que comparteixen els dos quadres generals.



Figura 2. Dues bateries de condensadors al costat dels QGBT existents

3.1.4. Quadres secundaris

L'etiquetatge en els QGBT s'ha quedat antic i no reflecteix del tot el destí real dels circuits. Les etiquetes de Saló pels quadres CSES i Xalet pels quadres CSEX reflecteixen els negocis antigament establerts. Així doncs, els quadres secundaris CSES-1, CSES-2, CSEX-1 i CSEX-2 pertanyen a dos locals comercials ubicats sota les grades de tribuna. Els seus accessos, tant pel personal com pels clients, es troben a la planta baixa pel carrer dels Jocs Olímpics.

Encara que des de l'any 2000 els dos camps auxiliars fossin transformats en estadis de futbol, en els QGBT encara conserven les etiquetes d'Hoquei. Per tant, els quadres secundaris CSEA realment van destinats als dos camps annexos de futbol 7 i futbol 11.

Els sis quadres secundaris CSEP estan repartits per l'estadi donant electricitat a serveis molt diversos. A la mateixa sala dels QGBT s'hi troba el quadre destinat a la il·luminació de les grades, al mateix nivell també s'hi troba un quadre destinat al servei dels vestidors, gimnàs i de la planta soterrani en general. Ja a nivell de sòl es pot ubicar un quadre a les oficines, i un més tant a l'edificació nord com a la sud pels punts de venda d'entrades i vestidors. Finalment, l'últim quadre secundari resideix a la primera planta alimentant els serveis de retransmissió. Per situar els quadres amb més claredat, la figura 3 mostra un esquema sobre la ubicació dels quadres elèctrics que deriven dels dos QGBT existents.

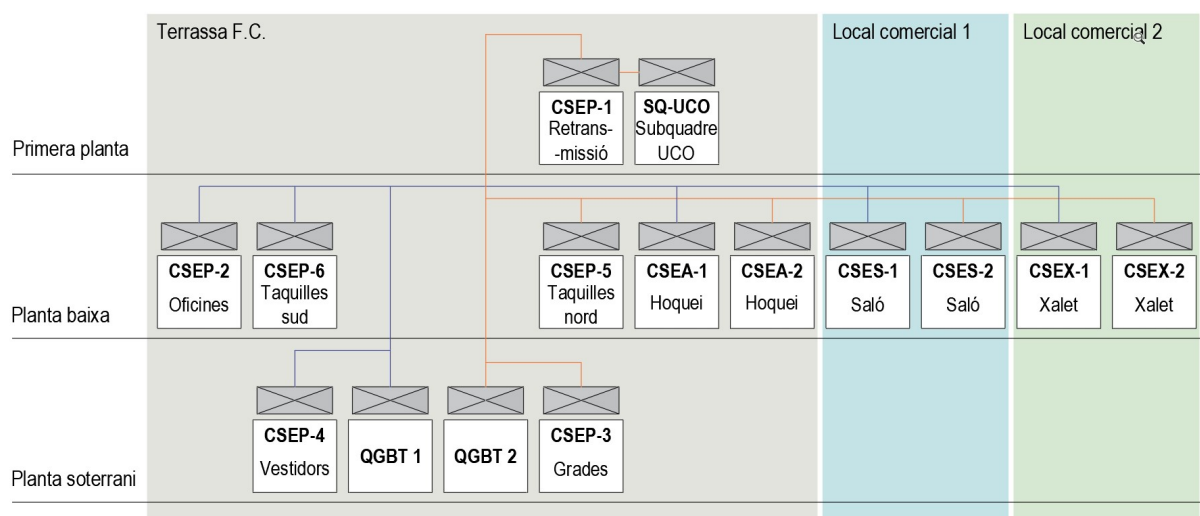


Figura 3. Esquema sobre la ubicació dels quadres elèctrics existents

3.1.5. Canalitzacions elèctriques

En la instal·lació elèctrica existent, s'ha observat que concorren tres tipus de canalitzacions diferents. En interior, les canalitzacions més extenses són realitzades amb safata metàl·lica perforada, adossada directament en les parets i sostres. A l'exterior s'utilitzen canalitzacions de tub de PVC rígid, o també es poden observar canalitzacions soterrades amb tub flexible corrugat en alguns trams.

3.2. Sistema actual d'il·luminació del terreny de joc

Els projectors existents per a la il·luminació del terreny de joc estan ubicats sobre la marquesina de tribuna i les quatre torres situades a les cantonades de l'estadi. Mentre que la marquesina té instal·lades unes 20 unitats de projectors, cada torre té instal·lades 50.

En les torres d'il·luminació s'hi poden veure cinc passarel·les metàl·liques, en les baranes de cada una hi ha instal·lades dues files de cinc projectors cada una. Això significa que per cada passarel·la hi ha instal·lats deu projectors, creant una matriu de cinc per deu projectors en cada torre. En canvi, les 20 unitats de projectors de la marquesina resten penjades i repartides en una sola fila recorrent el límit de la marquesina.

El total de projectors comptabilitzats és de 220 unitats. Tots els projectors instal·lats són del tipus campana d'halogenurs metàl·lics amb tapa de cristall i una potència de 400 W.

Per a l'arrencada de les làmpades d'halogenurs metàl·lics hi ha connectats uns arrencadors, responsables de subministrar el pic de tensió. Tals arrencadors i la resta d'equips auxiliars necessaris per als projectors s'ubiquen en armaris d'una sala annexa a la dels QGBT.



Figura 4. Armari d'equips auxiliars dels projectors existents

4. DESCRIPCIÓ DE L'ACTIVITAT

L'activitat desenvolupada és exclusivament esportiva, sent els partits de futbol i les sessions d'entrenament l'activitat principal de l'estadi. Inclou tant l'activitat d'entrenadors esportius, passant pels esportistes, així com les activitats d'organització, promoció i gestió dels partits. La plantilla està formada per una vuitantena de treballadors repartits entre el primer equip masculí i femení, totes les categories de futbol base i l'administració.

Segons d'Institut Català d'Estadística i la Classificació catalana d'activitats econòmiques (CCAIE-2009), l'activitat que es desenvoluparà s'inclou en les següents categories:

Secció R: Activitats artístiques, recreatives i d'entreteniment

Divisió 10: Activitats esportives, recreatives i d'entreteniment

Grup 931: Activitats esportives

Classe 9312: Activitats de clubs esportius

5. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓ

Per determinar les característiques de les mesures de protecció contra xocs elèctrics en cas de defecte (contactes indirectes), contra sobreintensitats i així com per precisar les especificacions de l'aparellatge encarregat d'aquestes funcions, cal tenir en compte l'esquema de distribució emprat.

Els esquemes de distribució s'estableixen en funció de les connexions a terra de la xarxa de distribució o de l'alimentació, d'una banda, i de les masses de la instal·lació receptora, de l'altra.

L'esquema de distribució de la instal·lació elèctrica del nostre estadi serà TT, és a dir, tant les masses com el neutre estaran connectats a terra. Això és perquè s'aconsegueix unes mesures de protecció independents de la potència de curtcircuit de la xarxa i redueix l'estesa de cables i conductors.

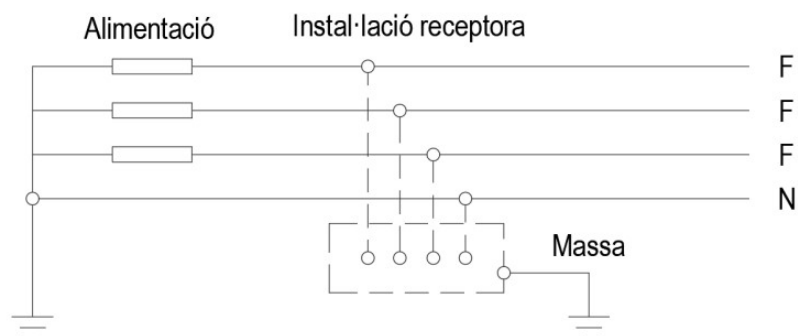


Figura 5. Esquema de distribució TT

6. REFORMA LUMÍNICA

La reforma lumínica ha de permetre complir amb lo establert en el “Reglament per a la retransmissió televisiva” de LaLiga. En tal reglament s'exposen els requisits mínims lumínics del terreny de joc. L'objectiu d'aquests requisits és complir amb les necessitats per poder retransmetre un senyal de televisió amb un alt estàndard de qualitat digital.

D'entrada es mostren uns valors mínims d'uniformitat i d'il·luminació vertical en direcció a les diferents càmeres de televisió. De la mateixa manera també s'indiquen els valors mínims d'uniformitat i d'il·luminació horitzontal a l'altura del terreny de joc. La segona part es centra en característiques dels projectors així com la temperatura de color, reproducció cromàtica, etc.

Es presenten tals requeriments mínims per tres tipus de retransmissió televisiva diferent. El menys restrictiu són els requeriments de la LaLiga 1|2|3, la lliga de segona divisió A espanyola. Són d'obligat compliment per tots els equips que participen en aquesta lliga, excepte els que han acabat d'ascendir a tal lliga, els quals disposen d'una temporada de moratòria per complir amb la normativa.

Els dos tipus de retransmissió restants ja pertanyen a LaLiga Santander, la lliga de primera divisió espanyola. Són més exigents amb els valors d'il·luminació i uniformitats per tal d'oferir una alta homogeneïtzació de la imatge i percepció audiovisual. Igual que l'anterior, els requeriments HD de LaLiga Santander són d'obligat compliment per tots els clubs que participen en aquesta lliga, excepte els acabats d'ascendir els quals disposen d'una temporada de moratòria per complir amb la normativa. En canvi, els requeriments 4K són solament recomanats per la LaLiga, ja que considera que són ideals pel nou estàndard en producció de televisió que s'està instaurant.

A la següent taula es mostren els requeriments mínims en funció del tipus de retransmissió:

Requeriments mínims	LaLiga 1 2 3	LaLiga Santander HD	LaLiga Santander 4K
Il·luminació vertical mitjana a 1'5 metres en direcció a les diferents càmeres fixes (lux)	1.100,00	1.500,00	2.200,00
Uniformitat vertical a càmera Mín./Mitjana	0,60	0,65	0,70
Uniformitat vertical a càmera Mín./Màx.	0,40	0,40	0,60
Il·luminació horitzontal mitjana a l'altura del terreny de joc (lux)	1.500,00	2.000,00	3.000,00
Uniformitat horitzontal Mín./Mitjana	0,70	0,70	0,80
Uniformitat horitzontal Mín./Màx.	0,50	0,60	0,70

Taula 2. Requeriments mínims d'il·luminació pels diferents tipus de retransmissió

Al contrari que els requeriments mínims d'il·luminació, els dels projectors sempre són els mateixos independentment de la retransmissió o divisió. A la següent taula es mostren els requeriments mínims més significants:

Requeriments mínims	Mínim	Màxim
Temperatura de color	5.000 K	6.200 K
Reproducció cromàtica (RA/IRC)	80	-
% flicker mitjà	-	20 %
% flicker màxim	-	30 %

Taula 3. Requeriments mínims del projector

6.1. Il·luminació del terreny de joc existent

S'ha realitzat un mesurament d'il·luminació del terreny de joc amb la distribució actual i els nivells estan molt allunyats dels requerits a l'esmentat reglament. La temperatura de color dels projectors actuals s'apropa més als 3.000 K que dels 5.000 K mínims exigits, i necessiten un temps d'arrencada excessiu pels objectius a aconseguir. És per això que, d'acord amb les directrius del reglament, s'han d'emprendre els treballs definits en el present projecte per a la millora de la il·luminació del camp i de les instal·lacions elèctriques associades.

Es conserva pràcticament la totalitat de la instal·lació lumínica existent excepte l'encarregada de la il·luminació del terreny de joc. En la marquesina, es desinstal·larà la fila

de projectors dirigits al terreny de joc mentre que es mantindran els projectors destinats a il·luminar les grades. En les torres d'il·luminació es retiraran tots els projectors per la seva antiguitat i perquè cap incorpora un sistema de reencesa instantània.

6.2. Il·luminació del terreny de joc projectada

La solució lumínica projectada implica adoptar les posicions de càmera prèviament definides per cada tipus de cobertura. Els clubs han de posar a disposició de LaLiga com a mínim les posicions de càmera requerides per aquest tipus de produccions. Els quatre tipus de cobertura definits en el reglament són C, B, A i A+. On el tipus C cobriria la retransmissió dels partits de menys interès mentre que la producció dels partits importants es basarà en el tipus A. Es reserven les produccions tipus A+ pels enfrontaments més importants en el Camp Nou i Santiago Berenàveu, que per la seva capacitat es dupliquen el nombre de càmeres que en les produccions tipus A. Amb cada publicació dels horaris dels partits es comunicarà als clubs el tipus de cobertura per cada un d'ells.

Davant la impossibilitat de realitzar la producció A+ tant per falta d'infraestructures de l'estadi com de capacitat, la producció A és més factible de reproduir. D'altra banda, la diferència entre les produccions B i C amb la producció A són el nombre de càmeres, de manera que les posicions d'aquestes no varien. És per aquest motiu que, en portar a cap l'estudi lumínic amb la producció A, les produccions B i C queden també validades per realitzar-se a l'estadi.

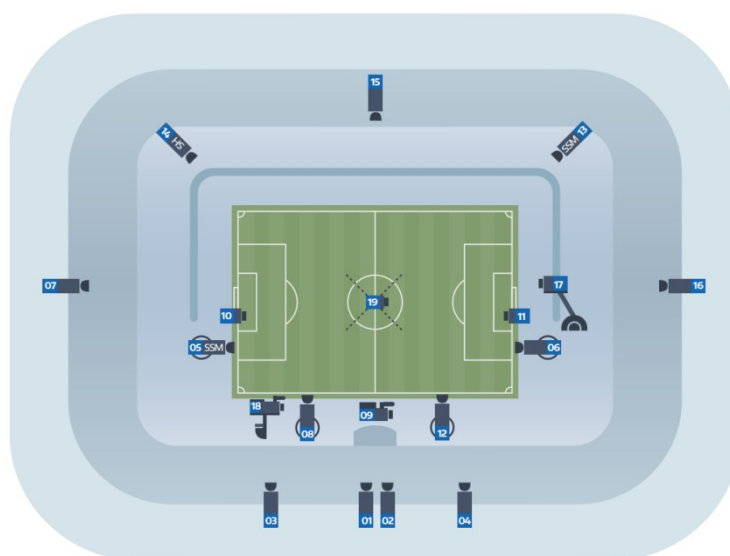


Figura 6. Posició de les càmeres segons la producció A

Es procedeix a dissenyar el tipus de producció A en l'estadi olímpic del Terrassa per tal d'obtenir els angles en direcció a cada càmera. D'aquesta manera es pot calcular la il·luminació vertical del terreny de joc en direcció a cada una d'elles. A continuació es mostra un esquema amb l'angle corresponent a cada càmera:

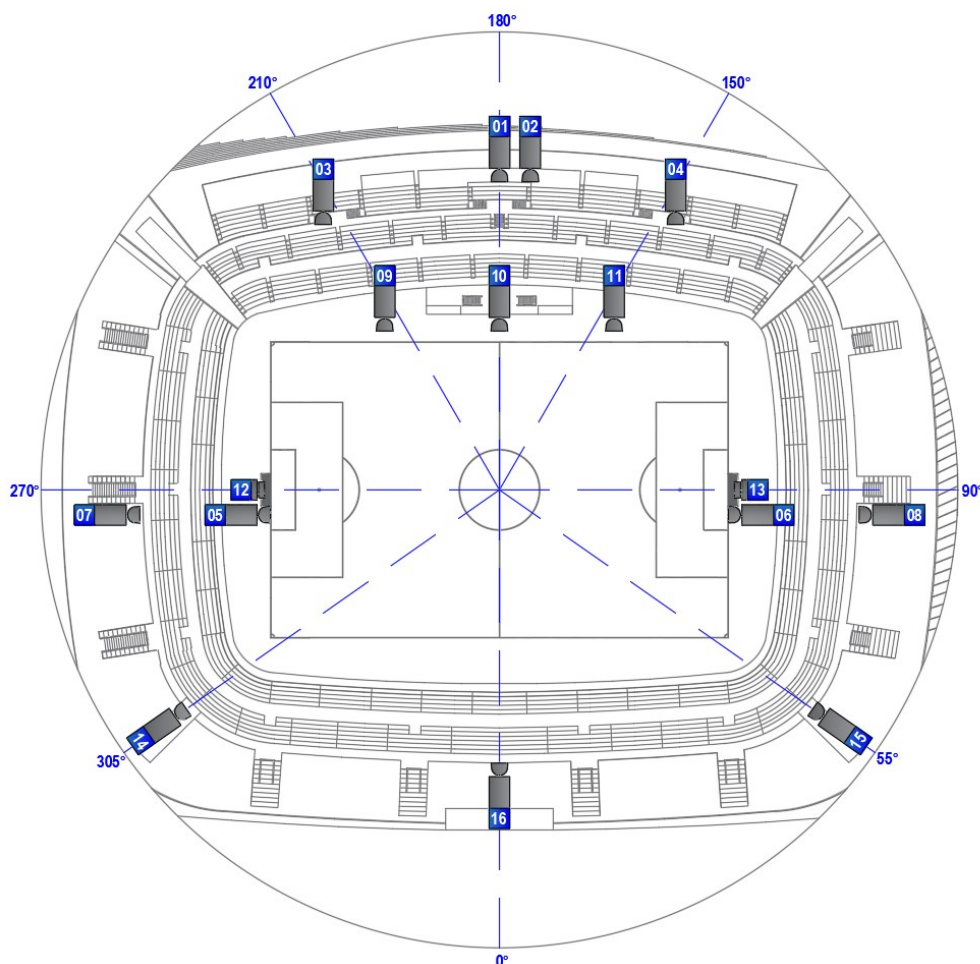


Figura 7. Posició de les càmeres en l'estadi objecte segons la producció A

Es porten a cap els càlculs lumínics per donar compliment als requisits establerts, els quals s'adjunten en el corresponent annex de la memòria. Pels càlculs de la il·luminació horitzontal s'ha considerat una altura del terreny de joc de zero metres, compensant a l'altura dels projectors els metres que queda enterrat el terreny de joc sota el nivell del sòl.

D'acord amb la solució final a adoptar s'instal·laran 50 projectors ArenaVision de Philips de 2.000 W a cada torre d'il·luminació. També s'instal·laran 30 projectors ArenaVision de Philips de 2.000 W sobre la marquesina de tribuna amb la posició i orientacions indicades a l'annex de la memòria del present projecte. A la següent taula mostra les principals característiques del projector seleccionat:

Característiques	Mínim
Tensió de subministrament de la làmpada	380 - 415 V
Tensió d'entrada	400 V
Potència de la làmpada	2.000 W
Temperatura de color	5.600 K
Reproducció cromàtica (RA/IRC)	90

Taula 4. Característiques generals del projector MVF403 MHN-SA2000W/956 A4

Cada projector incorpora un sistema integrat d'òptiques rotacionals i una làmpada de descàrrega compacte de doble terminal MHN-SA 2.000 W que garanteixen una bona eficiència del sistema i un baix enlluernament. Altrament, la temperatura de color i la reproducció cromàtica del projector MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 entren dintre els límits establerts pel reglament dins els requeriments mínims del projector.

Amb la configuració de projectors proposada en l'estudi i d'acord amb els càlculs lumínics obtenim les següents taules:

Il·luminació vertical a càmera	Mig (lux)	Mín./Mig	Mín./Màx.
Màster	1.532,00	0,68	0,54
Curts Màster	1.532,00	0,68	0,54
Fora de joc Esquerra	1.502,00	0,67	0,58
Fora de joc Dreta	1.525,00	0,67	0,54
Porteria E. SSM	1.516,00	0,69	0,56
Porteria Dreta	1.517,00	0,69	0,53
Fons alt Esquerra	1.516,00	0,69	0,56
Fons alt Dreta	1.517,00	0,69	0,53
Curts terreny de joc Esquerra	1.502,00	0,67	0,58
Banquetes/Entrevistes	1.532,00	0,68	0,54
Curts terreny de joc Dreta	1.525,00	0,67	0,54
Mini porteria Esquerra	1.516,00	0,69	0,56
Mini porteria Dreta	1.517,00	0,69	0,53
Angle inv. grada SSM	1.503,00	0,67	0,58
Angle inv. grada HS	1.538,00	0,68	0,58
Angle inv. centre	1.526,00	0,68	0,56

Taula 5. Resultats lumínics en direcció a les diferents càmeres

Il·luminació horitzontal	Mig (lux)	Mín./Mig	Mín./Màx.
Altura del terreny de joc	2.013,00	0,76	0,58

Taula 6. Resultats lumínics a l'altura del terreny de joc

S'observa que els valors lumínics obtinguts compleixen amb els valors requerits pels dos tipus de retransmissió televisiva d'obligat compliment.

La reforma de la il·luminació es realitzarà en una sola fase utilitzant les torres existents i la marquesina sobre tribuna, assolint així el compliment de les exigències lumíniques del reglament pràcticament en la seva totalitat.

6.3. Il·luminació d'emergència del terreny de joc

Segons el reglament, l'enllumenat d'emergència del terreny de joc ha de permetre la continuïtat de la retransmissió televisiva, garantint un nivell mínim a càmera principal de 800 luxs. El restabliment del servei, des de l'instant en què es produeixi la fallada elèctrica de subministrament fins a l'instant al que arriben als 800 luxs, en cap cas serà superior a dos segons. Tals requeriments són obligats i no varien segons el tipus de producció televisiva o divisió.

La solució adoptada segons l'estudi lumínic corresponent és que dels projectors ja projectats, 115 seran encarregats amb un arrencador electrònic per una reencesa en calent. Aquests elements, junt amb les reformes elèctriques projectades, assegurin un temps màxim no major de dos segons per a l'entrada en funcionament del sistema d'il·luminació d'emergència.

A la següents taules és mostren les característiques generals dels dos models de projectors projectats:

Característiques	
Tensió de subministrament de la làmpada	380 - 415 V
Tensió d'entrada	400 V
Arrencador	SI (Sèrie)

Taula 7. Característiques generals del projector MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 SI

Característiques	
Potència de la làmpada	2.000 W
Temperatura de color	5.600 K
Reproducció cromàtica (RA/IRC)	90
Pes	14,50 kg

Taula 7. Característiques generals del projector MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 SI

Característiques	
Tensió de subministrament de la làmpada	380 - 415 V
Tensió d'entrada	400 V
Arrencador	HRE (Electrònic d'arrencada en calent)
Potència de la làmpada	2.000 W
Temperatura de color	5.600 K
Reproducció cromàtica (RA/IRC)	90
Pes	18,65 kg

Taula 8. Característiques generals del projector MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 HRE AM

Per tal d'assegurar un nivell mínim a càmera principal de 800 luxs, l'estudi lumínic proposa una configuració amb els projectors de reencesa en calent repartits proporcionalment entre les torres i la marquesina. Amb tal configuració obtenim els resultats de la següent taula:

Il·luminació vertical a càmera	Mig (lux)	Mín./Mig	Mín./Màx.
Màster	833,00	0,69	0,57

Taula 9. Resultats lumínics en direcció a la càmera principal

S'observa que els valors lumínics obtinguts compleixen amb els valors mínims requerits pel reglament.

6.4. Sistema d'encesa

El sistema d'encesa principal per la il·luminació del terreny de joc serà a través de contactors en els corresponents subquadres.

6.5. Compatibilitat del suport estructural

Tal com s'ha explicat en apartats anteriors, la col·locació dels nous projectors es realitza sobre les mateixes passarel·les utilitzades per donar suport mecànic a l'antic sistema d'il·luminació. La validesa d'aquest suport estructural queda garantida, ja que l'increment de pes dels projectors proposats per a la instal·lació i la seva distribució és compatible amb la capacitat de l'estructura. Tanmateix, la distribució dels projectors i la seva col·locació complirà amb tots els requisits exigits.

7. REFORMA ELÈCTRICA

La reforma elèctrica ha de permetre complir amb l'establert en el "Reglament per a la retransmissió televisiva" de LaLiga. En l'apartat elèctric es descriuen un seguit de requisits per tal que la retransmissió televisiva no s'interrompi amb l'evident impacte negatiu que implicaria en la percepció audiovisual de la competició.

Certes exigències més bàsiques, com les referents al REBT, ja les compleix la instal·lació elèctrica existent. Tot i això, existeixen requeriments exclusius al reglament més rigorosos. La reforma lumínica comporta una reforma elèctrica per tal de complir amb el temps de restabliment del servei i l'alimentació dels projectors d'arrencada en calent, etc. Tals reformes s'aniran descrivint en els apartats corresponents justificant el requeriment a complir pel reglament.

Referent als serveis de retransmissió, els clubs han de facilitar una àrea adequada per a l'aparcament d'unitats mòbils i altres vehicles de televisió necessaris per la producció. L'espai requerit serà de 800 m² per produccions tipus A i de 300 m² per produccions tipus B i C. El TV Compound haurà de localitzar-se més proper possible a l'estadi i, haurà de disposar de les següents connexions de corrent per als vehicles de producció de LaLiga: dues preses de 63 A trifàsics amb diferencial de 300 mA i corba D, una presa de 32 A trifàsics i dues preses de 32 A monofàsics. Es projectarà un quadre elèctric penjant de l'embarat preferent per tal d'alimentar les connexions elèctriques requerides. El quadre s'ubicarà dins l'àrea projectada pel TV Compound situada a l'actual pàrquing del club.



Figura 8. Àrea projectada pel TV Compound

Referent a l'alimentació i distribució elèctrica de l'estadi, el reglament mostra dos possibles esquemes amb doble escomesa per assegurar el restabliment de totes les càrregues davant la fallada d'una d'elles. Altrament, recomana que cada escomesa provingui de subestacions diferents i, si és possible, de companyies diferents. Les dues possibilitats solament difereixen en el fet que el segon subministrament sigui o no sigui simultani amb el primer, cap evita haver de modificar l'esquema unifilar existent i projectar un nou subministrament. La següent figura representa el primer esquema elèctric proposat pel reglament:

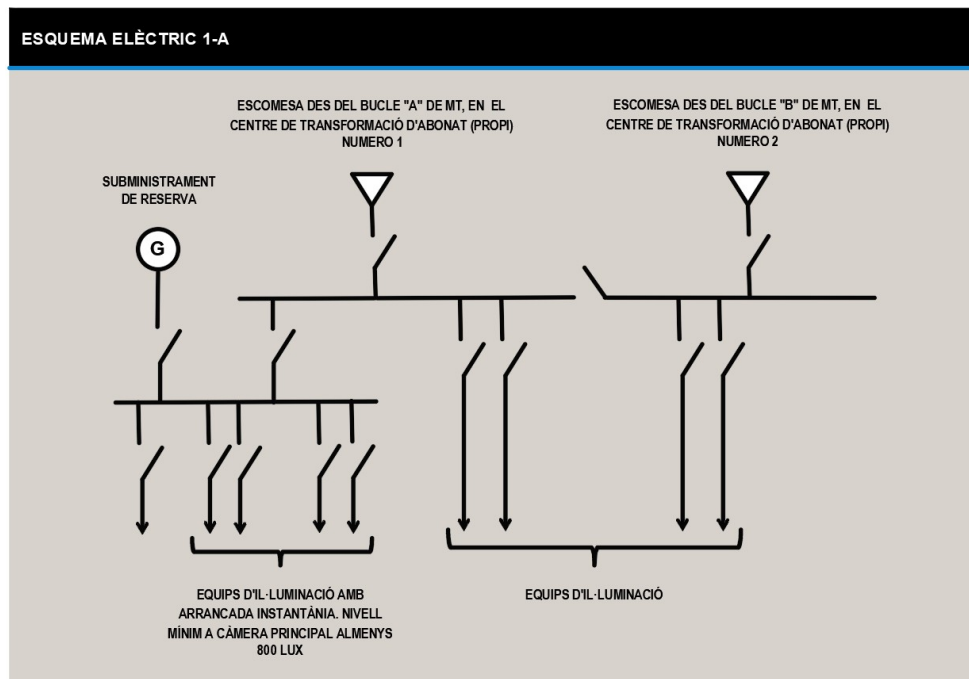


Figura 9. Esquema elèctric 1-A proposat pel reglament de LaLiga

S'adaptarà l'esquema elèctric 1-A del reglament per tal de tenir dos subministraments principals funcionant simultàniament de forma que una hipotètica fallada en el subministrament afectaria solament a una part de la instal·lació. En els següents apartats es descriuen les reformes elèctriques per portar-ho a terme.

7.1. Centre de transformació existent

En el centre de transformació existent es projecta la implantació d'una cel·la de mitja tensió de protecció de línia amb interruptor automàtic i disjuntor, que protegirà una nova línia a implementar com a subministrament de reserva pel nou CT projectat. La cel·la esmentada serà de la marca Schneider de gama SM6 i model DM1-C, serà ubicada i instal·lada segons

els plànols del present projecte. A la següent taula es mostren algunes de les seves característiques elèctriques:

Característica	Valor	Unitat
Tensió assignada	24	kV
Tensió suportada entre fases, i entre fase i terra (a freqüència industrial)	50	kV
Tensió suportada entre fases, i entre fase i terra (a impuls tipus raig)	125	kV
Intensitat assignada en funció de línia	400 - 630	A
Intensitat assignada en funció de protecció de línia	400 - 630	A
Intensitat nominal admissible durant 1 segon	16	kA
Valor de cresta de la intensitat nominal admissible	40	kA

Taula 10. Característiques elèctriques de la cel·les SM6 DMC-1

Així doncs, també es revisarà l'estat de les xarxes de terra existents en el centre, realitzant l'adequació de les mateixes en cas que sigui necessari. Els QGBT existents quedaran alimentats des del centre de transformació existent i alimentaran les càrregues no relacionades amb la retransmissió televisiva ni amb la il·luminació del terreny de joc.

7.2. Escomesa

D'acord amb la companyia subministradora es planteja una nova escomesa en mitja tensió amb una potència de 800 kW. Aquesta escomesa la realitzarà la mateixa companyia que l'actual, però des de subestacions diferents.

La línia serà subterrània i els conductors seran instal·lats sota tub. A més, es tindrà en compte totes les prescripcions descrites en el ITC-BT-07 "Xarxes subterrànies per distribució d'energia elèctrica", com els encreuaments i paral·lelismes amb altres canalitzacions d'aigua, gas, línies de telecomunicacions i amb altres conductors d'energia elèctrica.

La nova línia subterrània tindrà el seu inici en els nous empalmaments amb la línia subterrània existent, i farà d'entrada i sortida al nou CT situat a uns 14 metres aproximadament. El traçat es mostra als plànols adjunts. La següent taula mostra les característiques de la nova línia subterrània:

Característiques	
Tipus de muntatge	Subterrani
Classe de corrent	Trifàsica a 50 Hz
Tensió de servei	25 kV
Conductors	AL-240 18/30 kV
Circuits	2
Longitud	14 m

Taula 11. Característiques de la nova línia subterrània

7.2.1. Característiques de les canalitzacions

Els trams de la nova línia subterrània que passen sota una carretera estaran íntegrament canalitzats amb tubulars. Tota la canalització està formada per tubulars de PE de 300 mm de diàmetre exterior, com a protecció mecànica, situats a una profunditat mínima de 80 cm. El traçat de les canalitzacions queda determinat en els plànols annexos.

Els tubs aniran coberts completament amb formigó o terra compactada, amb l'objectiu de protegir mecànicament els conductors. La part superior de la rasa estarà coberta segons el tipus d'acabat existent. Altrament, es col·locarà cinta amb indicació de risc elèctric com a advertiment.

7.2.2. Característiques dels conductors d'alta tensió subterrànis

L'elecció de la secció i el tipus de conductor s'ha dissenyat amb el que s'estableix amb la companyia distribuïdora. Els conductors utilitzats són cables unipolars d'alumini tipus RHZ1 H16 amb aïllament nominal de 18/30 kV i secció 240 mm². Les característiques tècniques són les següents:

Característiques	
Material	Alumini
Denominació	RHZ1 H-16 18/30 AI
Secció	1x240 mm ²
Tensió nominal	25 kV
Tensió màxima d'utilització	36 kV
Intensitat màxima admissible	245 A
Temperatura en servei permanent	90 °C

Taula 12. Característiques tècniques dels conductors d'alta tensió

7.3. Centre de transformació

Es projecta la instal·lació d'un nou centre de transformació que alimentarà de forma independent els serveis elèctrics destinats a la retransmissió televisiva i la il·luminació del terreny de joc. El centre de transformació estarà situat al límit de la parcel·la de l'estadi amb el carrer on es realitzarà l'escomesa.

El centre rebrà l'energia en mitja tensió procedent de la xarxa distribució i l'entregarà en baixa tensió. Segons les característiques generals de la xarxa de distribució de e-distribució a Catalunya, la tensió entregada des de la xarxa serà de 25 kV. Per alimentar als consumidors finals el centre de transformació disminuirà la tensió fins a 400 V.

Se subministrarà 800 kVA aproximadament, pel que s'instal·larà un transformador de 1.000 kVA. Per mesurar l'energia consumida es durà a terme en les cel·les de mitja tensió a una freqüència de 50 Hz.

Se seguirà una tipologia d'abonat, per la qual cosa es delimitaran les zones de companyia i d'abonat dins el centre de transformació. En la zona de companyia estaran ubicades totes les cel·les de mitja tensió de distribució, entrada i protecció. En la zona d'abonat s'ubica la cel·la de mesura, de protecció del transformador i el quadre general de baixa tensió. També estarà situat el transformador que comptarà amb una reixa metàl·lica pròpia.

Per accedir al centre de transformació es disposarà de quatre accessos. Els dos primers seran a través de portes per accedir a les cel·les de companyia i d'abonat corresponentment. L'altre accés és per una porta pel transformador dotada de reixes de ventilació. Aquestes tres portes estan situades en el carrer de les Campiones Olímpiques, donant a l'exterior de l'estadi. L'últim accés queda a l'interior del recinte de l'estadi i s'accedeix a la zona d'abonat on hi ha el quadre general de baixa tensió. L'accés a l'interior per qualsevol de les portes serà amb clau normalitzada de la companyia.

A continuació es descriuen de forma més detallada tots els elements que conformen el centre de transformació així com altres aspectes a tenir en compte.

7.3.1. Obra civil

L'obra civil del centre de transformació serà realitzat prenent com a referència les especificacions tècniques contingudes en la norma informativa FNH001 "Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie".

L'altura del centre serà de 20 cm per sobre del nivell exterior amb el fi d'evitar l'entrada d'aigua des de l'exterior. El terra serà pla, sense escalons i amb una lleugera pendent cap a les portes pel personal i transformador.

El centre de transformació prefabricat serà constituït per diverses peces prefabricades de formigó armat convenientment acoblades. Estarà preparat per albergar tot l'aparellatge i equips amb una tensió màxima del material 24 o 36 kV i una potència màxima del transformador de 1.000 kVA.

Es construirà una solera de formigó capaç de suportar els esforços verticals previstos amb les següents característiques. Estarà construïda en formigó armat de 15 cm de gruix amb varetes de 4 mm i un quadre de 30x30 cm. Tindrà les dimensions que cobreixen la totalitat de la superfície del CT sobresortint 25 cm per cada costat. A més, incorporarà la instal·lació de tubs de pas per les preses a terra. Sobre la solera es disposarà d'una capa de sorra de 10 cm de gruix.

El forjat del sòl del CT estarà dimensionat per suportar una càrrega distribuïda mínima de 400 kg/m² a la zona de maniobra. A la zona del transformador i als seus accessos suportarà una càrrega de 4.000 kg recolzada sobre quatre rodes equidistants.

El transformador de potència s'ubicarà sobre una llosa flotant per minimitzar-ne les possibles vibracions emeses pel transformador. La llosa flotant serà prefabricada ubicada directament sobre la solera del CT prenent com a referència el document informatiu FNH00500 Dipòsits Prefabricats de recollida d'oli per a CT.

Amb la finalitat de contenir i evitar un vessament d'oli dielèctric del transformador, quan aquest contingui més de 50 litres de dielèctric líquid al seu interior, es disposarà d'una cubeta amb protecció tallafocs, segons s'indica a l'apartat 5.1 de la ITC-RAT 14, que retengui o canalitzi l'oli a un dipòsit amb revestiment estanc que suporti temperatures superiors a 400 °C. La protecció tallafocs s'aconseguirà a base d'una reixeta metàl·lica que tancarà

superiorment la cubeta i sobre la qual es disposarà un llit de còdols. El dipòsit de recollida d'oli tindrà una capacitat mínima de 650 litres i s'ubicarà sota el transformador col·locat sobre la llosa flotant antivibratòria.

7.3.2. Línia d'alimentació

L'entrada al CT de les línies d'alimentació es realitzarà a través de cables subterranis unipolars aïllats amb aïllament sec termoestable (polietilè reticulat XLPE), prenent com a referència la normativa DND001 "Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV". Com s'ha comentat en els apartats anteriors, els conductors d'alimentació seran d'alumini i amb una secció de 240 mm². El nivell d'aïllament serà de 18/30 kV tenint en compte el nivell de tensió nominal.

L'entrada i sortida de cables al CT es durà a terme a través de passadors o tubs estancs, arribant fins a les cel·les o quadres corresponents per un sistema de fossats o canals. Els fossats o canals de cables tindran la solera inclinada amb pendent mínim del 2% cap a l'entrada dels cables, de manera que s'impedeixi l'acumulació d'aigua a l'interior del CT. La profunditat mínima de les canalitzacions serà de 0,6 metres i l'amplada mínima serà la necessària per respectar el radi de curvatura dels conductors.

7.3.3. Cel·les de distribució

El centre estarà constituït per cel·les sota envoltant metàl·lic i amb aïllament en SF₆. La gama SM6 escollida respon en la seva concepció i fabricació d'acord amb la norma UNE-EN 62271-200. Les seves dimensions ens permeten la seva ubicació dins el centre de transformació tal com es mostra en els plànols.

Les parts principals que componen aquestes cel·les són: la base amb els controls a la part frontal, la cuba, l'interruptor i els passa tapes. La base suporta tots els elements que integren la cel·la. A la part frontal inclou la placa de característiques elèctriques, l'espinnel pel manòmetre, l'esquema elèctric de la cel·la i els accessos als accionaments del comandament. A l'inferior es troba el dispositiu de senyalització de presència de tensió i el panell d'accés als cables i fusibles. Els comandaments d'actuació poden ser accionats de forma manual o motoritzada.

La cuba, fabricada en acer inoxidable de 2 mm de gruix, conté l'interruptor, l'embarrat i els portafusibles, el gas es troba al seu interior a una pressió absoluta d'1,3 bars. La cisterna compta amb un dispositiu d'evacuació de gasos que, en cas d'arc intern, permet la sortida cap a la part posterior de la cel·la evitant així, la seva incidència sobre les persones, els cables o l'aparellatge del CT.

L'interruptor disponible al sistema SM6 té tres posicions: connectat, seccionat i presa a terra. L'actuació d'aquest interruptor es realitza mitjançant una palanca d'accionament sobre dos eixos diferents: un per a l'interruptor (commutació entre les posicions d'interruptor connectat i interruptor seccionat) i un altre per al seccionador de presa a terra (que commuta entre les posicions de seccionat o presa a terra).

En ser un centre transformador de tipus abonat, la seqüència de les cel·les és la següent. En primer lloc, s'hi ubicaran dues cel·les Schneider de la gama SM6, del tipus IM prenent les funcions d'entrada i sortida per a les línies MT.

La cel·la de protecció Schneider gama SM6 i model DM1 amb interruptor automàtic i seccionador d'aïllament, la seva funció és connectar i desconnectar el centre de transformació de la xarxa de la companyia subministradora.

La cel·la de mesura Schneider gama SM6 i model GBC permetrà la instal·lació d'equips de mesura tant de corrent com de tensió. Està constituïda per un mòdul metàl·lic per a la protecció dels transformadors de tensió i intensitat que integren els equips de comptatge. Al costat, la cel·la Schneider gama SM6 i model GBM permetrà connectar escomeses inferiors amb superiors des de cada lateral, tant per a l'entrada com per a la sortida de cables.

La cel·la de transferència automàtica de xarxa prioritària Schneider i model NSM-1 amb seccionador d'operació sota càrrega, permetrà la connexió amb la cel·la DM1-C del CT existent. Es necessita una cel·la GBM amb transposició de barres per poder-la enllaçar amb l'embarrat de la cel·la GBC anterior.

Per acabar, la cel·la de protecció Schneider gama SM6 i model QM amb seccionador d'operació sota càrrega i base portafusibles, protegirà el nou transformador projectat.

A la següent taula es mostren les característiques elèctriques de les cel·les SM6:

Característica	Valor	Unitat
Tensió assignada	24	kV
Tensió suportada entre fases, i entre fase i terra (a freqüència industrial)	50	kV
Tensió suportada entre fases, i entre fase i terra (a impuls tipus raig)	125	kV
Intensitat assignada en funció de línia	400 - 630	A
Intensitat assignada en funció de protecció de línia	400 - 630	A
Intensitat nominal admissible durant 1 segon	16	kA
Valor de cresta de la intensitat nominal admissible	40	kA

Taula 13. Característiques elèctriques de la cel·les SM6

L'amplada total del conjunt de les cel·les és de 4,18 metres i l'altura màxima és d'1,60 metres. Amb aquestes dimensions es justifica la ubicació de les cel·les dins del CT mostrada en els plànols del present projecte. Podem observar la configuració de les cel·les al següent esquema:

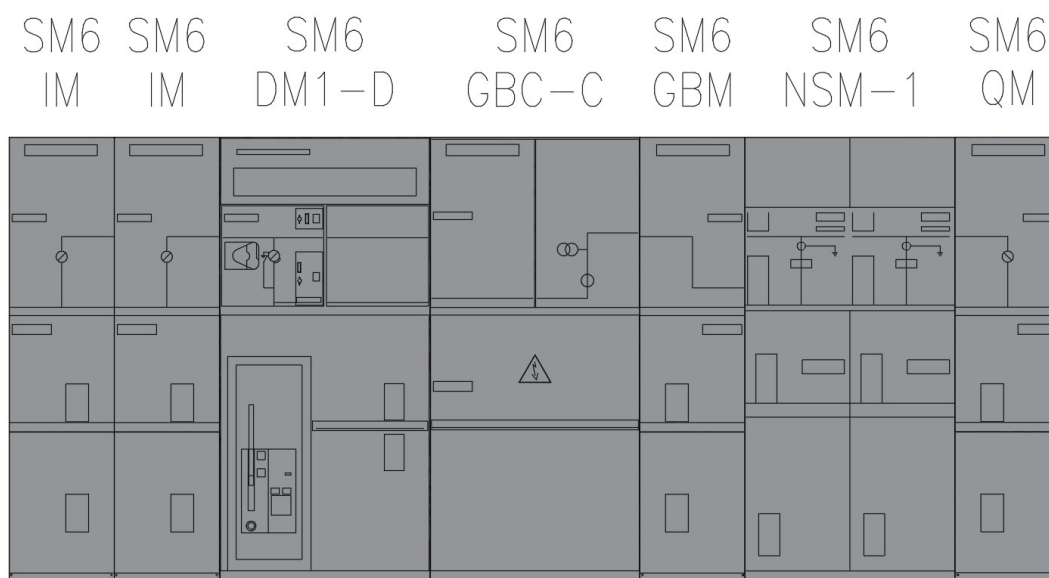


Figura 10. Configuració de cel·les de mitja tensió en el nou CT

7.3.4. Transformador

Per les connexions de la cel·la de protecció del transformador amb el mateix transformador es realitzaran mitjançant conductor sense tub per l'arqueta de MT. Aquest conductor tindrà 150 mm² de secció.

Pel que fa al transformador de potència, serà una màquina trifàsica reductora de tensió. A l'entrada hi haurà una tensió de 25 kV i la tensió de sortida en buit serà de 420 V. La refrigeració serà per circulació natural de l'oli mineral, refredat al mateix temps per corrents d'aire que es produeixen de forma no forçada al voltant de la cuba. El model escollit serà JARA, del tipus hermètic amb ompliment d'oli total.



Figura 11. Transformador JARA amb refrigeració en oli mineral

S'exigirà en el protocol d'assajos que figurin els resultats de l'assaig de descàrregues parcials. La informació subministrada per la companyia subministradora sobre el transformador escollit dictarà que compleix amb els assajos esmentats.

Les seves principals característiques elèctriques són les mostrades a la següent taula:

Característica	Valor	Unitat
Potència nominal	1.000	kVA
Tensió nominal primària	25	kV
Tensió nominal secundària (en buit)	420	V
Freqüència	50	Hz
Tensió de curtcircuit	6	%
Nivell d'aïllament	36	kV

Taula 14. Característiques elèctriques del transformador projectat

7.3.5. Pont de MT

La connexió amb el costat d'alta tensió del transformador es realitzarà amb un joc de ponts III de cables AT unipolars d'aïllament sec RHZ1, aïllament 18/30 kV, de 150 mm² en alumini amb els seus corresponents elements de connexió.

7.3.6. Pont de BT

El pont de BT el conformen els cables de baixa tensió utilitzats per a la connexió entre el transformador i el quadre general de baixa tensió.

La unió entre els terminals del transformador i el quadre de protecció de baixa tensió s'efectuarà per mitjà de cables aïllats unipolars d'alumini, del tipus RV 0,6/1 kV, que s'ajustaran al que especifica la Norma ENDESA CNL001, així com les Especificacions Tècniques d'ENDESA Referències 6700027 o 6700028.

Les característiques dels ponts en funció de la potència del transformador corresponent s'exposen a la taula següent:

Tipus de conductor	Nombre i secció de conductors
Fase	4x3x240 mm ²
Neutre	3x240 mm ²

Taula 15. Característiques dels conductors del pont de BT

7.3.7. Quatre de BT

Es realitzarà la instal·lació d'un nou quadre general de baixa tensió (amb embarrat XARXA i embarrat XARXA-GRUP) i sistema automàtic de transferència. Des de tal quadre s'alimentaran tots els quadres secundaris que figuren als plànols. Estarà ubicat en una sala destinada a tal fi, annexa al nou centre de transformació. El seu objectiu és allotjar tots els dispositius de seccionament i protecció tant pels circuits provinents del transformador i grup electrogen com pels circuits cap a quadres secundaris.

L'escomesa es du a terme des del transformador nou a instal·lar. Aquesta alimentació es farà mitjançant cable de coure RZ1 0,6/1 kV de secció 240 mm² i discorrerà pel sostre de la planta mitjançant safata d'ús exclusiu.

El quadre de protecció de baixa tensió ha de contenir en el seu interior un seccionador manual en càrrega i una base de fusible NH4 400 A. La construcció correspondrà amb l'indicat en el plec de condicions del projecte, sent el seu contingut i forma de connexió reflectits als plànols dels esquemes adjunts.

Es respectarà el model i marca de l'aparellament i relés, així com les regulacions indicades pels interruptors en càlculs i la resta de documents del projecte. D'aquesta manera es garanteix el compliment de les exigències de l'esmentat "Reglamento de Retransmisiones Televisivas" de LaLiga sobre la selectivitat total en certs serveis.

7.3.8. Proteccions

Les proteccions d'alta tensió comptaran amb relés de sobrecorrent amb components simètriques i asimètriques, amb alimentació autònoma, i homologats per la companyia EDE, sent aquests ajustats pels serveis tècnics de la companyia esmentada.

Partint del que indica la ITC-RAT 09 apartat 4.2.1 referent a la protecció de transformadors MT/BT, aquests hauran de protegir-se contra sobreintensitats produïdes per sobrecàrregues o curtcircuits, siguin externs a la baixa tensió o interns al mateix transformador. La protecció s'efectuarà limitant els efectes tèrmics i dinàmics mitjançant la interrupció del pas del corrent, per a això s'utilitzaran tallacircuits fusibles. La fusió de qualsevol dels fusibles donarà lloc a la desconexió trifàsica de l'interruptor-seccionador de protecció del transformador. En casos excepcionals es podran usar interruptors automàtics accionats per relés de sobreintensitat.

La protecció tèrmica assegura una vigilància permanent i automàtica en transformadors secs. Aquesta protecció està dissenyada per a un funcionament permanent en règim nominal del transformador i dona resposta a les sondes destinades a protegir el transformador i mesurar la temperatura del punt més calent del bobinat. Els llindars d'alarma i tret estaran adaptats en conseqüència i seran tractats per un convertidor electrònic que posarà en marxa les accions adaptades al nivell de temperatura assolit.

La protecció contra eventuais curtcircuits que es puguin produir entre la cel·la de protecció i l'embarrat del quadre de BT (ponts MT, transformador, ponts i embarrat de BT) estarà assignada als fusibles de MT. El calibratge dels fusibles tipus APR seran de 40 A, segons la potència del transformador i la tensió de la xarxa. Els curtcircuits que es puguin produir a les línies de BT que surten del centre de transformació hauran de ser mitigats pels fusibles de les línies BT corresponents, sense que es vegin afectats els del transformador.

7.3.9. Posada a terra

El centre de transformació disposarà de dos sistemes de posada a terra, un de servei per al neutre de baixa tensió i un altre de protecció al qual es connectaran les masses i envoltants metàl·lics dels aparells, així com les ferramentes i estructures del CT. Aquests dos sistemes estaran separats per una distància de no menys d'uns 16 metres, valor que es justifica a la memòria de càlcul.

Per una banda, el sistema de posada a terra de protecció consistirà en una línia de coure de 50 mm² que discorre sota terra envoltant el centre de transformació a una profunditat de 0,5 metres, formant un rectangle on s'intercalen 8 piques de 2 metres d'alçada i 14 mil·límetres de diàmetre. A aquest sistema s'hi uniran les parts metàl·liques del centre de transformació que no estan en tensió en condicions normals de funcionament, però que puguin estar-ho davant defectes d'aïllament, avaries o causes fortuïtes. Aquesta instal·lació de posada a terra, complementada amb els dispositius d'interrupció de corrent, ha d'assegurar la descàrrega a terra de la intensitat homopolar de defecte, contribuint a l'eliminació del risc elèctric a causa de l'aparició de tensions perilloses en el cas de contacte amb les masses que es puguin posar en tensió.

Per altra banda, el sistema de posada a terra de servei s'instal·larà en línia cap a l'exterior, a la distància anteriorment especificada pel que fa al sistema de posada a terra de protecció. Aquest sistema connectarà a terra el neutre mitjançant una línia de coure de nivell d'aïllament 0,6/1 kV.

7.3.10. Sistema de telegestió i mesura

El centre de transformació haurà d'incorporar els elements necessaris que permeti implantar els sistemes de telegestió i telemesura, segons s'estableix al RD1110/2007 de 24 d'agost i l'Ordre ITC 3860/2007 de 28 de desembre, adequats a les característiques de la xarxa.

En el CT s'instal·larà un concentrador de telegestió, la funció del qual és l'emmagatzematge de les lectures dels comptadors de BT connectats a les xarxes de BT que se subministren des del CT.

Amb la finalitat de permetre la instal·lació del concentrador, es disposarà una base aïllant subjectada de forma que tota la superfície quedi el màxim d'accessible en condicions normals i un cop estiguin instal·lats tots els equips previstos en el CT, de forma que no impedeixi les operacions normals d'operació i manteniment del centre.

7.3.11. Sistema de telecontrol

S'hi instal·larà un sistema de telecontrol compatible amb la xarxa de comunicacions d'EDE. Aquest sistema compta amb una unitat compacta de telecontrol i detectors de pas de falta direccionals.

La unitat compacta Easergy T300 disposa de tots els elements necessaris per realitzar el telecontrol i automatització del CT. Realitza la comunicació amb el centre de control o despatx, pel qual es reporten tots els esdeveniments i incidències ocorregudes a la instal·lació i d'igual manera, es reben les ordres provinents del centre de control a executar a cadascuna de les posicions. També s'encarrega de la captació d'informació des de les cel·les MT.

Els detectors de pas de falta Easergy Flair monitoraran les tensions i corrents de fase, mitjançant la instal·lació de transductors de corrent en les línies MT corresponents. El detector proporcionarà informació sobre esdeveniments de falta en la xarxa (sobrintensitats) i absència o presència de tensió, de forma que facilitarà la localització dels trams de línia afectats.

7.3.12. Limitació dels camps magnètics

Per minimitzar el possible impacte dels camps magnètics generats pel CT, en el seu disseny s'ha tingut en compte la següent consideració. Les entrades i sortides del CT tant de la xarxa de mitja tensió com la de baixa tensió s'efectuaran pel sòl i adoptaran la disposició en triangle formant ternes.

Amb l'objectiu de verificar que en la proximitat de les instal·lacions d'alta tensió no se sobrepassen els límits màxims admissibles, l'administració pública competent podrà requerir al titular de la instal·lació que es realitzin les mesures de camps magnètics per organismes de control habilitats o laboratoris acreditats en mesures magnètiques. Les mesures s'han de fer en condicions de funcionament amb càrrega, i referir-se al cas més desfavorable, és a dir, als valors màxims previstos de corrent.

7.3.13. Protecció contra incendis

En prendran les mesures de protecció contra incendis d'acord amb el establert en l'apartat 5.1 del ITC-RAT 14, el Document Bàsic DB-SI "Seguretat en cas d'incendis" del Codi Tècnic de l'Edificació i les Ordenances Municipals aplicables en cada cas.

7.3.14. Senyalització i material de seguretat

El CT estarà dotat de certs elements de senyalització i seguretat. Les portes d'accés portaran el cartell amb el corresponent senyal triangular distintiu de risc elèctric, segons les dimensions i colors que especifica la recomanació AMYS1.4-10, model CE-14. Les cel·les de distribució secundària i el quadre de BT portaran també el senyal adhesiu triangular distintiu de risc elèctric. El senyal CR-14 C de "Perill Tensió de Retorn" s'instal·larà en cas que existeixi aquest risc.

Altrament, en un lloc ben visible de l'interior s'hi col·locarà un cartell amb les instruccions dels primers auxilis a prestar en cas d'accident i el seu contingut es referirà a la respiració boca a boca i massatge cardíac. La seva mida serà com a mínim UNE A-3.

7.3.15. Ventilació

L'evacuació de la calor generada a l'interior del CT s'efectuarà segons el que indica la ITC-RAT 14 apartat 4.4, utilitzant preferentment el sistema de ventilació natural.

El flux d'aire s'establirà per la diferència de temperatura entre l'exterior i l'interior del CT en què la temperatura és més gran a causa de les pèrdues del transformador que es dissipen en forma de calor. Per això, es produeix l'entrada d'aire fresc de l'exterior a l'interior del CT a

través de les reixes de ventilació inferiors, i la consegüent sortida d'aire calent a l'exterior per les reixes superiors.

Les reixes de ventilació comunicaran directament amb l'exterior. La ubicació d'aquestes s'escollirà procurant que la circulació d'aire faci un escombrat sobre el transformador. S'aprofitaran les reixes d'entrada de les portes d'accés al transformador i es col·locarà la reixa de sortida a la paret oposada.

El càlcul de la secció de les reixes de ventilació es farà d'acord amb les indicacions del document Càlculs Justificatius del present Projecte Tipus i en qualsevol cas es dimensionarà sempre per a una potència de transformació de 1.000 KVA.

Els buits destinats a la ventilació han d'estar protegits de manera que impedeixin el pas de petits animals, quan la seva presència pugui ser causa d'avaries o accidents i estaran disposats o protegits de manera que, en el cas de ser directament accessibles des de l'exterior, no puguin donar lloc a contactes inadvertits en introduir-hi objectes metàl·lics. Hauran de tenir la forma adequada o disposar de les proteccions necessàries per impedir l'entrada de l'aigua de pluja.

7.3.16. Enllumenat

Per l'enllumenat interior s'instal·laran les fons de llum necessàries per aconseguir almenys un nivell mitjà d'il·luminació de 150 luxs, i hi haurà com a mínim dos punts de llum. Els focus lluminosos estaran disposats de manera que es mantingui la màxima uniformitat possible en la il·luminació i que la seva substitució es pugui fer sense perill de contacte amb altres elements en tensió.

Per l'execució del circuit d'enllumenat i serveis auxiliars s'utilitzaran conductors del tipus HO5V-k de coure de 2,5 mm² de secció, classe 5 i aïllament termoplàstic allotjats a l'interior de tubs aïllants.

Els interruptors d'enllumenat estaran situats a prop de les portes d'accés amb un pilot que indiqui la seva presència.

7.4. Línies d'alimentació a subquadres

Són les línies que partint del nou QGBT alimenten els diferents subquadres que es troben a l'estadi relacionats amb els serveis de retransmissió i la il·luminació del terreny de joc. Aquestes alimentacions seran realitzades mitjançant línies trifàsiques amb neutre a 400/230 V a 50 Hz i estaran formades per conductors unipolars aïllats amb polietilè reticulat de tensió assignada 0,6/1 KV, no propagadors d'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda segons especificacions indicades la Norma UNE 21.123 parts 4 o 5 i en la norma UNE 21.10002, depenent de la tensió assignada al cable (REBT).

El cable a emprar tant per alimentacions als quadres secundaris de l'embarrat normal com per l'embarrat preferent presentaran les mateixes característiques. Aquests cables no tenen aplicades diferents coloracions, per la qual cosa l'instal·lador ha d'identificar els conductors mitjançant mitjans apropiats en cada extrem del cable.

Les seccions per a cada línia han estat calculades segons la potència que han de transportar i la màxima caiguda de tensió admissible projectada. El resultat d'aquests càlculs s'indica al document de càlculs i plànols del present projecte.

Les canalitzacions subterrànies es realitzaran mitjançant rases amb una agrupació de cables màxima de 20 circuits disposats horitzontalment en un sol nivell. Les rases recorreran el perímetre de les graderies fins arribar a cada un dels quadres, tal com s'indica en els plànols de distribució elèctrica del projecte. En canvi, les canalitzacions aèries o adossades a paret es duran a terme mitjançant safata perforada de PVC amb una agrupació de cables màxima de 20 circuits disposats horitzontalment en un sol nivell. Les safates recorreran el perímetre de les sales dels serveis de retransmissió fins arribar a cada un dels quadres, tal com s'indica en els plànols de distribució elèctrica del projecte.

7.5. Subquadres

Es projecten nous quadres pels serveis de retransmissió del TV Compund i per l'alimentació dels nous projectors a instal·lar. Els quadres secundaris que alimentin els serveis de retransmissió així com els projectors que participin en la il·luminació d'emergència, seran alimentats des de les proteccions de l'embarrat preferent. Conseqüentment, els quadres secundaris que alimentin la resta de projectors estaran alimentats des de les proteccions de l'embarrat normal.

Cadascun d'aquests subquadres disposarà d'un interruptor general de tall en càrrega i sobretensions transitòries que puguin aparèixer. S'instal·laran a la capçalera de cada subquadre principal. S'escollirà el calibre en funció de la intensitat que serà la suma de les intensitats que surtin d'aquest punt, triant el calibre immediatament superior a la llista de calibres normalitzats. A més, estaran equipats amb interruptors automàtics magnetotèrmics, per una protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits, i interruptors diferencials per protegir contra possibles defectes a terra que poguessin produir-se als diversos circuits d'enllumenat i força.

En la determinació i elecció dels interruptors s'ha tingut en compte l'estudi de la selectivitat en el tret davant de curtcircuits, de manera que únicament es dispari l'interruptor més proper al punt on ha tingut lloc la falla, deixant fora de servei la mínima part de la instal·lació en la incidència.

Els subquadres seran de construcció metàl·lica, muntatges adossat i estaran proveïts de tapa de tancament. Estaran instal·lats estratègicament a diferents zones de l'estadi com es mostra als plànols de distribució elèctrica.

7.6. Línies d'alimentació a receptors

Són les línies que parteixen des dels nous subquadres projectats i alimenten les càrregues finals i subquadres secundaris previstos en el projecte.

Aquests circuits estaran formats per conductors unipolars amb aïllament de polietilè reticulat (XLPE) i coberta de policlorur de vinil (PVC). La seva tensió nominal serà 0,6/1 kV i complirà amb la normativa d'Endesa GE CNL001. La tensió d'aïllament mínima serà de 750 V als circuits on s'instal·lin sota tub i de 1.000 V als circuits en safata de PVC lliure d'halogenurs, sense desprendiment de fums opacs i no propagador de flama. Totes les instal·lacions es realitzaran amb conductor de coure i les seccions que s'adoptaran s'indiquen a la memòria justificativa de càlculs. El conductor neutre serà de secció igual al de fase fins als 35 mm², i serà la meitat per sobre aquest valor sense ser mai inferior de 16 mm². El conductor de terra serà independent per cada circuit i anirà canalitzat juntament amb els conductors actius del circuit.

Els conductors de la instal·lació seran fàcilment identificables, especialment pel que fa al conductor neutre i al conductor de protecció. Aquesta identificació es farà pels colors que

presentin els seus aïllaments, que es correspondran amb el codi establert a la instrucció ITC-BT-19 del REBT. Quan hi hagi conductor neutre a la instal·lació, s'identificarà pel color blau clar. Al conductor de protecció se l'identificarà pel color verd-groc i tots els conductors de fase s'identificaran pels colors marró o negre. Quan es consideri necessari identificar tres fases diferents, també s'utilitzarà el color gris. A la següent figura es mostra el codi de colors per als cables utilitzats a la instal·lació projectada:

Conductor	Color
Fase R	Negre
Fase S	Marró
Fase T	Gris
Neutre	Blau
Terra	Groc-verd

Taula 16. Codi de colors dels conductors cap a receptors

L'escomesa d'energia elèctrica des del grup electrogen al quadre de commutació s'identificarà mitjançant aïllament exterior de color taronja.

Els diferents circuits projectats es canalitzaran mitjançant safates o tubs rígids prefabricats de PVC fixat al sostre i parets, mitjançant abraçadores adequades al diàmetre del tub o secció de la safata. El diàmetre dels tubs, així com el nombre dels conductors que contindran cadascun, s'ajustarà al que disposa la ITCBT-19.

En cas que es necessitin, es col·locaran caixes de registre i derivació metàl·liques de xapa d'acer zincat, de dimensions mínimes 100 x 100 mm i una entrada per cada lateral. Es muntaran caixes de registre com a màxim cada 15 metres i no es permetran més de dos colzes de 90° entre caixes. Aquestes, un cop acabades les obres, quedaran accessibles i desmuntables. Les connexions al seu interior es realitzaran mitjançant borns o elements adequats.

Cadascun dels circuits independents estarà protegit per un interruptor automàtic de tall omnipolar amb accionament manual i dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits.

7.7. Grup electrogen

El nou grup electrogen projectat serà capaç d'atendre totes les càrregues de l'embarrat preferent en dos escalons decalats de 5 segons partint d'un funcionament en buit. Aquest haurà de mantenir-se en funcionament durant l'esdeveniment esportiu, ja que el reglament exigeix que en cas de fallada de la xarxa es realitzi una commutació a l'alimentació d'emergència i el restabliment d'un nivell d'il·luminació de 800 lux a càmera principal en menys de dos segons.

Pel disseny del grup electrogen s'ha tingut en compte garantir la capacitat de suportar la totalitat dels projectors de reencesa en calent així com els quadres elèctrics bàsics per la retransmissió, CSEP-1 i CSR-1. Els projectors de reencesa en calent a instal·lar són els que s'han indicat a l'apartat anterior de la present memòria.

El grup electrogen seleccionat és de la marca TecnoPlus de model F500S, amb una potència contínua de 500 kVA i una potència d'emergència de 520 kVA. El grup serà insonoritzat. La seva ubicació serà a la sala tècnica reformada segons s'indica en els plànols.



Figura 12. Grup electrogen TecnoPlus F500S projectat

A la taula 17 es mostren les característiques generals del grup electrogen. També es mostren paràmetres necessaris per dimensionar la fonamentació de formigó on reposarà el grup i el temps que pot subministrar amb una certa càrrega.

Característiques	
Potència contínua	500,00 kVA
Potència contínua	400,00 kW
Potència emergència	520,00 kVA
Potència emergència	416,00 kW
Factor de potència	0,80
Bobinatges	Trifàsic sèrie estrella
Tensió nominal trifàsica	400 V
Tensió nominal monofàsica	230 V
Freqüència nominal	50 Hz
Tipus de combustible	Dièsel
Capacitat del dipòsit	950 l
Dimensions	4500 x 1840 x 2540 mm
Pes	5100 kg
Consum de combustible 100%	100,60 l/h
Consum de combustible 75%	75,40 l/h

Taula 17. Característiques generals del grup electrogen TecnoPlus F500S

Amb el pes i dimensions del grup es dimensiona la fonamentació de formigó. La superfície on s'instal·li el grup electrogen haurà de suportar com a mínim el 150% el pes del grup juntament amb els accessoris i els fluids, així com mantenir el conjunt en una posició horitzontal anivellada i, en els casos més restrictius, evitar la transmissió de vibracions a estructures circumdants, tenint en compte que els grups electrògens incorporen uns aïlladors de vibració (elements antivibratoris) per a aquesta funció.

La potència a consumir representa un 83% de la capacitat del grup, així doncs, amb els consums i la capacitat de combustible es pot preveure quantes hores l'equip podrà funcionar. En resulta que el grup electrogen podria durar 11,40 h subministrant en potència contínua, suficient per un partit complet de futbol.

A la següent taula es mostren les característiques generals del motor del grup per tal de dissenyar el sistema d'escapament i la ventilació de la sala on s'ubicarà el grup electrogen.

Característiques	
Nombre de cilindres	6
RPM	1.500

Taula 18. Característiques generals del motor FPT IVECO C13TE7

Característiques	
Contrapressió màxima admissible	5 kPa
Temperatura d'escapament	520 °C
Caudal de refrigeració de l'aire	408,00 m ³ /min
Caudal aire en combustió	26,30 m ³ /min
Caudal gasos d'escapament	74,80 m ³ /min

Taula 18. Característiques generals del motor FPT IVECO C13TE7

La zona on s'ubica el grup electrogen necessita disposar d'una ventilació adequada. L'entrada i sortida d'aire permetrà la circulació d'aquest a través de tot el conjunt generador des de l'extrem de l'alternador a l'extrem del radiador, seguint el sentit alternador, motor i finalment radiador. L'aire de ventilació haurà de ser net i fresc, prenent-se directament de l'exterior, descarregant-se també a l'exterior, evitant en la mesura del possible l'entrada d'aigua.

L'evacuació dels productes de la combustió del grup electrogen es realitza mitjançant l'execució d'una xemeneia d'acer inoxidable. El diàmetre interior de la xemeneia serà de 200 mm abans del silenciador i 150 mm després d'aquest. Aquesta xemeneia es portarà a l'exterior incorporant una tapa basculant en la sortida d'escapament. La justificació dels diàmetres i el circuit proposat es troben a l'annex de càlculs corresponent.

7.7.1. Posada a terra del grup electrogen

En el cas projectat, a més de tenir en compte el que indica la ITC-BT-18 s'haurà de tenir en compte el que indica la ITC-BT-40 en relació amb les instal·lacions generadores de baixa tensió. Així doncs, la xarxa de terres de la instal·lació connectada al generador serà independent de qualsevol altra xarxa de terres. L'esquema de PAT per el neutre del generador i de les masses de la instal·lació serà el TT.

Tenint en consideració les diferents recomanacions de la Nota Tècnica de Prevenció (NTP-142: Grups Electrògens. Protecció Contra Contactes Elèctrics Indirectes) s'ha escollit el muntatge de Protecció MP2. En aquest muntatge, no s'interromp el servei davant d'un defecte franc de fase al grup electrogen o als seus equips auxiliars. És, per tant, un muntatge indicat en instal·lacions amb sectors d'emergència o reemplaçament, on ha d'existir una garantia màxima en el subministrament elèctric del grup d'emergència en cas de fallada de la xarxa subministradora.

A continuació es mostra un esquema del muntatge de protecció MP2 escollit:

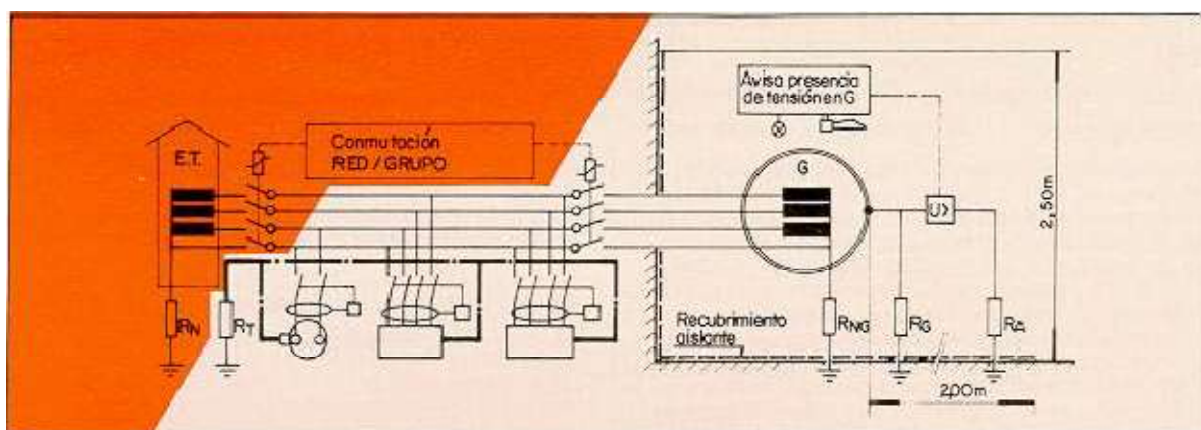


Figura 13. Grup electrogen com a font alternativa o font única

Les tensions perilloses que apareixen a les masses dels receptors a conseqüència de defectes localitzats en ells mateixos o en altres equips de la instal·lació, es protegeixen amb els diferencials en acció combinada amb el terra de protecció (RT). Les preses de terra RN o RNG permeten el retorn del corrent de defecte segons la instal·lació s'alimenti de la xarxa o del grup, fent en ambdós casos que actuï el diferencial amb el primer defecte, deixant fora de servei el sector afectat.

Els defectes localitzats al grup electrogen o als seus equips auxiliars provoquen el tret de l'interruptor de tensió de defecte, qui senyalitza òpticament i acústicament la presència de tensió perillosa a les seves masses, sense interrompre el servei. La protecció d'aquestes masses accidentalment i temporalment en tensió s'aconsegueix recobrint el recinte (sòl i parets) en materials aïllants, de manera que facin innocus els contactes que hi puguin establir les persones que les manipulin.

El muntatge de protecció elegit MP2 té unes condicions particulars per al correcte ús i funcionament:

La instal·lació ha de complir el que especifica el ITC-BT-08 i ITC-BT-18.

El relé de tensió de defecte i la seva instal·lació han de complir el que especifica REBT MIBT-021 apartat 2.9.

El grup electrogen ha de complir el que estableix ITC-BT-40 del REBT.

El conjunt format per les masses del grup i de tots els equips auxiliars lligats a ell estaran connectats a una presa de terra elèctricament independent (RG) de la presa de terra de protecció (RT). Així mateix, es comprovarà que cap d'aquestes masses estigui en contacte amb la presa de terra de protecció o amb masses connectades a ella. En cas contrari, s'hauran d'aïllar.

La posada a terra del grup (RG) té per objecte atenuar les tensions de defecte a la massa del grup generades per defectes no francs i que podrien provocar innecessàriament el tret del relé de tensió.

Es procurarà que el nombre de masses accessibles dins del recinte del grup electrogen sigui mínim, fent que els envoltants d'equips auxiliars, quadres elèctrics, etc., siguin de doble aïllament.

Les masses accessibles que puguin ser tocades simultàniament amb el grup o altres equips auxiliars lligats a ell estaran connectades aquí potencialment a la posada a terra del grup (RG), i no a una altra PAT.

El sòl al voltant del grup i de les masses accessibles lligades a ell a una distància de 2 metres es recobrirà de material aïllant que el converteixi en "sòl no conductor". També les parets que disten menys de 2 metres del grup electrogen o de les masses accessibles lligades a ell es recobriran de material aïllant fins a una alçada de 2,5 m. Un cop instal·lats els materials aïllants en terres i parets s'hauran d'assajar segons REBT ITC-BT-01.

Es verificarà minuciosament que les masses del grup electrogen no tinguin continuïtat cap a l'exterior del recinte aïllat (canonades metàl·liques, estructures, tub d'escapament, etc.). Així mateix, dins del recinte tampoc existiran línies de terra o conductors de protecció pertanyents a la posada a terra de protecció RT, a excepció dels destinats a receptors instal·lats a més de 2,5 metres d'alçada (enllumenat, etc.).

El sistema de senyalització òptica i acústica de presència de tensió a les masses del grup reclamarà l'atenció de les persones presents al recinte malgrat el soroll generat pel grup en funcionament. Es recomana una indicació intermitent instal·lada a una alçada per sobre del grup.

Al recinte del grup electrogen només tindrà accés personal qualificat i coneixedor de les característiques d'aquest sistema de protecció.

7.7.2. Sistema de ventilació

La ventilació del grup electrogen té un paper fonamental en el bon funcionament i la durabilitat del mateix. Una ventilació inapropiada pot ocasionar excessives temperatures al voltant dels grups o dins dels grups insonoritzats, ocasionant sobreescalfaments i pèrdues d'eficiència en el funcionament dels components del grup i, per tant, del grup en general.

Una ventilació adequada ha de permetre la dissipació de la calor emanada durant el funcionament del grup per irradiació i convecció mitjançant l'admissió d'aire fresc i net i l'expulsió d'aire calent a la sortida del radiador. També ha de garantir el volum d'aire suficient per suplir el flux requerit pel radiador i el flux correcte de l'aire d'alimentació, a la quantitat necessària per a la combustió del motor.

El disseny del sistema de ventilació del grup, justificat a l'apartat corresponent dels càlculs, s'ha realitzat amb totes les portes tancades, tant en el cas de la carrosseria com de la sala. S'ha tingut en compte l'altitud a què està instal·lat el grup, ja que en augmentar l'altitud, disminueix la densitat de l'aire, requerint un flux més gran d'aire que un grup al nivell del mar. Altrament, la sortida s'ha ubicat al costat a favor del vent dominant, per evitar la reducció del cabal de sortida, afavorint alhora l'entrada d'aire fresc al grup electrogen o a la sala d'ubicació.

7.7.3. Sistema d'escapament de gasos

Per evacuar els gasos d'escapament del grup electrogen s'utilitzaran canonades compostes normalment amb tubs d'acer llisos, sense soldadures, o bé, en casos especials, amb canonades d'acer inoxidable. La correcta evacuació dels gasos de fuga ha de ser minuciosament considerada, ja que aquests gasos poden ser molt perjudicials per a la salut. S'hauran de dirigir cap a l'atmosfera, per un lloc obert i preferiblement alt, allunyat de finestres, portes o entrades d'aire, i allunyats de materials o substàncies combustibles, on el fum, soroll, olors o elevades temperatures no causin molèsties o danys. Per tant, cal tenir en compte, en la mesura del possible, els vents predominants perquè aquest bufi allunyant els fums dels edificis i zones susceptibles de provocar danys o molèsties tant a les persones com a altres màquines, fins i tot al mateix grup electrogen.

En el disseny del sistema d'escapament de gasos del grup, justificat a l'apartat corresponents dels càlculs, s'ha incorporat una tapa basculant a la sortida d'escapament. Aquesta tapa es mantindrà oberta quan el grup estigui en funcionament a causa de la pressió dels gasos d'escapament i restarà tancada quan no hi hagi flux de gasos, evitant així l'entrada d'aigua al sistema d'escapament.

Per una reducció adequada del nivell d'emissió sonora s'hi projecta un silenciós d'alt poder atenuant al sistema d'escapament. Aquest s'haurà de col·locar el més a prop possible de la sortida d'escapament del motor de combustió, i caldrà estar orientat horitzontalment.

8. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost és de nou-cents tretze mil nou-cents setanta-dos euros amb trenta-un cèntims d'euro, sense el concepte de l'IVA. Aquest cost inclou el pagament de tot el material i les hores de treball.

9. CONCLUSIÓ

Amb els documents que formen el present projecte es consideren definits els treballs a realitzar a l'estadi olímpic de Terrassa per la reforma de l'actual sistema d'il·luminació del terreny de joc així com de la instal·lació elèctrica associada. Les reformes definides donaran compliment als requeriments elèctrics i lumínics exigits pel reglament de LaLiga als estadis de primera i segona divisió.

Adrià Moradell Juanhuix

Graduat en Enginyeria Elèctrica

Girona, 9 de juny de 2022.

10. RELACIÓ DE DOCUMENTS

El projecte està format per cinc documents, que són Memòria, Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost.

11. BIBLIOGRAFIA

CABLES RCT, Cables RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.
(<https://www.cablesrct.com/images/catalogo/Fichas%20PDF/RZ1KAS061kV-ES.pdf>, 28 de gener de 2022)

EDISTRIBUCION, INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN. CONSUMIDORES EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN.
(https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normast%C3%A9ncicasdeingenieriadered/NRZ102_EPIInstalacionesPrivadasConsumidoresATyMT_v2.pdf, 25 de setembre de 2021)

EDISTRIBUCION, NORMA GE DND00100. Cables aislados para redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV. (<http://www.arquihuelva.es/images/documentos/normativa-tecnica/endersa/02-documentos-referencia/02-01-normas-endersa/dnd001.pdf>, 24 de setembre de 2021)

EDISTRIBUCION, NORMA GE FND001. Transformadores trifásicos para distribución en baja tensión. Clases B2 y B1B2. (<http://www.arquihuelva.es/images/documentos/normativa-tecnica/endersa/02-documentos-referencia/02-01-normas-endersa/fnd001.pdf>, 18 d'octubre de 2021)

EDISTRIBUCION, NRZ001 Especificaciones Particulares para instalaciones de e-distribución en Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV.
(<https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/ingenieriadered/NRZ001.pdf>, 23 de setembre de 2021)

EDISTRIBUCION, Proyecto Tipo FYZ10000. Centro de Transformación Interior. Local Edificio Planta Calle.
(https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasmateriales/FYZ10000CT_interior_local_edif_planta_calle_selladoLCOE.pdf, 20 de octubre de 2021)

EDISTRIBUCION, Proyecto Tipo FYZ30000. Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie.
(<https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasdematerialesede/FYZ30000>)

%20Proyecto%20Tipo%20CT%20Interior%20Prefabricado%20de%20Superficie_sellado%20LCOE.pdf, 27 de setembre de 2021)

EREDES, Guía de montaje y construcción de CT tipo interior en edificio destinado otros usos. (<https://www.eredesdistribucion.es/recursos/doc/distribucion-luz/20190320/centros-de-transformacion/et5027-ed5.pdf>, 20 d'octubre de 2021)

FECSA ENDESA, CONDICIONS TÈCNIQUES I DE SEGURETAT DE LES INSTAL·LACIONS DE DISTRIBUCIÓ DE FECSA ENDESA. NORMA TÈCNICA PARTICULAR, EMBRANCAMENTS I INSTAL·LACIONS D'ENLLAÇ EN BAIXA TENSIO (NTP-IEBT). (http://www.urano.es/download/normativa/FECSA_NTP-IEBT_Catala.pdf, 24 de setembre de 2021)

HIMOINSA, GRUPOS ELECTRÓGENOS DIESEL. MANUAL DE INSTALACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO. (https://www.sumigas.net/archivos-productos/52021_himoinsa-hiw-35_instrucciones_uid_10531698001613038136.pdf, 2 de març de 2022)

ITC-LAT 06, LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS. (<http://roble.pntic.mec.es/jcat0021/Archivos%20para%20descargar/LAT%202008/ITC-LAT%2006.pdf>, 24 de març de 2021)

JARA TRANSFORMADORES, Ficha técnica de especificaciones. (http://trafojara.com/wp-content/uploads/2021/07/tablas_industria.pdf, 13 de abril de 2022)

JOSÉ CIDRÁS PIDRE, Comportamiento de los sistemas de alumbrado. (https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/fp928195105129-pss-es_es/928195105129_EU.es_ES.PROF.FP.pdf, 28 de març de 2022)

LALIGA, LaLiga Santander - Reglamento para la retransmisión televisiva. (<https://assets.laliga.com/assets/2019/08/06/originals/c2ba34d0744e70704479bccee37217e9.pdf>, 15 de gener de 2021)

LALIGA, LaLiga SmartBank - Reglamento para la retransmisión televisiva. (<https://assets.laliga.com/assets/2019/08/06/originals/ef8c50c6026e4b826ef20933dff15220.pdf>, 15 de gener de 2021)

NTP 142: GRUPOS ELECTRÓGENOS, Protección contra contactos eléctricos indirectos. (https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_142.pdf/f2d6914c-587b-419d-9d1a-5b57220de2f2?version=1.0&t=1617977283767, 28 de març de 2022)

PHILIPS LIGHTING, Ficha técnica ArenaVision MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 HRE AM. (https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/fp910925746212-pss-es_es/910925746212_EU.es_ES.PROF.FP.pdf, 22 de desembre de 2021)

PHILIPS LIGHTING, Ficha técnica ArenaVision MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 SI. (https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/fp910925748612-pss-es_es/910925748612_EU.es_ES.PROF.FP.pdf, 22 de desembre de 2021)

PHILIPS LIGHTING, Ficha técnica MASTER MHN-SA 2000W/956 400V XW HO UNP/1. (https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/fp928195105129-pss-es_es/928195105129_EU.es_ES.PROF.FP.pdf, 28 de març de 2022)

PHILIPS LIGHTING, Manual de instalación ArenaVision MVF403 MHN-SA2000W/956 A4 HRE AM. (https://www.lighting.philips.es/api/assets/v1/file/PhilipsLighting/content/dad1a74705764e9d97dfa4ac0069b367/OIII9_MVF403I_PHL_0001.PDF, 22 de desembre de 2021)

PRYSMIAN GROUP, El libro blanco de la instalación. Manual técnico y práctico de cables y accesorios para Baja Tensión. (http://www.prysmianclub.es/wp-content/uploads/2018/05/2018_Prysmian_-GU%C3%8DA-TECNICA_Baja-Tensi%C3%B3n-ilovepdf-compressed.pdf, 20 de octubre de 2021)

REIAL DECRET 223/2008, de 15 de febrer, pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en línies elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-LAT 01 a 09. (https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2008/03/19/pdfs/BOE-A-2008-5269-C.pdf, 23 de setembre de 2021)

SCHNEIDER ELECTRIC, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 36 KV MT/BT. Distribución Eléctrica en Media Tensión. (https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Cat%C3%A1logo+36kV+2011.pdf&p_Doc_Ref=ESMKT01006I10_Cat%C3%A1logo36kV, 10 de novembre de 2021)

SCHNEIDER ELECTRIC, Equipamiento didáctico, catálogo para enseñanzas técnicas 2014. (https://www.se.com/es/es/download/document/Catalogo_Equipos_Didacticos/, 24 de noviembre de 2021)

SCHNEIDER ELECTRIC, Interruptores automáticos de caja moldeada, interruptores-seccionadores, medida y comunicación. (https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Cat%C3%A1logo+36kV+2011.pdf&p_Doc_Ref=ESMKT01006I10_Cat%C3%A1logo36kV, 10 de noviembre de 2021)

TECNOPLUS, Grupos electrógenos, soluciones de energía, bombas y motobombas. (http://www.tecnoplus.es/sites/default/files/Folleto-Tecnoplus_gamadeproductos_ES.pdf, 26 de gener de 2022)

TROX, Rejas NL para atenuación acústica. (<https://www.trox.es/rejas-para-instalaci%C3%B3n-a-intemperie/nl-b2d8b294626c01f9.pdf?format=pdf&slug=rejas-para-instalaci%C3%B3n-a-intemperie%2Ftype-nl>, 4 de març de 2022)

UNE 21192:1992, Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático. (<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0001899>, 24 de setembre de 2021)

UNE-EN ISO 8528-13:2017, Grupos electrógenos de corriente alterna accionados por motores alternativos de combustión interna. Parte 13: Seguridad. (<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058491>, 4 de març de 2022)

UNESA, Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. (http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/CENTROS_TRANSFORMACION.pdf, 29 de setembre de 2021)

12. GLOSSARI

BT: Baixa Tensió

CA: Corrent altern

CC: Corrent continu

CT: Centre de transformació

EDE: Endesa Distribució Elèctrica

MT: Mitja Tensió

MT: Mitja Tensió

PAT: Posada a terra

QGBT: Quadre general de baixa tensió

RD: Reial decret

REBT: Reglament electrotècnic de baixa tensió

XLPE: Aïllament de Polietilè Reticulat

A. CÀLCULS ELÈCTRICS

En aquest apartat són exposats els càlculs necessaris per dimensionar la instal·lació elèctrica des de l'escomesa del nou CT fins a les línies cap als receptors.

A.1. Previsió de càrregues

Per tal d'obtenir una previsió de la càrrega total es realitzen els càlculs mostrats en aquest apartat. La potència que s'obté servirà per dimensionar el centre de transformació en els apartats posteriors.

A.1.1. Previsió de càrregues existents

Tal com s'ha comentat a la memòria, els quadres elèctrics existents relacionats amb la retransmissió televisiva seran alimentats pel nou CT. Únicament el quadre CSEP-1 situat a les cabines de retransmissió compleix tal pretext. D'aquest quadre en deriva un subquadre del qual també s'han de tenir en compte les seves càrregues. A partir de la potència nominal dels seus receptors es procedeix a calcular la previsió.

La previsió de càrregues existents és de 35.600 W. La intensitat nominal que circula segons la previsió és d'uns 51,38 A i el fet que l'interruptor general del quadre CSEP-1 és de 63 A verifica la previsió.

A.1.2. Previsió de càrregues projectades

Separant les càrregues projectades en funció del seu ús es poden distingir dos tipus de càrregues: lumíniques i pels serveis de retransmissió. Els càlculs per la previsió de tals càrregues es realitzen en aquest apartat.

A.1.2.1. Previsió de càrregues lumíniques

Com s'exposa en els càlculs de la il·luminació, per tal de complir amb el reglament de la retransmissió televisiva, es necessiten a cada torre 50 focus ArenaVision MVF403. Si la potència de cada un és de 2.175 W, això implica una previsió de 108.750 W per a cada torre. També, s'han afegit 30 focus de les mateixes característiques a la marquesina de

l'estadi. La previsió de les càrregues lumíniques instal·lades en aquest projecte és de 500.250 W.

A.1.2.2. Previsió de càrregues pels serveis de retransmissió

En tal apartat es tenen en compte les previsions de potència dels receptors afegits en la reforma i relacionats amb la retransmissió televisiva com el TV Compound. Per a la previsió de potència se li ha multiplicat un factor de simultaneïtat de 0,5 a cada presa de corrent, ja que no es faran servir la totalitat d'aquestes en cada partit a retransmetre.

Circuit	Coef. Sim.	Potència (W)
Presa de 63 A (3P+N+T)	0,5	20.492
Presa de 63 A (3P+N+T)	0,5	20.492
Presa de 32 A (3P+N+T)	0,5	10.409
Presa de 32 A (1P+N+T)	0,5	7.360
Presa de 32 A (1P+N+T)	0,5	7.360
Conjunt d'aparells		66.113

Taula 19. Previsió de potència de les preses del TV Compound

Així doncs, les preses de corrent del quadre del TV Compound sumen una previsió de potència de 66.113 W.

A.1.3. Previsió total de càrregues

El resultat de la previsió total és la suma de les càrregues projectades i existents de la instal·lació, amb un total de 597.941 W.

A.2. Centre de transformació

Per tal d'alimentar les càrregues previstes en l'apartat anterior, es procedeix a realitzar els càlculs per dimensionar un centre de transformació d'abonat. La ubicació d'aquest es mostra als plànols del present projecte.

A.2.1. Potència del transformador

Per l'elecció del transformador s'ha de partir de la previsió total de les càrregues. La potència dels transformadors MT/BT dels centres de transformació se sol dimensionar de forma que aquests funcionin per sota de la plena càrrega. És habitual que el règim nominal sigui de l'ordre del 65% al 70% de la seva capacitat. Així doncs, la potència escollida pel transformador es basarà directament en la potència aparent prevista per la instal·lació elèctrica, obtinguda amb la següent equació:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (\text{Eq. 1})$$

On:

S : Potència aparent prevista de la instal·lació, en kVA.

P : Potència activa prevista de la instal·lació, en kW.

$\cos \varphi$: Factor de potència de 0,80.

La potència aparent prevista de la instal·lació és de 747,43 kVA. Se selecciona un transformador normalitzat de 1.000 kVA que, segons la previsió de càrregues, permetrà en aquest treballar a un règim nominal del 75%.

Les seves principals característiques elèctriques són les mostrades a la següent taula:

Característica	Valor	Unitat
Potència nominal	1.000	kVA
Tensió nominal primària	25	kV
Tensió nominal secundària (en buit)	420	V
Freqüència	50	Hz
Tensió de curtcircuit	6	%
Nivell d'aïllament assignat	24	kV

Taula 20. Característiques elèctriques del transformador projectat

A.2.2. Pont de mitja tensió

En aquest apartat es faran els càlculs per dimensionar el pont de mitja tensió entre les cel·les MT i el transformador projectat.

A.2.2.1. Intensitat en mitja tensió

Primerament, es calcula la intensitat nominal que circularà pel cable. Per això s'escull el cas més desfavorable que és quan el transformador treballa a màxima potència. La intensitat del primari en un transformador trifàsic és definida per la següent expressió:

$$I_P = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (\text{Eq. 2})$$

On:

I_P : Intensitat del primari del transformador, en A.

S_T : Potència aparent del transformador, en kVA.

U_P : Tensió del primari del transformador, en kV

La intensitat nominal del primari del transformador és 23,09 A. Es procedeix a escollir un conductor prenent com a referència la norma informativa DND001 "Cables aïllats per a xarxes aèries i subterrànies de Mitja Tensió fins a 30 kV" d'acord amb les corresponents normes d'EDE.

A.2.2.2. Intensitats màximes permanents en els conductors

Els conductors d'alumini amb una tensió d'aïllament 18/30 kV i de 150 mm² de secció són els utilitzats en les connexions de MT entre el transformador i les cel·les amb tensions nominals entre 20 i 30 kV. El tipus d'aïllament sol ser de polietilè reticulat (XPLE), ja que disposa d'unes temperatures admissibles més altes. Es mostren les característiques més significatives del conductor seleccionat a la següent taula:

Característica	Valor
Secció	150 mm ²
Tensió d'aïllament	18/30 kV
Intensitat màxima admissible	245 A
Temperatura en servei permanent	90 °C
Temperatura en curtcircuit	250 °C

Taula 21. Característiques tècniques del conductor projectat

La temperatura mínima ambient per executar l'estesa del cable serà sempre superior a 0 °C. El radi de curvatura mínim durant l'estesa serà de 20 x D, essent D el diàmetre exterior del cable, i una vegada instal·lat, aquest radi de curvatura podrà ser com a màxim de 15 x D.

La intensitat màxima admissible del conductor s'ha de corregir tenint en compte cada una de les magnituds de la instal·lació real que difereixen de la instal·lació predeterminada en les taules de la ITC-LAT 06.

Són els mostrats a la taula següent els factors de correcció a tenir en compte junt amb els valors obtinguts.

Correcció	Valor	Factor de correcció
Temperatura del terreny	20 °C	1,04
Resistivitat tèrmica del terreny	1,5 K·m/W	1,10
Profunditat	1,25 m	1,02
Circuits agrupats	3	0,88
Total		1,03

Taula 22. Factors de correcció de la ITC-LAT 06 aplicats

Intensitat màxima admissible corregida del conductor és 251,58 A. El conductor compleix amb el criteri tèrmic, ja que tal intensitat corregida és major que la intensitat per la qual es dimensiona el pont de MT.

A.2.2.3. Intensitats màximes de curtcircuit en els conductors

Les intensitats màximes de curtcircuit admissibles als conductors es calcularan d'acord amb la Norma UNE 21192. Aquestes densitats de corrent es calculen d'acord amb les temperatures especificades a la taula de les característiques tècniques del conductor

projectat. Al càlcul es considera que tota la calor despresa durant el procés és absorbida pels conductors, ja que la seva massa és molt gran en comparació amb la superfície de dissipació de calor i la durada del procés és relativament curta (procés adiabàtic).

$$I = \varepsilon \cdot I_{AD} \quad (\text{Eq. 3})$$

On:

I : intensitat de curtcircuit admissible, en A.

ε : factor que té en compte la pèrdua de calor en components adjacents.

I_{AD} : intensitat de curtcircuit calculada en una hipòtesi adiabàtica, en A.

La fórmula de la intensitat de curtcircuit calculada en una hipòtesi adiabàtica es presenta amb la següent expressió:

$$I_{AD}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right) \quad (\text{Eq. 4})$$

$$K = \sqrt{\frac{\sigma_c \cdot (\beta + 20) \cdot 10^{-12}}{\rho_{20}}} \quad (\text{Eq. 5})$$

On:

I_{AD} : es la intensitat de curtcircuit calculada en una hipòtesi adiabàtica, en A.

t : duració del curtcircuit, en s.

K : constant que depèn del material del component conductor de corrent, en $A \cdot s^{1/2} / \text{mm}^2$.

S : secció geomètrica del component conductor, en mm^2 .

θ_f : temperatura final, en °C.

θ_i : temperatura inicial, en °C.

β : invers del coeficient de variació de resistència amb la temperatura del conductor, en °C.

σ_c : calor específic volumètric del conductor a 20 °C, en J/K·m³.

ρ_{20} : resistivitat elèctrica del conductor a 20 °C, en Ω·m.

Un cop calculada la intensitat de curtcircuit en una hipòtesi adiabàtica, falta calcular el factor no adiabàtic per conductors. La forma general d'una equació empírica pel factor no adiabàtic és la següent:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F \cdot A \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + F^2 \cdot B \cdot \left(\frac{t}{S}\right)} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$A = \frac{C_1}{\sigma_c} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_i}{\rho_i}} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$B = \frac{C_2}{\sigma_c} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_i}{\rho_i}} \quad (\text{Eq. 8})$$

On:

F : factor que té en compte la imperfecció dels contactes tèrmics entre el conductor o els filferros i els materials no metàl·lics adjacents. Es recomana prendre $F = 0,7$ (1,0 per als cables d'oli fluid).

A : constant empírica basada en les característiques tèrmiques dels materials no metàl·lics adjacents, en (mm²/s)^{1/2}.

B : constant empírica basada en les característiques tèrmiques dels materials no metàl·lics adjacents, en mm²/s.

σ_c : calor específic volumètric del conductor a 20 °C, en J/K·m³.

σ_i : calor específic volumètric del material no metàl·lic adjacent a 20 °C, en J/K·m³.

ρ_i : resistivitat tèrmica del material no metàl·lic adjacent, en K·m/W.

C_1 : constant de valor 2.464 mm/m.

C_2 : constant de valor 1,22 K·m·mm²/J.

La intensitat de curtcircuit màxima admissible del conductor de 150 mm² és 20,37 kA, mentre que el valor de la intensitat de curtcircuit per al disseny del centre de transformació serà de 16 o 20 kA en funció de les característiques de la xarxa a què es connecti. Tot i que la intensitat de curtcircuit màxima prevista de 20 kA pot arribar a ser superior a la intensitat màxima admissible pels cables de les connexions de MT, aquests últims estan protegits pels tallacircuits fusibles de protecció del transformador, pel qual el seu dimensionament es considera adequat.

Analitzant les corbes de fusió per al calibre dels fusibles habituals. S'observa que per a sobreintensitats degudes a eventuais curtcircuits el temps d'actuació dels fusibles dels tallacircuits és instantani (inferior de 10 ms) i pel temps d'actuació projectat la intensitat màxima admissible de cable de connexió de MT és molt superior a la intensitat de curtcircuit esperada.

A.2.2.4. Intensitats màximes de curtcircuit en la pantalla

La intensitat de curtcircuit admissible a la pantalla d'alumini s'ha calculat seguint la guia de la norma UNE 211003 i el mètode descrit a la norma UNE 21192. Es té en compte que la pantalla d'Al és de 0,3 mm de gruix, amb una temperatura inicial de 70 °C i una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

$$\varepsilon = 1 + 0,61 \cdot M \cdot \sqrt{t} - 0,069 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^2 + 0,0043 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^3 \quad (\text{Eq. 9})$$

$$M = \frac{\left(\sqrt{\frac{\sigma_2}{\rho_2}} + \sqrt{\frac{\sigma_3}{\rho_3}} \right)}{2 \cdot \sigma_c \cdot \delta \cdot 10^{-3}} \cdot F \quad (\text{Eq. 10})$$

On:

σ_2, σ_3 : calors específics volumètrics dels medis adjacents a la pantalla, coberta metàl·lica o armadura, en J/K·m³.

ρ_2, ρ_3 : resistivitats tèrmiques dels medis adjacents a la pantalla, coberta metàl·lica o armadura, en K·m/W.

σ_1 : calor específic volumètric de la pantalla, coberta metàl·lica o armadura, en en J/K·m³.

δ : espessor de la pantalla, coberta metàl·lica o armadura, en mm.

F : factor que té en compte la imperfecció dels contactes tèrmics entre el conductor o els filferros i els materials no metàl·lics adjacents. Es recomana prendre $F = 0,7$ (1,0 per als cables d'oli fluid).

La intensitat de curtcircuit admissible de la pantalla és de 23,22 kA. Es torna a calcular tal intensitat canviant el temps de curtcircuit per comprovar si no supera la intensitat màxima de curtcircuit admissible per a la pantalla en un temps de durada de curtcircuit d'1 segon. Es considera un dimensionament correcte perquè el màxim estipulat per EDE és de 2,90 kA i el resultat obtingut és d'1,76 kA.

A.2.2.5. Caiguda de tensió

La longitud del tram és de pocs metres i suposa una caiguda de tensió menyspreable.

A.2.2.6. Tub

La connexió de les cel·les amb el transformador es realitzarà a través d'una arqueta pont de MT. El diàmetre exterior del tub que portarà els cables d'alta tensió fins al transformador

s'obté a la Taula 9 de la ITC-BT-21 del REBT. Observant aquesta taula, el diàmetre exterior del tub per allotjar els conductors de 150 mm² és de 180 mm.

A.2.3. Pont de baixa tensió

Tal apartat pretén justificar si les seccions proposades pel pont de baixa tensió indicat en la memòria resulten adequades.

A.2.3.1. Intensitat de baixa tensió

La intensitat nominal màxima que circula pels ponts de BT es pot calcular mitjançant l'equació 11:

$$I_S = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_S} \quad (\text{Eq. 11})$$

On:

I_S : Intensitat en el secundari del transformador, en A.

S : Potència del transformador, en kVA.

U_S : Tensió del secundari del transformador en buit, en kV.

Intensitat nominal que circularà pel secundari del transformador és 1.374,64 A. Consultant les intensitats màximes admissibles dels conductors d'alumini en instal·lacions a l'aire per a distribució en baixa tensió, s'observa que no hi ha secció que admeti tal corrent. Per això es projectaran diversos circuits per dividir la potència entre tots.

Segons la Taula 11 de la ITC-BT-07 per a conductors de 240 mm² d'alumini amb aïllament XLPE, la intensitat màxima admissible és de 420 A. El càlcul de les connexions de BT es realitza a partir del màxim corrent admissible pels conductors aplicant els següents factors correctors deguts a les condicions particulars d'instal·lació (instal·lació a l'aire, apartat 3.1.4 de la ITC-BT-07).

Correcció	Valor	Factor de correcció
Temperatura ambient	30 °C	1,10
Circuits agrupats en safata perforada	3	0,85
Total		0,94

Taula 23. Factors de correcció de la ITC-LAT 06 aplicats

La composició del pont de BT serà de 12x1x240 mm² per les fases i 2x1x240 pel neutre. El conjunt de conductors, capaços de suportar la intensitat nominal de 1.374,64 A, la seva intensitat màxima corregida serà de 1.570,80 A.

A.2.3.2. Intensitats màximes de curtcircuit en els conductors

L'expressió que defineix la intensitat de curtcircuit al costat de baixa tensió del transformador és la següent:

$$I_{cc} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_s} \quad (\text{Eq. 12})$$

On:

I_{cc} : Intensitat de curtcircuit al secundari del transformador, en A.

S : Potència del transformador, en kVA.

U_{cc} : Tensió de curtcircuit del transformador, en %.

U_s : Tensió del secundari del transformador en buit, en kV.

La intensitat de curtcircuit en el secundari del transformador és de 22,91 kA. Es procedeix a calcular la intensitat de curtcircuit admissible pel conductor amb la següent expressió:

$$I_{cc.adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (\text{Eq. 13})$$

On:

$I_{cc.adm}$: Intensitat de curtcircuit trifàsic en el conductor, en A.

K : Densitat de corrent admissible del conductor, en A/mm². En aquest cas, K és 94 A/mm².

S : Secció del conductor, en mm².

t_{cc} : Duració del curtcircuit, en s.

La màxima intensitat admissible resultant és de 31,90 kA. Aquesta intensitat és considerablement superior a la intensitat de curtcircuit en el secundari del transformador i, per tant, es conclou que el pont està adequadament dimensionat.

A.2.4. Presa a terra de protecció

Quan es produeix un defecte a terra en una instal·lació de MT, es produeix una elevació del potencial en el circuit de posada a terra de protecció a través del qual circula la intensitat de defecte. En dissipar aquesta intensitat per la xarxa de terra apareixen en el terreny gradients de potencial.

En el disseny del sistema de posada a terra de protecció s'han de tenir en compte els següents aspectes: seguretat de les persones amb relació a les elevacions de potencial, sobretensions perilloses per la instal·lació i el valor de la intensitat de defecte que faci actuar les proteccions, assegurant l'eliminació de la falta.

A.2.4.1. Determinació dels paràmetres màxims admissibles

Per evitar que la sobretensió que apareix en produir-se un defecte a l'aïllament del circuit d'alta tensió deteriori els elements de baixa tensió del CT, l'elèctrode de posada a terra ha de tenir un efecte limitador, de manera que la tensió de defecte sigui inferior a 10.000 V, que és el nivell d'aïllament de les instal·lacions de BT del CT. Així doncs, s'haurà de complir la següent expressió:

$$I_E \cdot R_t \leq U_{bt} \quad (\text{Eq. 14})$$

On:

I_E : Intensitat màxima de posada a terra, en A.

R_t : Resistència màxima de la posada a terra de protecció del CT, en Ω .

U_{bt} : Nivell d'aïllament de la instal·lació de baixa tensió del CT, en V.

Pel càlcul de la intensitat de defecte a terra es considerarà la impedància de la posada a terra del neutre de la xarxa i la resistència de l'elèctrode de posada a terra, mitjançant la següent expressió:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (\text{Eq. 15})$$

On:

I_d : Intensitat màxima de defecte a terra, en A.

U : Tensió de servei de la xarxa, en V.

R_n : Resistència de la posada a terra del neutre de la xarxa, en Ω .

R_t : Resistència de la posada a terra de protecció del centre, en Ω .

X_n : Reactància de la posada a terra del neutre de la xarxa, en Ω .

Considerant la intensitat màxima de posada a terra igual que la intensitat màxima de defecte a terra, en surt un sistema de dues equacions d'on s'obtenen els següents resultats. La intensitat màxima de defecte a terra en el centre considerat és de 346,53 A i la resistència màxima de la posada a terra del mateix centre és de 28,86 Ω .

A.2.4.2. Selecció de l'elèctrode

Abans de seleccionar l'elèctrode es calcula el valor unitari màxim de la resistència de posada a terra d'aquest (K_r), tenint en compte els valors de l'apartat anterior així com la resistivitat mitjana del terreny.

$$K_{r_max} = \frac{R_t}{\rho} \quad (\text{Eq. 16})$$

On:

K_{r_max} : Valor unitari màxim de la resistència de posada a terra de l'elèctrode, en $\Omega/\Omega \cdot m$.

R_t : Resistència màxima de la posada a terra de protecció del CT, en Ω .

ρ : Resistivitat mitjana del terreny, en $\Omega \cdot m$.

Amb una resistivitat mitjana del terreny de $200 \Omega \cdot m$, el valor unitari màxim de la resistència de posada a terra de l'elèctrode és de $0,14 \Omega/\Omega \cdot m$ en aquest cas. Se selecciona un elèctrode d'acord amb les mides del CT i amb un valor unitari de la resistència inferior al màxim calculat. Aquest elèctrode té una designació 40-40/8/82 i els seus paràmetres característics expressats en valors unitaris són els següents:

Paràmetre	Valor
Resistència de posada a terra (K_r)	0,079 $\Omega/\Omega \cdot m$
Tensió de pas exterior (K_p)	0,013 $\Omega/\Omega \cdot m$
Tensió de pas en l'accés al CT (K_c)	0,036 $\Omega/\Omega \cdot m$

Taula 24. Paràmetres característiques de l'elèctrode seleccionat

L'elèctrode de posada a terra està format per 8 piques de 2 metres de longitud i un diàmetre de 14 mm, enterrades a 0,8 m. Aquestes estan disposades en els vèrtexs d'un quadrat de dimensions de 4x4 m. La secció del coure nu serà de 50 mm^2 .

Els valors més significatius es calculen amb els paràmetres de l'elèctrode seleccionat a través de les següents equacions:

$$R'_t = K_r \cdot \rho \quad (\text{Eq. 17})$$

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} \quad (\text{Eq. 18})$$

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d \quad (\text{Eq. 19})$$

$$V'_{p(acc)} = K'_c \cdot \rho \cdot I'_d \quad (\text{Eq. 20})$$

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (\text{Eq. 21})$$

On:

R'_t : Resistència de la posada a terra de protecció del CT per l'elèctrode seleccionat, en Ω .

K_r : Valor unitari de la resistència de posada a terra de l'elèctrode seleccionat, en $\Omega/\Omega \cdot m$.

ρ : Resistivitat mitjana del terreny, en $\Omega \cdot m$.

I'_d : Intensitat de defecte a terra per l'elèctrode seleccionat, en A.

U : Tensió de servei de la xarxa, en V.

R_n : Resistència de la posada a terra de servei de la xarxa, en Ω .

R'_t : Resistència de la posada a terra de protecció del CT per l'elèctrode seleccionat, en Ω .

X_n : Reactància de la posada a terra de servei de la xarxa, en Ω .

V'_p : Tensió de pas en l'exterior del CT per l'elèctrode seleccionat, en V.

K_p : Valor unitari de la resistència de posada a terra de l'elèctrode seleccionat per la tensió de pas en l'exterior, en $\Omega/\Omega \cdot m$.

$V'_{p(acc)}$: Tensió de pas en l'accés del CT per l'elèctrode seleccionat, en V.

K'_c : Valor unitari de la resistència de posada a terra de l'elèctrode seleccionat per la tensió de pas en l'accés al CT, en $\Omega/\Omega \cdot m$.

V'_d : Tensió de defecte per l'elèctrode seleccionat, en V.

Els resultats de les anteriors equacions són mostrats a la següent taula:

Paràmetre	Descripció	Valor
R'_t	Resistència de la posada a terra de protecció del CT	15,80 Ω
I'_d	Intensitat de defecte a terra	483,65 A
V'_p	Tensió de pas en l'exterior del CT	1.257,48 V
$V'_{p(acc)}$	Tensió de pas en l'accés del CT	3.472,58 V
V'_d	Tensió de defecte	7.641,62 V

Taula 25. Valors significatius calculats segons l'elèctrode escollit

A.2.4.3. Temps d'eliminació del defecte

Quan es produeix un defecte a terra, aquest s'elimina mitjançant l'obertura d'un interruptor que actua per l'ordre que transmet un relé que controla la intensitat de defecte. El relé que provoca la desconexió inicial és un relé de temps dependent, si no es produeix el reenganxament ràpid (menor de 0,5 s) s'assegurarà l'obertura mitjançant un relé a temps independent, en què el temps d'actuació no depèn del valor de la sobreintensitat, sinó que quan aquesta supera el valor de la intensitat d'arrencada del relé actua en un temps prefixat, el nostre cas serà de 0,5 s.

El temps d'actuació del relé a temps dependent depèn inversament de la sobreintensitat. Els relés més utilitzats responen a la següent expressió:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \quad (\text{Eq. 22})$$

On:

t' : Temps d'actuació del relé de protecció a temps dependent, en s.

k, α : Constants que depenen de la corba de protecció del relé.

I'_a : Intensitat de defecte a terra per l'elèctrode seleccionat, en A.

I'_a : Intensitat d'ajust del relé de protecció, en A.

Amb una corba de disparament molt inversa, les constants del relé utilitzat són mostrades a la següent taula:

Paràmetre	Valor
k	1,35
α	1
I'_a	50 A

Taula 26. Constants del relé emprat

Si les constants del relé són les de la taula anterior, el temps d'actuació del relé dependent és de 0,16 s. El resultat de la suma del temps d'actuació del relé dependent i del relé independent és la duració total de la falta:

$$t = t' + t'' \quad (\text{Eq. 23})$$

On:

t : Duració total de la falta, en s.

t' : Temps d'actuació del relé dependent, en s.

t'' : Temps d'actuació del relé independent, en s.

La duració total de la falta, sumant els temps d'actuació dels relés dependent i independent, serà de 0,66 s.

A.2.4.4. Seguretat a les persones

Per comprovar que l'elèctrode escollit és el correcte es calculen els valors màxims admissibles, que poden estar sotmeses les persones, de les tensions de pas en l'exterior i en l'accés al CT segons la ITC-RAT 13.

Amb les referències de la següent taula es procedeix a una interpolació, d'aquesta manera es pot trobar la tensió de contacte admissible per la duració de la falta trobada a l'apartat anterior.

Duració de la falta (s)	Tensió de contacte admissible V_{ca} (V)
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90

Taula 27. Tensió de contacte aplicada admissible

La tensió de contacte admissible és de 173,80 A. A partir d'aquesta es pot determinar la màxima tensió de contacte o de pas admissibles en la instal·lació. Amb les següents equacions es tenen en compte totes les resistències que intervenen entre el punt de tensió i del terreny.

$$V_c = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho}{1.000} \right) \quad (\text{Eq. 24})$$

$$V_p = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho}{1.000} \right) \quad (\text{Eq. 25})$$

On:

V_c : Tensió de contacte màxima admissible en la instal·lació, en V.

V_{ca} : Tensió de contacte admissible, en V.

V_p : Tensió de pas màxima admissible en la instal·lació, en V.

R_{a1} : Resistència addicional referent al calçat, en Ω .

ρ : Resistivitat mitja del terreny, en $\Omega \cdot m$.

ρ_h : Resistivitat del formigó, en $\Omega \cdot m$.

Per la tensió de pas en l'accés, es té en compte que el terreny més pròxim al CT es recobreix d'una llosa de formigó. Per tals casos es multiplica el valor de la resistivitat del terreny per un coeficient reductor. El coeficient reductor s'obté de l'expressió següent:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_h}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) \quad (\text{Eq. 26})$$

On:

C_s : Coeficient reductor de la resistivitat de la capa superficial.

ρ : Resistivitat mitjana del terreny, en $\Omega \cdot m$.

ρ_h : Resistivitat del formigó, en $\Omega \cdot m$.

h_s : Gruix de la capa superficial, en m.

La tensió de contacte màxima admissible en la instal·lació és de 389,55 V. La tensió màxima admissible de pas en l'exterior del CT és de 10.775,80 V i la de pas en l'accés és de 10.368,00 V.

A.2.4.5. Verificació de l'elèctrode seleccionat

En primer lloc, les tensions de pas i de contacte en l'interior del CT seran pràcticament nul·les, ja que la solera del CT està dotada d'una malla equipotencial i no existirà risc per tals tensions. A més, les portes i reixetes metàl·liques que donen a l'exterior del CT no tenen

contacte elèctric amb cap element susceptible de quedar en tensió com a conseqüència d'un defecte a terra. D'aquesta manera no és necessari realitzar cap verificació pels càlculs de la tensió de contacte exterior, ja que serà gairebé inexistent.

En segon lloc, la tensió de pas en l'exterior del CT, calculada per l'elèctrode seleccionat, ha de ser menor o igual que el màxim valor admissible de la tensió de pas. De la mateixa forma, la tensió de pas en l'accés del CT, calculada per l'elèctrode seleccionat, ha de ser menor o igual que el màxim valor admissible de la tensió de pas.

Per últim lloc, la tensió de defecte ha de ser menor o igual que el nivell d'aïllament dels equips de BT del CT i la intensitat d'arrencada de les proteccions ha de ser inferior a la intensitat de defecte.

Es recullen les verificacions comentades a la següent taula:

Tensions i intensitats a comprovar	Verificació
Tensió de pas en l'exterior (en V)	$V'_p = 1.257,48 \leq 10.775,76$
Tensió de pas en l'accés al CT (en V)	$V'_{p(acc)} = 3.472,58 \leq 10.367,98$
Tensió de defecte (en V)	$V'_d = 7.641,62 \leq 10.000,00$
Intensitat de defecte (en A)	$I'_d = 483,65 \geq 50$

Taula 28. Taula de verificació de l'elèctrode seleccionat

A.2.5. Presa a terra de servei

El sistema de presa a terra de servei s'ha dissenyat sota el criteri que la seva resistència ha de ser inferior a 37 Ω . Primerament, es calcula el valor unitari màxim de la resistència de presa a terra amb la següent equació:

$$K'_{r_{max}} = \frac{37}{\rho} \quad (\text{Eq. 27})$$

On:

$K'_{r_{max}}$: Valor unitari màxim de la resistència de posada a terra de l'elèctrode, en $\Omega/\Omega \cdot m$.

ρ : Resistivitat mitjana del terreny, en $\Omega \cdot m$.

El valor unitari màxim de la resistència de posada a terra és de $185 \text{ m}\Omega/\Omega \cdot m$. Se selecciona un elèctrode amb un valor unitari de la resistència inferior al màxim calculat.

Aquest elèctrode té una configuració 5/32 i els seus paràmetres característics expressats en valors unitaris són els següents:

Paràmetre	Valor
Resistència de posada a terra (K_r)	$135 \text{ m}\Omega/\Omega \cdot m$
Tensió de pas exterior (K_p)	$25,2 \text{ m}\Omega/\Omega \cdot m$

Taula 29. Paràmetres característics de l'elèctrode seleccionat

El valor de la resistència de la presa a terra de servei és de 27Ω , menor a 37Ω . L'elèctrode de la presa a terra de servei està format per 3 piques de 2 metres de longitud i un diàmetre de 14 mm, enterrades a 0,5 m. Aquestes estan disposades en una filera unides per un conductor horitzontal. La secció del conductor serà de 50 mm^2 .

A.2.6. Separació entre els sistemes de presa a terra

En produir-se un defecte a terra i dissipar-se un corrent pel sistema de terra de servei, la tensió induïda sobre l'elèctrode de PAT de servei no haurà de superar els 1.000 V. Es calcula una distància entre sistemes que garanteixi que, davant possibles defectes a terra, no es transfereixin tensions perilloses. La separació mínima requerida es calcula mitjançant la següent equació.

$$D_{min} = \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \quad (\text{Eq. 28})$$

On:

D_{min} : Distància mínima entre els circuits de les preses a terra., en m.

ρ : Resistivitat mitja del terreny, en $\Omega \cdot m$.

I_E : Intensitat de defecte per l'elèctrode seleccionat de presa a terra de protecció, en A.

U_i : Tensió màxima induïda sobre l'elèctrode de presa a terra de servei, en V.

La distància entre els dos sistemes és de 16 m, ja que la separació mínima és de 15,39 m. Per mantenir els sistemes de terra de protecció i de servei independents, la presa a terra de servei es realitzarà amb cable aïllat de 0,6/1 kV, protegit amb tub de PVC d'un grau de protecció 7, com a mínim, contra danys mecànics.

A.2.7. Ventilació del CT

L'evacuació de la calor generada pel transformador a l'interior del CT s'efectuarà segons l'apartat 3.3 del ITC-RAT 14. Es dimensionarà un sistema de ventilació natural segons el descrit en la memòria, amb una reixa d'entrada i una de sortida.

El flux d'aire s'establirà per la diferència de temperatures de l'aire a l'entrada i en la sortida, deguda a l'escalfament de l'aire a l'interior del CT produït per pèrdues del transformador. El procés de convecció, que té lloc al voltant dels radiadors del transformador, estableix un corrent d'aire ascendent. Aquest corrent va provocant l'entrada d'aire més fred per les reixes inferiors i la sortida de l'aire calent per les reixes situades a la part més alta del CT. Les reixes es col·locaran sobre murs oposats, i se situaran a les façanes orientades cap a la via pública o patis interiors, complint en tot cas el que estableix el CTE DB-SI.

Es calcula la secció mínima de les reixes de ventilació en funció de la potència calorífica evacuada utilitzant l'equació 29. La potència calorífica evacuada ha de coincidir amb les pèrdues del transformador en plena càrrega especificades en la fitxa tècnica del transformador.

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H \cdot (t_i - t_e)^3}} \quad (\text{Eq. 29})$$

On:

S : Secció mínima del forat d'entrada i sortida de l'aire, en m².

P : Potència calorífica a evacuar, en kW.

λ : Coeficient de forma de les reixes de ventilació, es pren un valor de 0,4.

H : Distància vertical entre els centres geomètrics dels forats d'entrada i sortida de l'aire, sent aquest d'1,75 m.

t_i : Temperatura màxima admissible en l'interior del CT, 40 °C segons la norma UNE-EN 60076-1.

t_e : Temperatura mitjana en l'exterior, 19 °C segons l'estació meteorològica W-8681.

La superfície de ventilació mínima segons l'equació és de 0,67 m². Les dimensions de les reixes de ventilació de les parets i portes del CT, indicades en els plànols corresponents, verifiquen aquesta secció mínima.

A.3. Quadres elèctrics de baixa tensió

En aquest apartat es realitzarà el càlcul de les seccions dels conductors de baixa tensió aplicant tres criteris: tèrmic, caiguda de tensió i secció mínima de curtcircuit. D'aquesta manera també podrem dimensionar les proteccions adequades per cada circuit. Primerament, es calcula la intensitat que recorre els diferents circuits depenent si són trifàsics o monofàsics a partir de les següents equacions:

$$I_{c.trifàsic} = \left(\frac{P}{V \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}} \right) \cdot F_c \quad (\text{Eq. 30})$$

$$I_{c.monofàsic} = \left(\frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \right) \cdot F_c \quad (\text{Eq. 31})$$

On:

$I_{c.trifàsic}$: Intensitat d'un circuit trifàsic, en A.

$I_{c.monofàsic}$: Intensitat d'un circuit monofàsic, en A.

P : Potència activa prevista del circuit, en W.

V : Tensió del circuit, en V.

$\cos \varphi$: Factor de potència. En aquest cas, 0,85 per làmpades de descàrrega amb balast electrònic.

F_c : Factor de correcció. En aquest cas, 1,25 per circuits que alimenten motors elèctrics.

Partint de la intensitat de disseny del circuit, es pot trobar la secció del cable tenint en compte la seva màxima intensitat admissible. A més, es dimensiona una protecció que obrirà el circuit a partir d'una intensitat superior a la nominal del circuit, però inferior a l'admissible pel conductor.

En disposar d'alimentació directa en mitja tensió mitjançant un transformador de distribució propi, es considera que la instal·lació interior de BT té el seu origen als borns de BT del mateix transformador. En aquest cas les caigudes de tensió màximes admissibles seran del 4,5% per a enllumenat i del 6,5% per als altres usos.

Les següents equacions per calcular la caiguda de tensió serveixen per comprovar si s'ha dimensionat correctament els conductors en cada circuit:

$$V_{t_{trifàsica}} = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad (\text{Eq. 32})$$

$$V_{t_{monofàsica}} = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad (\text{Eq. 33})$$

$$V_{t\%} = \frac{V_t}{V} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 34})$$

On:

$V_{t_{trifàsica}}$: Caiguda de tensió en un circuit trifàsic, en V.

$V_{t_{monofàsica}}$: Caiguda de tensió en un circuit monofàsic, en V.

$V_{t\%}$: Percentatge de caiguda de tensió en un circuit, en V.

P : Potència activa prevista del circuit, en W.

L : Longitud del circuit, en m.

γ : Conductivitat del conductor, en $m/(\Omega \cdot mm^2)$.

V : Tensió del circuit, en V.

S : Secció del conductor, en mm^2 .

Les següents equacions per calcular la secció mínima de curtcircuit també serveixen per comprovar si s'ha dimensionat correctament els conductors en cada circuit:

$$R_c = \rho \frac{L}{S} \quad (\text{Eq. 35})$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_c} \quad (\text{Eq. 36})$$

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{k} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 37})$$

On:

R_c : Resistència del conductor de fase entre el receptor i l'alimentació, en Ω .

I_{cc} : Intensitat de curtcircuit admissible pel cable, en V.

S_{cc} : Secció mínima admissible del conductor, en mm^2 .

ρ : Coeficient de resistivitat que depèn del material del conductor, en $(\Omega \cdot mm^2)/m$.

L : Longitud del circuit, en m.

S : Secció del conductor, en mm².

t : Temps de resposta de les proteccions, en s.

k : Constant que depèn de la naturalesa de l'aïllament del conductor. On $k=143$ per conductors amb aïllament termoestable i $k=115$ per conductors amb aïllament termoplàstic.

A.3.1. Quadre general de baixa tensió

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents del quadre general de baixa tensió. Tal quadre es pot dividir en l'embarrat de xarxa i l'embarrat grup-xarxa.

A les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada embarrat:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
DI	604,36	TRIF.	1,00	1,00	872,32	1.000	C
L. Conm.	353,04	TRIF.	1,00	1,00	509,57	630	C
CSIT-11	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-21	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-31	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-41	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIM-11	32,87	TRIF.	1,00	1,00	47,44	50	C

Taula 30. Magnituds elèctriques de les línies de l'embarrat de xarxa del QGBT

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
Línia G.E.	353,04	TRIF.	1,00	1,00	509,57	630	C
CSEP-1	35,60	TRIF.	1,00	1,00	51,38	63	C

Taula 31. Magnituds elèctriques de les línies de l'embarrat de grup-xarxa del QGBT

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-12	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-22	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-32	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIT-42	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CSIM-12	32,87	TRIF.	1,00	1,00	47,44	50	C
CSR-1	66,11	TRIF.	1,00	1,00	95,43	100	C

Taula 31. Magnituds elèctriques de les línies de l'embarat de grup-xarxa del QGBT

Partint de la secció i la longitud de cada circuit, les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada embarat per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
DI	960,00	10,00	0,28	0,07	0,07	0,00	304,55	952,54
L. Conm.	720,00	1,00	0,03	0,01	0,08	0,00	191,12	597,71
CSIT-11	50,00	287,00	14,00	3,50	3,57	0,21	0,89	2,77
CSIT-21	35,00	186,00	12,96	3,24	3,31	0,19	0,96	2,99
CSIT-31	35,00	205,00	14,28	3,57	3,64	0,21	0,87	2,72
CSIT-41	35,00	28,00	1,95	0,49	0,56	0,03	6,19	19,37
CSIM-11	25,00	199,00	11,68	2,92	2,99	0,29	0,64	2,00

Taula 32. Verificació de secció de les línies de l'embarat de xarxa del QGBT

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
L. G.E.	720,00	1,00	0,03	0,01	0,08	0,00	191,12	597,71
CSEP-1	35,00	253,00	11,49	2,87	2,96	0,26	0,70	2,20
CSIT-12	50,00	287,00	14,00	3,50	3,58	0,21	0,89	2,77
CSIT-22	35,00	186,00	12,96	3,24	3,32	0,19	0,96	2,99
CSIT-32	35,00	205,00	14,28	3,57	3,65	0,21	0,87	2,72

Taula 33. Verificació de secció de les línies de l'embarat de xarxa-grup del QGBT

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-42	35,00	28,00	1,95	0,49	0,57	0,03	6,19	19,37
CSIM-12	25,00	199,00	11,68	2,92	3,00	0,29	0,64	2,00
CSRP-1	50,00	72,00	4,25	1,06	1,15	0,05	3,49	10,91

Taula 33. Verificació de secció de les línies de l'embarrat de xarxa-grup del QGBT

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats per les línies que surten del QGBT:

Circuit	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
L. Conm.	630	1.000	IV	AC
CSIT-11	100	500	IV	AC
CSIT-12	100	500	IV	AC
CSIT-21	100	500	IV	AC
CSIT-22	100	500	IV	AC
CSIT-31	100	500	IV	AC
CSIT-32	100	500	IV	AC
CSIT-41	100	500	IV	AC
CSIT-42	100	500	IV	AC
CSIM-11	100	500	IV	AC
CSIM-12	100	500	IV	AC
CSRP-1	100	500	IV	AC

Taula 34. Característiques dels interruptors diferencials segons les línies que agrupen del QGBT

A.3.2. Quadres de retransmissió (CSEP-1 i SQ-UCO)

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents del quadre de retransmissió i el subquadre UCO. El quadre és alimentat per l'embarrat grup-xarxa.

A les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i la protecció de cada línia:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSEP-1	35,60	TRIF.	1,00	1,00	51,38	63	C
SQ-UCO	13,18	TRIF.	1,00	1,00	19,02	40	C
C01	0,70	MONOF.	1,00	1,00	3,04	16	C
C02	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
C03	1,00	TRIF.	1,00	1,00	1,44	16	C
C04	0,30	MONOF.	1,00	1,00	1,30	16	C
C05	0,20	MONOF.	1,00	1,00	0,87	16	C
C06	0,00	MONOF.	1,00	1,00	0,00	16	C
C07	0,00	MONOF.	1,00	1,00	0,00	16	C
C08	0,00	MONOF.	1,00	1,00	0,00	16	C
C09	0,30	MONOF.	0,85	1,00	1,53	10	C
C10	0,30	MONOF.	0,85	1,00	1,53	10	C
C11	0,08	MONOF.	0,85	1,00	0,41	10	C
C12	0,92	TRIF.	1,00	1,00	1,33	16	C
C13	0,92	TRIF.	1,00	1,00	1,33	16	C
C14	0,92	TRIF.	1,00	1,00	1,33	16	C
C15	2,00	TRIF.	1,00	1,00	2,89	20	C
C16	0,80	TRIF.	1,00	1,00	1,15	16	C
C17	1,00	MONOF.	1,00	1,00	4,35	16	C
C18	1,84	TRIF.	1,00	1,00	2,66	16	C
C19	1,84	MONOF.	1,00	1,00	8,00	16	C

Taula 35. Magnituds elèctriques de les línies del CSEP-1

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
SQ-UCO	13,18	TRIF.	1,00	1,00	19,02	40	C
SQ-01	0,30	MONOF.	1,00	1,00	1,30	16	C
SQ-02	0,12	MONOF.	1,00	1,00	0,52	16	C
SQ-03	0,30	MONOF.	1,00	1,00	1,30	16	C
SQ-04	0,12	MONOF.	1,00	1,00	0,52	16	C
SQ-05	0,30	MONOF.	1,00	1,00	1,30	16	C
SQ-06	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-07	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-08	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-09	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-10	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C

Taula 36. Magnituds elèctriques de les línies del SQ-UCO

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
SQ-11	0,20	MONOF.	0,85	1,00	1,02	16	C
SQ-12	0,20	MONOF.	0,85	1,00	1,02	16	C
SQ-13	0,92	MONOF.	1,00	1,00	4,00	16	C
SQ-14	0,92	MONOF.	1,00	1,00	4,00	16	C
SQ-15	0,80	TRIF.	0,85	1,00	1,36	16	C
SQ-16	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-17	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-18	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-19	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-20	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-21	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-22	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-23	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-24	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-25	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-26	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C
SQ-27	0,50	MONOF.	1,00	1,00	2,17	16	C

Taula 36. Magnituds elèctriques de les línies del SQ-UCO

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSEP-1	35,00	253,00	11,49	2,87	2,96	0,26	0,70	2,20
SQ-UCO	16,00	30,00	1,10	0,28	3,24	0,33	0,56	0,69
C01	2,50	10,00	0,44	0,19	3,15	0,41	0,45	0,56
C02	2,50	8,00	0,25	0,11	3,07	0,38	0,49	0,60
C03	2,50	10,00	0,18	0,04	3,01	0,41	0,45	0,56
C04	2,50	10,00	0,19	0,08	3,04	0,41	0,45	0,56
C05	2,50	10,00	0,12	0,05	3,02	0,41	0,45	0,56
C06	-	-	0,00	0,00	2,96	0,26	0,70	0,86
C07	-	-	0,00	0,00	2,96	0,26	0,70	0,86
C08	-	-	0,00	0,00	2,96	0,26	0,70	0,86

Taula 37. Aspectes tècnics de les línies del CSEP-1

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
C09	1,50	10,00	0,31	0,14	3,10	0,50	0,37	0,45
C10	1,50	10,00	0,31	0,14	3,10	0,50	0,37	0,45
C11	1,50	10,00	0,08	0,04	3,00	0,50	0,37	0,45
C12	2,50	10,00	0,16	0,04	3,00	0,41	0,45	0,56
C13	2,50	10,00	0,16	0,04	3,00	0,41	0,45	0,56
C14	2,50	15,00	0,25	0,06	3,03	0,48	0,38	0,47
C15	4,00	10,00	0,22	0,06	3,02	0,35	0,52	0,64
C16	2,50	20,00	0,29	0,07	3,04	0,35	0,33	0,41
C17	2,50	35,00	2,17	0,95	3,31	0,77	0,24	0,30
C18	2,50	20,00	0,66	0,16	3,13	0,55	0,33	0,41
C19	2,50	20,00	2,29	0,99	3,96	0,55	0,33	0,41

Taula 37. Aspectes tècnics de les línies del CSEP-1

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
SQ-UCO	16,00	30,00	1,10	0,28	3,24	0,33	0,56	0,69
SQ-01	2,50	10,00	0,19	0,08	3,32	0,48	0,39	0,47
SQ-02	2,50	25,00	0,19	0,08	3,32	0,69	0,27	0,33
SQ-03	2,50	15,00	0,28	0,12	3,36	0,55	0,34	0,41
SQ-04	2,50	25,00	0,19	0,08	3,32	0,69	0,27	0,33
SQ-05	2,50	10,00	0,19	0,08	3,32	0,48	0,39	0,47
SQ-06	2,50	10,00	0,31	0,14	3,38	0,48	0,39	0,47
SQ-07	2,50	15,00	0,47	0,20	3,45	0,55	0,34	0,33
SQ-08	2,50	15,00	0,47	0,20	3,45	0,55	0,34	0,33
SQ-09	2,50	25,00	0,78	0,34	3,58	0,69	0,27	0,41
SQ-10	2,50	25,00	0,78	0,34	3,58	0,69	0,27	0,36
SQ-11	2,50	15,00	0,19	0,08	3,32	0,55	0,34	0,41
SQ-12	2,50	20,00	0,25	0,11	3,35	0,62	0,30	0,36
SQ-13	2,50	15,00	0,86	0,37	3,62	0,55	0,34	0,41
SQ-14	2,50	15,00	0,86	0,37	3,62	0,55	0,34	0,41
SQ-15	2,50	20,00	0,29	0,07	3,31	0,62	0,30	0,36
SQ-16	2,50	20,00	0,62	0,27	3,52	0,62	0,30	0,36
SQ-17	2,50	40,00	1,24	0,54	3,78	0,91	0,20	0,25

Taula 38. Aspectes tècnics de les línies del SQ-UCO

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
SQ-18	2,50	60,00	1,86	0,81	4,05	1,20	0,15	0,19
SQ-19	2,50	80,00	2,48	1,08	4,32	1,49	0,12	0,15
SQ-20	4,00	100,00	1,94	0,84	4,09	1,23	0,15	0,18
SQ-21	4,00	120,00	2,33	1,01	4,26	1,41	0,13	0,16
SQ-22	2,50	20,00	0,62	0,27	3,52	0,62	0,30	0,36
SQ-23	2,50	40,00	1,24	0,54	3,79	0,91	0,20	0,25
SQ-24	2,50	60,00	1,86	0,81	4,05	1,20	0,15	0,19
SQ-25	2,50	80,00	2,48	1,08	4,32	1,49	0,12	0,15
SQ-26	4,00	100,00	1,94	0,84	4,09	1,23	0,15	0,18
SQ-27	4,00	120,00	2,33	1,01	4,26	1,41	0,13	0,16

Taula 38. Aspectes tècnics de les línies del SQ-UCO

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de retransmissió que agrupen:

Circuit	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
SQ-UCO	40	300	IV	AC
C01	40	30	II	AC
C02	40	300	II	AC
C03	40	300	IV	AC
C04	40	300	II	AC
C05	40	300	II	AC
C06,C07,C08	40	300	II	AC
C09,C10,C11	40	300	II	AC
C12,C13	40	300	IV	AC
C14	40	300	IV	AC
C15,C16	40	300	IV	AC
C17	40	300	II	AC
C18,C19	40	300	IV	AC
SQ-01, SQ-02	25	30	II	AC
SQ-03, SQ-04	25	30	II	AC
SQ-05, SQ-06	25	30	II	AC
SQ-07, SQ-08	25	30	II	AC
SQ-09, SQ-10	25	30	II	AC

Taula 39. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de retransmissió

Circuit	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
SQ-11, SQ-12	25	30	II	AC
SQ-13, SQ-14	25	30	II	AC
SQ-15	40	30	IV	AC
SQ-16, SQ-17	25	30	II	AC
SQ-18, SQ-19	25	30	II	AC
SQ-20, SQ-21	25	30	II	AC
SQ-22, SQ-23	25	30	II	AC
SQ-24, SQ-25	25	30	II	AC
SQ-26, SQ-27	25	30	II	AC

Taula 39. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de retransmissió

A.3.3. Quadres torre d'il·luminació 1

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents dels quadres de la torre d'il·luminació 1. El primer quadre és alimentat per l'embarat de xarxa i l'altre de l'embarat grup-xarxa, a les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada un:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-11	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CT11-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 40. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-11

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-12	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C

Taula 41. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-12

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CT12-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 41. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-12

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada quadre per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-11	50,00	287,00	14,00	3,50	3,57	0,21	0,89	2,77
CT11-1	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT11-2	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT11-3	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT11-4	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT11-5	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT11-CC	1,50	1,00	0,03	0,01	3,58	0,23	0,79	0,97

Taula 42. Verificació de secció de les línies del CSIT-11

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-12	50,00	287,00	14,00	3,50	3,58	0,21	0,89	2,77
CT12-1	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT12-2	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT12-3	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT12-4	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT12-5	4,00	25,00	3,03	0,76	4,33	0,43	0,42	0,52
CT12-CC	1,50	1,00	0,03	0,01	3,58	0,23	0,79	0,97

Taula 43. Verificació de secció de les línies del CSIT-12

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de la torre d'il·luminació 1 que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CT11-1, CT11-2, CT11-3	63	300	4	AC
CT11-4, CT11-5	50	300	4	AC
CT11-CC	10	30	2	AC
CT12-1, CT12-2, CT12-3	63	300	4	AC
CT12-4, CT12-5	50	300	4	AC
CT12-CC	10	30	2	AC

Taula 44. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de la torre d'il·luminació 1

A.3.4. Quadres torre d'il·luminació 2

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents dels quadres de la torre d'il·luminació 2. El primer quadre és alimentat per l'embarrat de xarxa i l'altre de l'embarrat grup-xarxa, a les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada un:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-11	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CT11-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 45. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-21

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-12	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C

Taula 46. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-22

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CT12-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 46. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-22

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada quadre per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-21	35,00	186,00	12,96	3,24	3,31	0,19	0,96	2,99
CT21-1	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT21-2	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT21-3	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT21-4	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT21-5	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT21-CC	1,50	1,00	0,02	0,01	3,32	0,21	0,86	1,06

Taula 47. Verificació de secció de les línies del CSIT-21

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-22	35,00	186,00	12,96	3,24	3,31	0,19	0,96	2,99
CT22-1	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT22-2	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT22-3	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT22-4	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT22-5	4,00	28,30	3,44	0,86	4,17	0,45	0,41	0,51
CT22-CC	1,50	1,00	0,02	0,01	3,32	0,21	0,86	1,06

Taula 48. Verificació de secció de les línies del CSIT-22

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de la torre d'il·luminació 2 que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CT21-1, CT21-2, CT21-3	63	300	4	AC
CT21-4, CT21-5	50	300	4	AC
CT21-CC	10	30	2	AC
CT22-1, CT22-2, CT22-3	63	300	4	AC
CT22-4, CT22-5	50	300	4	AC
CT22-CC	10	30	2	AC

Taula 49. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de la torre d'il·luminació 2

A.3.5. Quadres torre d'il·luminació 3

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents dels quadres de la torre d'il·luminació 3. El primer quadre és alimentat per l'embarrat de xarxa i l'altre de l'embarrat grup-xarxa, a les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada un:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-11	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CT11-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 50. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-31

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-12	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C

Taula 51. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-32

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CT12-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 51. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-32

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada quadre per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-31	35,00	205,00	14,28	3,57	3,64	0,21	0,87	2,72
CT31-1	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT31-2	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT31-3	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT31-4	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT31-5	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT31-CC	1,50	1,00	0,02	0,01	3,65	0,23	0,79	0,97

Taula 52. Verificació de secció de les línies del CSIT-31

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-32	35,00	205,00	14,28	3,57	3,64	0,21	0,87	2,72
CT32-1	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT32-2	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT32-3	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT32-4	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT32-5	4,00	22,70	2,76	0,69	4,33	0,41	0,44	0,55
CT32-CC	1,50	1,00	0,02	0,01	3,65	0,23	0,79	0,97

Taula 53. Verificació de secció de les línies del CSIT-32

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de la torre d'il·luminació 3 que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CT31-1, CT31-2, CT31-3	63	300	4	AC
CT31-4, CT31-5	50	300	4	AC
CT31-CC	10	30	2	AC
CT32-1, CT32-2, CT32-3	63	300	4	AC
CT32-4, CT32-5	50	300	4	AC
CT32-CC	10	30	2	AC

Taula 54. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de la torre d'il·luminació 3

A.3.6. Quadres torre d'il·luminació 4

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents dels quadres de la torre d'il·luminació 4. El primer quadre és alimentat per l'embarrat de xarxa i l'altre de l'embarrat grup-xarxa, a les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada un:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-11	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CT11-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT11-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 55. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-41

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIT-12	54,62	TRIF.	1,00	1,00	78,83	80	C
CT12-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-4	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-5	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CT12-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 56. Magnituds elèctriques de les línies del CSIT-42

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada quadre per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-41	35,00	28,00	1,95	0,49	0,56	0,03	6,19	19,37
CT41-1	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT41-2	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT41-3	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT41-4	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT41-5	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT41-CC	1,50	6,00	0,15	0,065	0,63	0,17	1,06	1,30

Taula 57. Verificació de secció de les línies del CSIT-41

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIT-42	35,00	28,00	1,95	0,49	0,56	0,03	6,19	19,37
CT42-1	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT42-2	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT42-3	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT42-4	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97

Taula 58. Verificació de secció de les línies del CSIT-42

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	I _{cc} (kA)	Secció CC (mm ²)
CT42-5	4,00	22,70	2,76	0,69	1,25	0,23	0,79	0,97
CT42-CC	1,50	6,00	0,15	0,065	0,63	0,17	1,06	1,30

Taula 58. Verificació de secció de les línies del CSIT-42

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de la torre d'il·luminació 4 que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CT41-1, CT41-2, CT41-3	63	300	4	AC
CT41-4, CT41-5	50	300	4	AC
CT41-CC	10	30	2	AC
CT42-1, CT42-2, CT42-3	63	300	4	AC
CT42-4, CT42-5	50	300	4	AC
CT42-CC	10	30	2	AC

Taula 59. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de la torre d'il·luminació 4

A.3.7. Quadres marquesina

El present apartat consta de cinc taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents dels quadres pels equips d'il·luminació de la marquesina. El primer quadre és alimentat per l'embarrat de xarxa i l'altre de l'embarrat grup-xarxa, a les següents taules es poden observar les magnituds elèctriques i proteccions de les línies de cada un:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIM-11	32,87	TRIF.	1,00	1,00	47,44	50	C
CM11-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CM11-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C

Taula 60. Magnituds elèctriques de les línies del CSIM-11

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CM11-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CM11-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 60. Magnituds elèctriques de les línies del CSIM-11

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSIM-12	32,87	TRIF.	1,00	1,00	47,44	50	C
CM12-1	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CM12-2	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CM12-3	10,88	TRIF.	0,85	1,00	18,47	20	C
CM12-CC	0,24	MONOF.	1,00	1,00	1,04	10	C

Taula 61. Magnituds elèctriques de les línies del CSIM-12

Les següents taules mostren les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies de cada quadre per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIM-11	25,00	199,00	11,68	2,92	2,99	0,29	0,64	2,00
CM11-1	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32
CM11-2	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32
CM11-3	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32
CM11-CC	1,50	1,00	0,00	0,00	2,99	0,31	0,59	0,72

Taula 62. Verificació de secció de les línies del CSIM-11

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSIM-12	25,00	199,00	11,68	2,92	2,99	0,29	0,64	2,00
CM12-1	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32

Taula 63. Verificació de secció de les línies del CSIM-12

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CM12-2	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32
CM12-3	10,00	114,20	5,54	1,39	4,38	0,70	0,26	0,32
CM12-CC	1,50	1,00	0,00	0,00	2,99	0,31	0,59	0,72

Taula 63. Verificació de secció de les línies del CSIM-12

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies dels quadres de la marquesina que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CT11-1, CT11-2, CT11-3	63	300	4	AC
CT11-CC	10	30	2	AC
CT12-1, CT12-2, CT12-3	63	300	4	AC
CT12-CC	10	30	2	AC

Taula 64. Característiques dels interruptors diferencials dels quadres de la marquesina

A.3.8. Quadre TV COMPOUND

El present apartat consta de tres taules on es mostren els càlculs esmentats en l'apartat A.3. així com el dimensionament de les proteccions pels circuits provinents del quadre TV COMPOUND. El quadre és alimentat per l'embarat grup-xarxa, a la següent taula es poden observar les magnituds elèctriques i la protecció de cada línia:

Circuit	Pot. (kW)	Sist.	Cos	Fact.	I. (A)	I. nom. protecció (A)	Corba magnètica
CSRP-1	66,11	TRIF.	1,00	1,00	95,43	100	C
CP-1	20,49	TRIF.	0,85	0,50	17,40	20	C
CP-2	20,49	TRIF.	0,85	0,50	17,40	20	C
CP-3	7,36	MONOF.	0,85	0,50	18,82	20	C
CP-4	7,36	MONOF.	0,85	0,50	18,82	20	C
CP-5	10,41	TRIF.	0,85	0,50	8,84	10	C

Taula 65. Magnituds elèctriques de les línies del CSRP-1

La següent taula mostra les caigudes de tensió i les seccions mínimes de curtcircuit de les línies del quadre TV COMPOUND per verificar un correcte dimensionat:

Circuit	S. (mm ²)	L. (m)	Caiguda de tensió			Curtcircuit		
			Vt (A)	Parcial (%)	Total (%)	R total (Ω)	Icc (kA)	Secció CC (mm ²)
CSRP-1	50,00	72,00	4,25	1,06	1,15	0,05	3,49	10,91
CP-1	4,00	2,00	0,46	0,11	1,26	0,07	2,71	3,33
CP-2	4,00	2,00	0,46	0,11	1,26	0,07	2,71	3,33
CP-3	4,00	2,00	0,57	0,25	1,39	0,07	2,71	3,33
CP-4	4,00	2,00	0,57	0,25	1,39	0,07	2,71	3,33
CP-5	2,50	2,00	0,37	0,09	1,24	0,08	2,34	2,87

Taula 66. Verificació de secció de les línies del CSRP-1

L'última taula mostra les característiques dels interruptors diferencials dimensionats segons les línies del quadre TV COMPOUND que agrupen:

Agrupació	Calibre (A)	Sensibilitat (mA)	Pols	Classe
CP-1, CP-2	40	300	4	AC
CP-3, CP-4	40	300	2	AC
CP-5	20	300	4	AC

Taula 67. Característiques dels interruptors diferencials del CSRP-1

A.4. Canalitzacions

A les taules 2, 5 i 9 de la ITC-BT 21 es faciliten els diàmetres exteriors mínims dels tubs a emprar quan van fixats en superfície, encastats o enterrats respectivament. Per si se supera el nombre o secció dels conductors que contenen les taules, o s'utilitzen conductors de seccions diferents, es facilita una relació mínima entre la secció del tub i la secció transversal ocupada pels conductors. Si s'anomena f_{c1} a aquesta relació entre la secció interior del tub i l'ocupada pels cables, obtenim la següent equació:

$$\phi_{int.mín.PVC} = \sqrt{f_{c1} \cdot ((\phi_{ext.C1})^2 \cdot n_1 + (\phi_{ext.C2})^2 \cdot n_2 + \dots)} \quad (\text{Eq. 38})$$

On:

$\emptyset_{int.mín.PVC}$: Diàmetre mínim interior de la canal, en mm.

f_{c1} : Coeficient de correcció que depèn del sistema d'instal·lació usat. On $f_{c1}=4$ per canalitzacions enterrades.

$\emptyset_{ext.Cn}$: Diàmetre exterior de la mànega elèctrica, en mm.

n_1 : Unitat de mànegues amb el mateix diàmetre exterior.

Es plantegen unes rases en funció del número i diàmetre exterior de les canalitzacions que contingui. A més, s'aplicarà un coeficient de reserva per a futures instal·lacions d'1,6. La base de la rasa dependrà de la secció d'aquesta així com l'alçat mínim, que correspondrà al diàmetre exterior de la canalització més gran. Les equacions utilitzades per tals dimensionaments són les següents:

$$S_{rasa} = f_{c2} \cdot \sum \left(\frac{\pi \cdot \emptyset_{ext.PVC1}^2}{4} + \frac{\pi \cdot \emptyset_{ext.PVC2}^2}{4} + \dots \right) \quad (\text{Eq. 39})$$

$$B_{rasa} = \frac{S_{rasa}}{h_{min.rasa}} \quad (\text{Eq. 40})$$

On:

S_{rasa} : Superfície de la rasa, en mm².

B_{rasa} : Base de la rasa, en mm.

f_{c2} : Coeficient de reserva per a futures instal·lacions.

$\emptyset_{ext.PVCn}$: Diàmetre exterior del tub, en mm.

$h_{min.rasa}$: Alçat mínim de la rasa, en mm.

Finalment, per arribar a tots els quadres situats a diferents plantes, es projectaran certs trams aeris i adossats on s'hi dimensionaran unes safates aplicant les equacions anteriors, equivalent al disseny de les rases.

A.4.1. Canalitzacions primàries

Les canalitzacions primàries parteixen del nou quadre general de baixa tensió, situat al costat del nou CT, i arriben fins als quadres respectius de cada circuit. S'agruparan a la mateixa canalització els circuits d'embarrats diferents però amb el quadre destí contigu, és el cas dels circuits d'il·luminació de cada torre així com de la marquesina.

A la següent taula es mostren, de cada canalització primària, els diàmetres interiors i exteriors resultants:

Canal PVC	Circuits	S. (mm)	Tipus mànega	D. ext. (mm)	Ø int. mín. canal. (mm)	Ø int. canal. (mm)	Ø ext. canal. (mm)
1	CSEP-1	35,00	5G35	31,40	62,80	70,60	75,00
2	CSIT-11	50,00	5G50	35,20	99,56	103,60	110,00
	CSIT-12	50,00	5G50	35,20			
3	CSIT-21	35,00	5G35	31,40	88,81	103,60	110,00
	CSIT-22	35,00	5G35	31,40			
4	CSIT-31	35,00	5G35	31,40	88,81	103,60	110,00
	CSIT-32	35,00	5G35	31,40			
5	CSIT-41	35,00	5G35	31,40	88,81	103,60	110,00
	CSIT-42	35,00	5G35	31,40			
6	CSIM-11	25,00	5G25	26,60	75,24	84,60	90,00
	CSIM-12	25,00	5G25	26,60			
7	CSRP-1	50,00	5G50	35,20	70,40	70,60	75,00
8	CT1-CT2	150,00	3x(1x150)	28,7	99,42	103,60	110,00

Taula 68. Diàmetres de les canalitzacions primàries projectades

A la següent taula es mostren la base i l'alçat de les rases en funció de cada tram:

Tram	Canal PVC	Ø ext. canal. (mm)	S. canal. (mm ²)	S. total (mm ²)	Fc	S. rasa (mm ²)	Base rasa (mm)	Alçat rasa (mm)
CT-A	1	75,00	4.418,00	62.714,00	1,6	100.342,00	912,00	110,00
	2	110,00	9.503,00					
	3	110,00	9.503,00					
	4	110,00	9.503,00					
	5	110,00	9.503,00					
	6	90,00	6.362,00					
	7	75,00	4.418,00					
	8	110,00	9.503,00					
A-B	1	75,00	4.418,00	43.707,00	1,6	69.932,00	636,00	110,00
	2	110,00	9.503,00					
	3	110,00	9.503,00					
	6	90,00	6.362,00					
	7	75,00	4.418,00					
	8	110,00	9.503,00					
B-C	1	75,00	4.418,00	39.290,00	1,6	62.863,00	571,00	110,00
	2	110,00	9.503,00					
	3	110,00	9.503,00					
	6	90,00	6.362,00					
	8	110,00	9.503,00					
C-D	1	75,00	4.418,00	20.283,00	1,6	32.453,00	295,00	110,00
	2	110,00	9.503,00					
	6	90,00	6.362,00					
D-E	1	75,00	4.418,00	13.921,00	1,6	22.274,00	202,00	110,00
	2	110,00	9.503,00					
E-F	2	110,00	9.503,00	9.503,00	1,6	15.205,00	138,00	110,00
A-G	4	110,00	9.503,00	9.503,00	1,6	15.205,00	138,00	110,00
A-H	5	110,00	9.503,00	9.503,00	1,6	15.205,00	138,00	110,00
B-I	7	75,00	4.418,00	4.418,00	1,6	70.69,00	94,00	75,00

Taula 69. Dimensions de les rases projectades per canalitzacions primàries

A la següent taula es mostren la base i l'alçat de les safates en funció de cada tram:

Tram	Canal PVC	S. canal. (mm ²)	S. total (mm ²)	Fc	S. min. safata (mm ²)	S. safata (mm ²)	Base safata (mm)	Alçat safata (mm)
B'-C'	1	4.418,00	39.290,00	1,6	62.863,00	72.000,00	600,00	120,00
	2	9.503,00						

Taula 70. Dimensions de les safates projectades per canalitzacions primàries

Tram	Canal PVC	S. canal. (mm ²)	S. total (mm ²)	Fc	S. min. safata (mm ²)	S. safata (mm ²)	Base safata (mm)	Alçat safata (mm)
	3	9.503,00						
	6	6.362,00						
	8	9.503,00						
D'-E'	1	4.418,00	13.921,00	1,6	22.274,00	36.000,00	300,00	120,00
	2	9.503,00						
E'-F'	2	9.503,00	9.503,00	1,6	15.205,00	18.000,00	150,00	120,00

Taula 70. Dimensions de les safates projectades per canalitzacions primàries

A.4.2. Canalitzacions secundàries

Les canalitzacions secundàries parteixen dels nous quadres d'il·luminació del terreny de joc i arriben fins als projectors ubicats a les torres d'il·luminació i a la marquesina. La resta de quadres que deriven del nou QGBT no necessiten canalitzacions secundàries o bé perquè s'utilitzen canalitzacions existents o perquè els receptors són preses instal·lades al mateix quadre. Les mànegues de tals canalitzacions secundàries aniran directament col·locades en safata o rasa.

A la següent taula es mostren, per cada tram, la secció resultant de totes les mànegues:

Tram	Circuits	S. (mm)	Tipus mànega	D. ext. mànega (mm)	S. mànega (mm ²)	S. total (mm ²)
A	CT11-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	1.651,00
	CT11-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
B	CT11-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	1.651,00
	CT11-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	

Taula 71. Secció total del conjunt de mànegues per cada tram

Tram	Circuits	S. (mm)	Tipus mànega	D. ext. mànega (mm)	S. mànega (mm ²)	S. total (mm ²)
	CT11-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
C	CT11-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	1.651,00
	CT11-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
D	CT11-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	1.651,00
	CT11-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT11-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-1	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-2	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-3	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-4	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
	CT12-5	4,00	5 G 4	14,5	165,00	
E	CM11-1	10,00	5 G 10	19,00	284,00	1.701,00
	CM11-2	10,00	5 G 10	19,00	284,00	
	CM11-3	10,00	5 G 10	19,00	284,00	
	CM12-1	10,00	5 G 10	19,00	284,00	
	CM12-2	10,00	5 G 10	19,00	284,00	
	CM12-3	10,00	5 G 10	19,00	284,00	

Taula 71. Secció total del conjunt de mànegues per cada tram

A la següent taula es mostren la base i l'alçat de les rases en funció de cada tram:

Tram	S. total (mm ²)	Fc	S. min. rasa (mm ²)	S. rasa (mm ²)	Base rasa (mm)	Alçat rasa (mm)
A'	1.651,00	1,60	2.642,00	3.000,00	100,00	30,00
B'	1.651,00	1,60	2.642,00	3.000,00	100,00	30,00

Taula 72. Dimensions de les rases projectades per canalitzacions secundàries

A la següent taula es mostren la base i l'alçat de les safates en funció de cada tram:

Tram	S. total (mm ²)	Fc	S. min. safata (mm ²)	S. safata (mm ²)	Base safata (mm)	Alçat safata (mm)
A	1.651,00	1,60	2.642,00	3.500,00	100,00	35,00
B	1.651,00	1,60	2.642,00	3.500,00	100,00	35,00
C	1.651,00	1,60	2.642,00	3.500,00	100,00	35,00
D	1.651,00	1,60	2.642,00	3.500,00	100,00	35,00
E	1.701,00	1,60	2.722,00	3.500,00	100,00	35,00

Taula 73. Dimensions de les safates projectades per canalitzacions secundàries

A.4.3. Canalització del grup electrogen

La canalització del grup electrogen parteix de la sala tècnica reformada on s'ubica el grup electrogen i arriba fins al nou QGBT. Amb una configuració idèntica al pont de BT projectat en el CT, els conductors de tal canalització pertanyen a les tres fases i el neutre. La següent taula mostra el diàmetre interior i exterior de la canalització resultant:

Canal PVC	Circuits	S. (mm)	Tipus mànega	D. ext. (mm)	Ø int. mín. canal. (mm)	Ø int. canal. (mm)	Ø ext. canal. (mm)
8	Línia GE	720,00	12x(1x240)	40,30	301,58	334,20	355,00
	Neutre GE	480	2x(1x240)	40,30			

Taula 74. Diàmetres de la canalització del GE

A la següent taula es mostren la base i l'alçat de la rasa projectada per on passarà la canalització del grup electrogen:

Tram	Canal PVC	Ø ext. canal. (mm)	S. canal. (mm ²)	Fc	S. rasa (mm ²)	Base rasa (mm)	Alçat rasa (mm)
CT-GE	8	355,00	98.980,00	1,6	158.368,00	446,00	355,00

Taula 75. Dimensions de la rasa projectada per la canalització del GE

A.5. Sistemes de posada a terra del grup electrogen

Pel correcte ús i funcionament del muntatge de protecció elegit M.P.2, les preses de terra proposades han de ser independents entre si i els seus valors ajustar-se a les expressions següents:

$$R_T \leq \frac{U_S}{I_{FN}} \quad (\text{Eq. 41})$$

$$R_N \approx \frac{R_T \cdot (U_F - U_S)}{U_S} \quad (\text{Eq. 42})$$

$$R_G < 100 \Omega \quad (\text{Eq. 43})$$

$$R_A \leq \frac{U_S}{I_i} - Z_i \quad (\text{Eq. 44})$$

On:

R_T : Resistència del sistema de PAT general, en mA.

R_N : Resistència dels sistemes de PAT de neutre, en mA.

R_G : Resistència del sistema de PAT del grup electrogen, en mA.

R_A : Resistència del sistema de PAT d'avís de presència de tensió en el grup, en mA.

U_S : Tensió de seguretat, en V.

U_F : Tensió de fase, en V.

I_{FN} : Sensibilitat nominal del diferencial, en mA.

I_i : Intensitat de disparament de l'interruptor de tensió de defecte, en A.

Z_i : Impedància interna de l'interruptor de tensió de defecte, en Ω .

La tensió de seguretat estipulada per emplaçaments secs és de 50 V i la sensibilitat dels diferencials serà de 300 mA. A més, s'ha considerat que la intensitat de disparament del diferencial serà de 2,5 A i la impedància interna d'aquest menyspreable. A la següent taula es mostren els valors de les resistències obtinguts amb les anteriors equacions:

Característica	Valor	Unitat
Resistència del sistema de PAT general	166,67	Ω
Resistència dels sistemes de PAT de neutre	600,00	Ω
Resistència del sistema de PAT del grup electrogen	100,00	Ω
Resistència del sistema de PAT d'avís de presència de tensió en el grup	20,00	Ω

Taula 76. Resistències màximes dels sistemes de PAT projectats

Un cop obtinguts els valors màxims pels diversos sistemes de PAT, es procedeix a justificar que els valors previstos per cada un estaran per sota dels màxims establerts. Les resistències del sistema de PAT general i neutre del CT ja estan calculades i justificades als apartats anteriors, amb uns valors de 15,80 Ω i 27,00 Ω respectivament. Es procedeix a dimensionar els sistemes de PAT relacionats amb el grup electrogen amb les següents equacions:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} \quad (\text{Eq. 45})$$

$$R_{conductor} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} \quad (\text{Eq. 46})$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{pica}} + \frac{1}{R_{conductor}} \quad (\text{Eq. 47})$$

On:

R_{pica} : Resistència d'una pica vertical, en Ω .

$R_{conductor}$: Resistència d'un conductor enterrat horitzontalment, en Ω .

R_{total} : Resistència total d'un sistema de PAT, en Ω .

ρ : Resistivitat mitjana del terreny, en $\Omega \cdot m$.

L : Longitud de l'element, en m.

Igual que les piques dels sistemes de PAT del CT, les noves piques seleccionades tenen una longitud de 2 metres. També se suposa la mateixa resistivitat mitjana del terreny de 200 $\Omega \cdot m$. Les resistències obtingudes són les mostrades a la següent taula:

Característica	Valor	Unitat
Resistència del sistema de PAT general	15,80	Ω
Resistència del sistema de PAT de neutre	27,00	Ω
Resistència del sistema de PAT de neutre del GE	50,00	Ω
Resistència del sistema de PAT del GE	50,00	Ω
Resistència del sistema de PAT d'avís de presència de tensió en el grup	19,35	Ω

Taula 77. Resistències dels sistemes de PAT projectats

S'observa que els resultats obtinguts per a les PAT no superen els màxims exigits. Tanmateix, se'n comprovarà el valor un cop realitzada la instal·lació verificant que el seu valor estigui per sota dels anteriorment calculats.

A.6. Fonaments del grup electrogen

Per valorar la necessitat de la construcció de fonaments, s'haurà de tenir a compte el pes humit total del grup, el tipus (exterior o interior) i la durabilitat (provisional o estacionària) de la instal·lació, les restriccions relacionades amb la vibració, el tipus de sòl i les possibles variacions davant de canvis estacionals i climàtics.

A manera indicativa, en el cas de requerir la utilització de fonamentació de formigó, la profunditat que suportarà el pes de l'equip s'obtindrà de la següent manera:

$$H_{fonam.} = \frac{W}{\rho_{formigó} \cdot L_{fonam.} \cdot W_{fonam.}} \quad (\text{Eq. 48})$$

On:

$H_{fonam.}$: Altura o profunditat de la cimentació, en m.

W : Pes total de l'equip, en kg.

$\rho_{formigó}$: Densitat del formigó, en kg/m³.

$L_{fonam.}$: Longitud de la fonamentació, en m.

$W_{fonam.}$: Ample de la fonamentació, en m.

Així doncs, l'altura de la cimentació serà de mínim 0,22 m, sent l'altura final de 0,25 m. Es recomana que les dimensions de la base de la fonamentació excedeixin les dimensions de la base del grup electrogen almenys 150 mm per tots els costats. A més, per facilitar les tasques de manteniment i servei, es recomana elevar la fonamentació per sobre del nivell del terra almenys 100 mm.

A.7. Sistema de ventilació

L'entrada i sortida d'aire permetrà la circulació d'aquest a través de tot el conjunt generador des de l'extrem de l'alternador a l'extrem del radiador. L'aire de ventilació haurà de ser net i és aconsellable que la velocitat de flux d'aire en els buits d'admissió no sigui superior a 2,5 metres/segon. A partir d'aquesta premissa es pot trobar l'àrea afectiva mínima dels buits d'entrada i sortida d'aire amb la següent equació:

$$A_{min.} = \frac{m_{min.}}{v} \quad (\text{Eq. 49})$$

On:

$A_{min.}$: Àrea efectiva mínima, en m².

$m_{min.}$: Caudal volumètric de flux, en m³/s. Corresponent a l'aire necessari per a la combustió junt amb el necessari per refrigerar la sala compensant la calor irradiat pels components del grup electrogen. Tret de la fitxa tècnica del grup escollit, 8,81 m³/s.

v : Velocitat del flux d'aire, en m/s.

L'àrea efectiva mínima de les reixes de ventilació és de 3,53 m². Tenint en compte les característiques de la sala tècnica, se seleccionen reixes acústiques marca TROX tant d'entrada com les de sortida.

Els seus paràmetres característics expressats en valors unitaris són els següents:

	Tipus	Ample (m)	Altura (m)	Àrea efectiva (m)	Unitats	Àrea efectiva total (mm)
Entrada	NL-H-A	0,90	2,25	2,03	2	4,050
Sortida	NL-H-A	2,10	1,95	4,10	1	4,095

Taula 78. Dimensions i àrea efectiva de les reixes projectades

Pel que fa al buit d'expulsió d'aire, s'hi instal·larà un conducte que connecti la sortida del radiador amb el buit d'expulsió d'aire per mitjà d'una connexió flexible, de la menor longitud possible, evitant així possibles retorns d'aire calent a la sala.

A.8. Sistema d'evacuació de gasos

La diferència entre la pressió mitjana al tub d'escapament i la pressió atmosfèrica és la denominada contrapressió al sistema d'escapament, la qual té una notable influència sobre la potència lliurada pel motor i sobre la càrrega tèrmica. El valor de contrapressió és una mesura de la resistència al flux lliure dels gasos a través dels diferents components del sistema de fuga.

Valors excessius de contrapressió provoquen reduccions de potència, augment de la temperatura dels gasos de fuga, fums, consum elevat de combustible, sobreescalfament de l'aigua de refrigeració, degradació del lubricant i les conseqüències corresponents sobre els òrgans del motor.

Les mesures de contrapressió seran preses sempre aigües avall del sistema d'escapament, concretament a la sortida del col·lector d'escapament per a motors amb aspiració natural o en la sortida de la turbina en el cas de motors sobrealimentats, sempre en trams rectes, evitant zones problemàtiques com a canvis de secció o corbes.

La contrapressió obtinguda al sistema d'escapament haurà de ser sempre inferior al valor màxim recomanat a la fitxa tècnica del motor de combustió referit a les condicions de potència i règim màxims de lliurament. Aquesta limitació es pot respectar donant una dimensió i una distribució adequada a la instal·lació d'escapament, tenint també en compte la influència del tipus de silenciós.

La contrapressió total del sistema de fuga serà la suma de la contrapressió generada als elements que componen el sistema d'escapament:

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{canonada} + \Delta P_{silenciós} + \Delta P_{sortida} \quad (\text{Eq. 50})$$

On:

ΔP_{total} : Contrapressió total del sistema d'escapament, en Pa.

$\Delta P_{canonada}$: Contrapressió total de les canonades, colzes i unions ampliadores de secció, en Pa.

$\Delta P_{silenciós}$: Contrapressió en el silenciós d'escapament, en Pa.

$\Delta P_{sortida}$: Contrapressió a la sortida amb tapa basculant, en Pa.

En la fitxa tècnica del grup es troba el flux volumètric dels gasos d'escapament i la temperatura en què surten. A partir d'aquí, l'expressió per obtenir la contrapressió en les canonades d'escapament és la següent:

$$\Delta P_{\text{canonada}} = \frac{6,32 \cdot Q^2}{T + 273} \cdot \sum \left(\frac{L_{eq}}{D^5} \right)_{\text{trams}} \quad (\text{Eq. 51})$$

On:

$\Delta P_{\text{canonada}}$: Contrapressió total de les canonades, colzes i unions ampliadores de secció, en Pa.

Q : Flux volumètric dels gasos d'escapament, en m³/s.

T : Temperatura dels gasos d'escapament, en °A.

L_{eq} : Longitud equivalent de cada tram de canonada dependent de l'element instal·lat, en m.

D : Diàmetre interior de cada tram de canonada, en m.

La següent taula es mostra el diàmetre i longitud equivalent de les canonades per tal de calcular la contrapressió total d'aquestes:

Tram	Tipus	Diàmetre equivalent (m)	Longitud equivalent (m)
1	Recta	0,15	0,92
2	Colze	0,15	6,00
3	Ampliació	0,18	5,00
4	Recta	0,2	8,00
5	Colze	0,2	0,20

Taula 79. Diàmetre i longitud equivalent de les canonades d'escapament

Usant l'equació 51 amb la taula mostrada, la contrapressió en les canonades d'escapament és de 1647,03 Pa.

D'altra banda, la contrapressió del silenciós, en mmH₂O, dependrà del tipus de silenciós utilitzat i de la velocitat dels gasos d'escapament a l'entrada d'aquest. L'expressió per obtenir la velocitat dels gasos en el silenciós és la següent:

$$V_{ges} = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot D_{ent.}^2} \quad (\text{Eq. 52})$$

On:

V_{ges} : Velocitat dels gasos d'escapament en el silenciós, en m/s.

Q : Flux volumètric dels gasos d'escapament, en m³/s.

$D_{ent.}$: Diàmetre d'entrada del silenciós, en m.

La velocitat dels gasos serà de 39,68 m/s. En seleccionar un silenciós de grau industrial amb una velocitat dels gasos d'escapament inferior a 50,8 m/s, l'equació per calcular la contrapressió del silenciós és la següent:

$$\Delta P_{silenciós} = 5,2 \cdot V_{ges} - 71,22 \quad (\text{Eq. 53})$$

On:

$\Delta P_{silenciós}$: Contrapressió en el silenciós d'escapament, en Pa.

V_{ges} : Velocitat dels gasos d'escapament en el silenciós, en m/s.

La contrapressió en el silenciós és de 1.325,14 Pa.

Altrament, la contrapressió de sortida és la contrapressió generada per la diferència de pressió en sortir de la canonada d'escapament a l'aire lliure. En cas d'instal·lar una tapa basculant, s'han de considerar 40 mmH₂O de contrapressió.

Finalment, calculada ja la contrapressió generada a cadascun dels elements que formen el sistema d'escapament, cal comprovar que aquest valor no excedeixi el valor límit de contrapressió indicat pel fabricant del motor, el qual es pot obtenir a la documentació del motor de combustió.

La contrapressió total del sistema d'escapament és de 3.364,42 Pa i el límit de contrapressió del motor és de 50 mbar, és a dir, 5.000 Pa. Es considera així, correctament justificat el dimensionament del sistema d'escapament projectat.

B. CÀLCULS LUMÍNICS

En aquest apartat són exposats els estudis lumínics necessaris per dimensionar la nova instal·lació lumínica del terreny de joc a partir dels requeriments exigits per LaLiga als estadis de primera i segona divisió. Els estudis en qüestió s'han realitzat amb el programari de disseny d'il·luminació DIALux Evo.

B.1. Il·luminació del terreny de joc per a la retransmissió televisiva

Per tal d'obtenir una previsió de la il·luminació exposada al terreny de joc en condicions normals, es porta a cap una simulació amb la totalitat de les lluminàries projectades, de la qual es mostren els resultats en el present apartat. Els resultats que s'obtenen també serviran per dimensionar la càrrega elèctrica que comporten les lluminàries necessàries.

B.1.1. Observacions preliminars

Els valors nominals mostrats en aquest informe són el resultat de càlculs exactes, basats en lluminàries col·locades amb precisió, amb una relació fixa entre ells i amb l'àrea en qüestió. A la pràctica, els valors poden variar a causa de toleràncies en lluminàries, posició de les lluminàries, propietats reflectives i subministrament elèctric.

B.1.2. Llista de lluminàries

A la següent taula es mostren les lluminàries utilitzades per l'estudi lumínic:

Unitats	Fabricant	Nombre de l'article	Potència (W)	Flux lluminós (lm)	Rendiment lumínic (lm/W)
230	PHILIPS	MVF403 1xMHN- SAH2000W/400V/956 A4	2.175,00	186.022,00	85,53

Taula 80. Llista de lluminàries

B.1.3. Fitxa del producte

ArenaVision MVF403 és un projector dissenyat per a l'enllumenat esportiu als més alts nivells de competició. Ofereix un gran flux lumínic, una gran eficiència òptica, una instal·lació

senzilla i una gran fiabilitat i flexibilitat. Resulta idoni per a zones esportives d'interior i per moltes instal·lacions esportives d'exterior, a més d'altres aplicacions d'il·luminació.

El sistema integrat d'òptiques rotacionals i els llums compactes de doble terminal MHN-SA 2000W garanteix una eficiència del sistema sense precedents i un baix enlluernament. El paralumen integrat al reflector permet un major aprofitament del flux emès pel llum i redueix encara més l'enlluernament.

Els llums MHN-SA 2000W/956 compleixen els més estrictes requisits per a retransmissions televisives internacionals CTV (Ra = 90, Tc = 5600 K).

Hi ha versions d'arrencadors electrònics per una reencesa en calent en tots els tipus de llum, cosa que permet restablir de forma immediata la il·luminació en cas d'interrupció del subministrament elèctric.

Paràmetre	Descripció	Valor
P	Potència elèctrica	2.175,00 W
Φ	Flux lluminós làmpada	226.000,00 lm
Φ	Flux lluminós lluminària	186.022,00 lm
n	Rendiment	82,31 %
CCT	Temperatura de color correlacionada	5600 K
CRI	Índex de reproducció cromàtica	90

Taula 81. Paràmetres exposats en la fitxa del producte PHILIPS MVF403

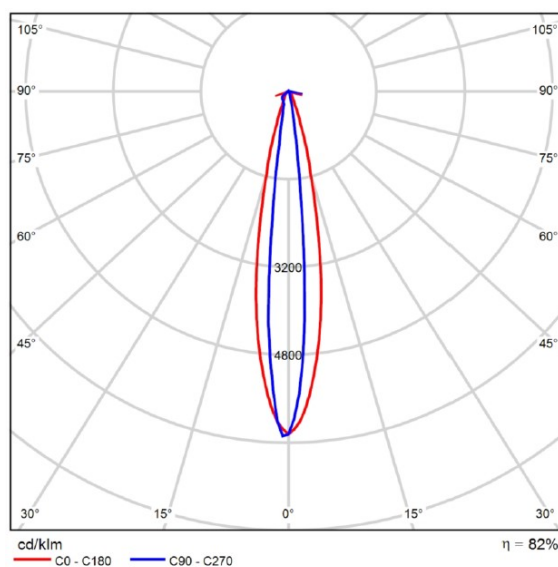


Figura 14. Diagrama polar exposat en la fitxa del producte PHILIPS MVF403

B.1.4. Pla de situació de lluminàries

La següent figura exposa la ubicació de les lluminàries en el pla de l'estadi olímpic del Terrassa:

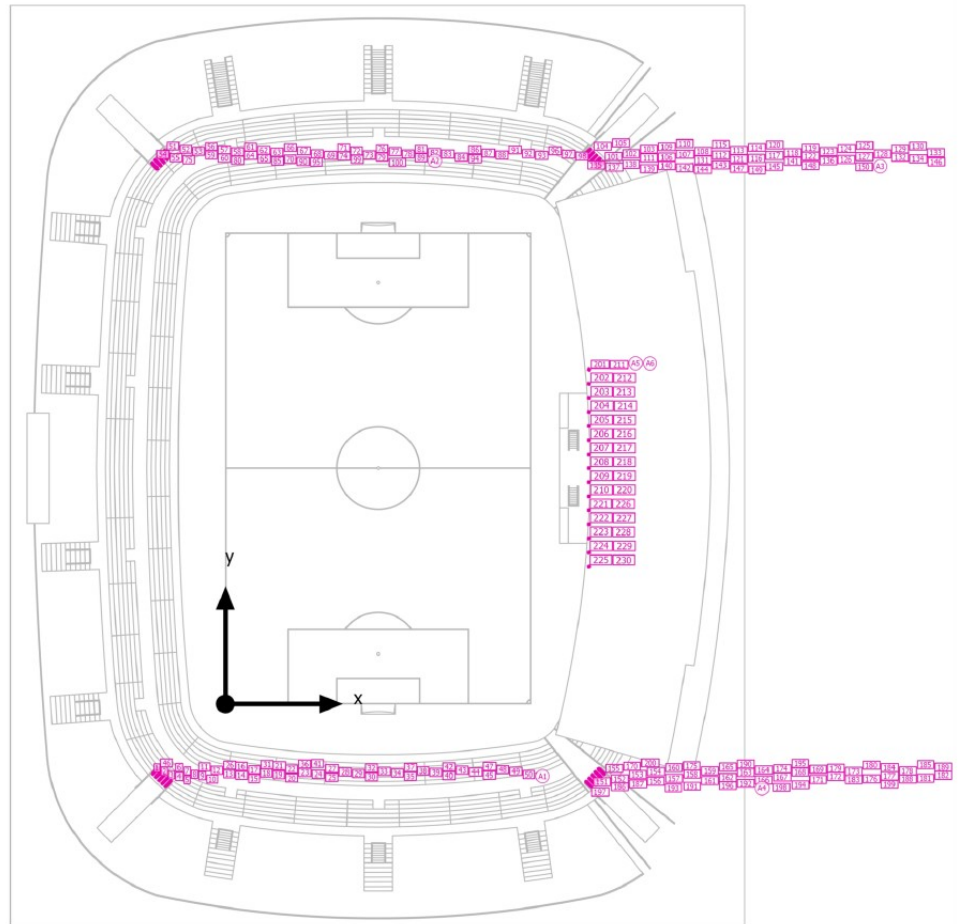


Figura 15. Pla de situació de les lluminàries

Tant la posició com l'altura de muntatge de cada lluminària es pot trobar a la següent taula:

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
A1	1	-16,432	-16,012	22,353
	2	-15,752	-16,692	22,353
	3	-15,072	-17,372	22,353
	4	-14,392	-18,052	22,353
	5	-13,712	-18,732	22,353

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	6	-16,306	-15,885	22,924
	7	-15,625	-16,565	22,924
	8	-14,945	-17,245	22,924
	9	-14,265	-17,925	22,924
	10	-13,585	-18,605	22,924
	11	-16,178	-15,758	23,530
	12	-15,498	-16,438	23,530
	13	-14,818	-17,118	23,530
	14	-14,138	-17,798	23,530
	15	-13,458	-18,478	23,530
	16	-16,051	-15,630	24,118
	17	-15,371	-16,311	24,118
	18	-14,691	-16,991	24,118
	19	-14,011	-17,671	24,118
	20	-13,330	-18,351	24,118
	21	-15,924	-15,503	24,706
	22	-15,244	-16,183	24,706
	23	-14,564	-16,864	24,706
	24	-13,883	-17,544	24,706
	25	-13,203	-18,224	24,706
	26	-15,797	-15,376	25,294
	27	-15,117	-16,056	25,294
	28	-14,436	-16,735	25,294
	29	-13,756	-17,417	25,294
	30	-13,076	-18,097	25,294
	31	-15,670	-15,249	25,882
	32	-14,989	-15,929	25,882
	33	-14,309	-16,609	25,882
	34	-13,629	-17,289	25,882
	35	-12,949	-17,970	25,882
	36	-15,542	-15,122	26,470
	37	-14,862	-15,802	26,470
	38	-14,182	-16,482	26,470
	39	-13,502	-17,162	26,470
	40	-12,822	-17,842	26,470
	41	-15,415	-14,995	27,058
	42	-14,735	-15,675	27,058
	43	-14,055	-16,355	27,058
	44	-13,375	-17,035	27,058

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	45	-12,695	-17,715	27,058
	46	-15,288	-14,868	27,647
	47	-14,608	-15,548	27,647
	48	-13,928	-16,228	27,647
	49	-13,248	-16,908	27,647
	50	-12,568	-17,588	27,647
A2	51	-13,898	125,209	22,353
	52	-14,578	124,529	22,353
	53	-15,258	123,848	22,353
	54	-15,938	123,168	22,353
	55	-16,618	122,488	22,353
	56	-13,771	125,082	22,924
	57	-14,451	124,401	22,924
	58	-15,131	123,721	22,924
	59	-15,811	123,041	22,924
	60	-16,491	122,361	22,924
	61	-13,644	124,954	23,530
	62	-14,324	124,274	23,530
	63	-15,004	123,594	23,530
	64	-15,684	122,914	23,530
	65	-16,364	122,234	23,530
	66	-13,516	124,827	24,118
	67	-14,197	124,147	24,118
	68	-14,877	123,467	24,118
	69	-15,557	122,787	24,118
	70	-16,237	122,107	24,118
	71	-13,389	124,700	24,706
	72	-14,069	124,020	24,706
	73	-14,750	123,340	24,706
	74	-15,430	122,660	24,706
	75	-16,110	121,980	24,706
	76	-13,262	124573,	25,294
	77	-13,942	123,893	25,294
	78	-14,622	123,213	25,294
	79	-15,303	122,533	25,294
	80	-15,983	121,853	25,294
	81	-13,135	124,446	25,882
	82	-13,815	123,766	25,882
	83	-14,495	123,086	25,882

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	84	-15,175	122,405	25,882
	85	-15,855	121,725	25,882
	86	-13,008	124,319	26,470
	87	-13,688	123,639	26,470
	88	-14,368	122,958	26,470
	89	-15,048	122,278	26,470
	90	-15,728	121,598	26,470
	91	-12,881	124,192	27,058
	92	-13,561	123,511	27,058
	93	-14,241	122,831	27,058
	94	-14,921	122,151	27,058
	95	-15,601	121,471	27,058
	96	-12,754	124,064	27,647
	97	-13,434	123,384	27,647
	98	-14,114	122,704	27,647
	99	-14,794	122,024	27,647
	100	-15,474	121,344	27,647
A3	101	85,247	122,768	22,353
	102	84,567	123,448	22,353
	103	83,887	124,128	22,353
	104	83,207	124,808	22,353
	105	82,527	125,488	22,353
	106	85,120	122,641	22,924
	107	84,440	123,321	22,924
	108	83,760	124,001	22,924
	109	83,080	124,681	22,924
	110	82,400	125,361	22,924
	111	84,993	122,514	23,530
	112	84,313	123,194	23,530
	113	83,633	123,874	23,530
	114	82,953	124,554	23,530
	115	82,273	125,234	23,530
	116	84,866	122,387	24,118
	117	84,186	123,067	24,118
	118	83,506	123,747	24,118
	119	82,826	124,427	24,118
	120	82,145	125,107	24,118
	121	84,739	122,259	24,706
	122	84,059	122,939	24,706

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	123	83,378	123,620	24,706
	124	82,698	124,300	24,706
	125	82,018	124,980	24,706
	126	84,612	122,132	25,294
	127	83,931	122,812	25,294
	128	83,251	123,492	25,294
	129	82,571	124,173	25,294
	130	81,891	124,853	25,294
	131	84,484	122,005	25,882
	132	83,804	122,685	25,882
	133	83,124	123,365	25,882
	134	82,444	124,045	25,882
	135	81,764	124,726	25,882
	136	84,357	121,878	26,470
	137	83,677	122,558	26,470
	138	82,997	123,238	26,470
	139	82,317	123,918	26,470
	140	81,637	124,598	26,470
	141	84,230	121,751	27,058
	142	83,550	122,431	27,058
	143	82,870	123,111	27,058
	144	82,190	123,791	27,058
	145	81,510	124,471	27,058
	146	84,103	121,624	27,647
	147	83,423	122,304	27,647
	148	82,743	122,984	27,647
	149	82,063	123,664	27,647
	150	81,383	124,344	27,647
A4	151	82,793	-18,812	22,353
	152	83,473	-18,132	22,353
	153	84,152	-17,451	22,353
	154	84,831	-16,770	22,353
	155	85,511	-16,089	22,353
	156	82,668	-18,688	22,924
	157	83,348	-18,007	22,924
	158	84,027	-17,326	22,924
	159	84,707	-16,645	22,924
	160	85,386	-15,965	22,924
	161	82,543	-18,563	23,530

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	162	83,223	-17,882	23,530
	163	83,902	-17,201	23,530
	164	84,582	-16,521	23,530
	165	85,261	-15,840	23,530
	166	82,418	-18,438	24,118
	167	83,098	-17,758	24,118
	168	83,777	-17,077	24,118
	169	84,457	-16,396	24,118
	170	85,136	-15,715	24,118
	171	82,293	-18,314	24,706
	172	83,972	-17,633	24,706
	173	83,652	-16,952	24,706
	174	84,332	-16,271	24,706
	175	85,011	-15,591	24,706
	176	82,168	-18,189	25,294
	177	82,848	-17,508	25,294
	178	83,527	-16,827	25,294
	179	84,207	-16,147	25,294
	180	84,886	-15,466	25,294
	181	82,043	-18,064	25,882
	182	82,723	-17,383	25,882
	183	83,402	-16,703	25,882
	184	84,082	-16,022	25,882
	185	84,761	-15,341	25,882
	186	81,918	-18,939	26,470
	187	82,598	-17,259	26,470
	188	83,277	-16,578	26,470
	189	83,957	-16,897	26,470
	190	84,636	-15,216	26,470
	191	81,793	-17,815	27,058
	192	82,473	-17,134	27,058
	193	83,152	-16,453	27,058
	194	83,832	-15,772	27,058
	195	84,511	-15,092	27,058
	196	81,668	-17,690	27,647
	197	82,348	-17,009	27,647
	198	83,027	-16,328	27,647
	199	83,707	-15,648	27,647
	200	84,386	-15,967	27,647

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
A5	201	82,294	75,485	19,200
	202	82,294	72,312	19,200
	203	82,294	69,139	19,200
	204	82,294	65,965	19,200
	205	82,294	62,792	19,200
	206	82,294	59,619	19,200
	207	82,294	56,445	19,200
	208	82,294	53,272	19,200
	209	82,294	50,099	19,200
	210	82,294	46,925	19,200
	211	82,294	75,439	19,200
	212	82,294	72,272	19,200
	213	82,294	69,105	19,200
	214	82,294	65,939	19,200
	215	82,294	62,772	19,200
A6	216	82,294	59,605	19,200
	217	82,294	56,439	19,200
	218	82,294	53,272	19,200
	219	82,294	50,105	19,200
	220	82,294	46,939	19,200
	221	82,294	43,773	19,200
	222	82,294	40,605	19,200
	223	82,294	37,439	19,200
	224	82,294	34,272	19,200
	225	82,294	31,105	19,200
	226	82,294	43,752	19,200
	227	82,294	40,579	19,200
	228	82,294	37,405	19,200
	229	82,294	34,232	19,200
	230	82,294	31,059	19,200

Taula 82. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

B.1.5. Objecte de càlcul

La següent figura mostra la forma i ubicació de l'objecte de càlcul, el terreny de joc, en el pla de l'estadi olímpic del Terrassa:

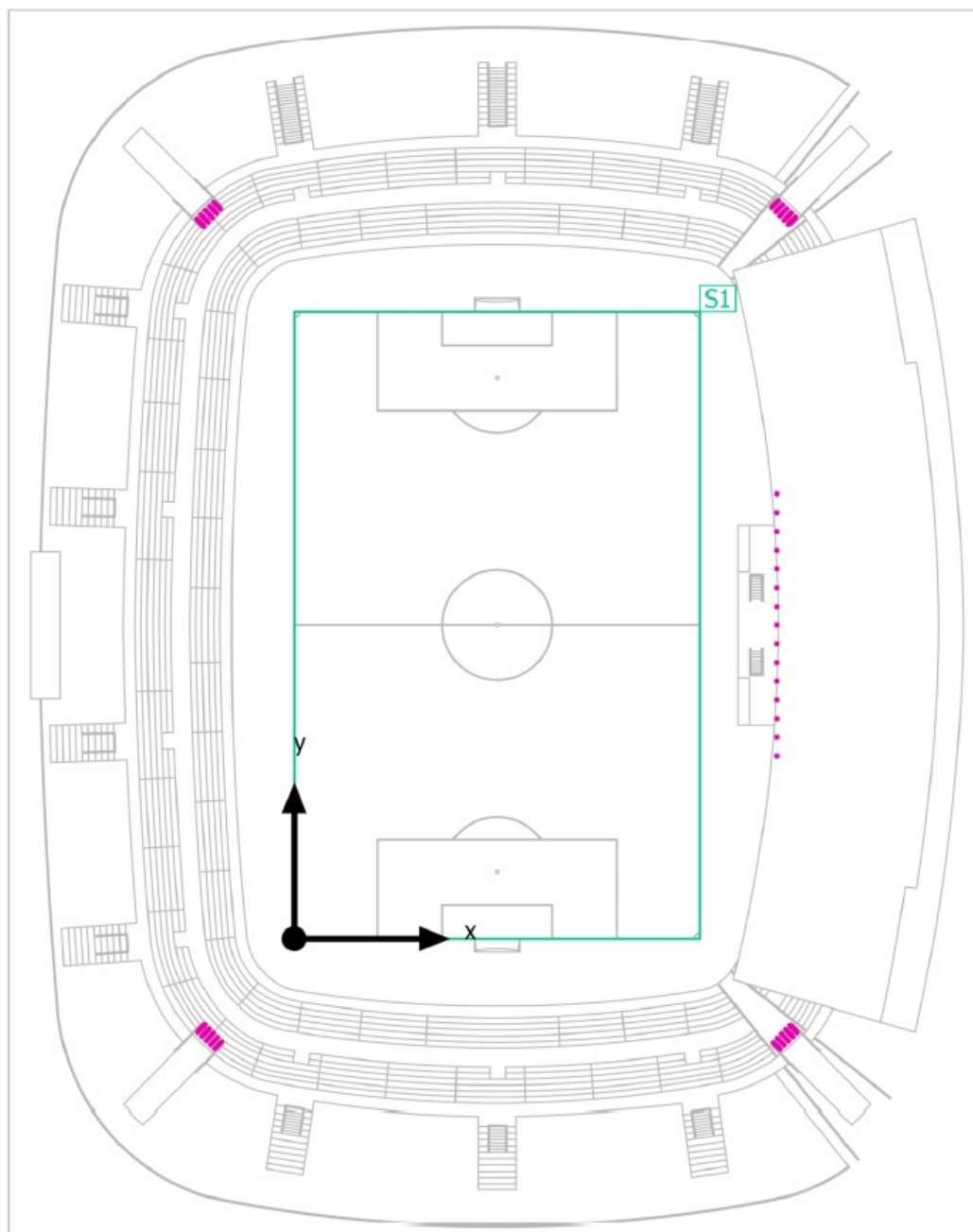


Figura 16. Representació de l'objecte de càlcul sobre el pla de l'estadi

B.1.6. Intensitat lumínica horitzontal

Referent a la intensitat lumínica horitzontal, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la superfície de càlcul S1.

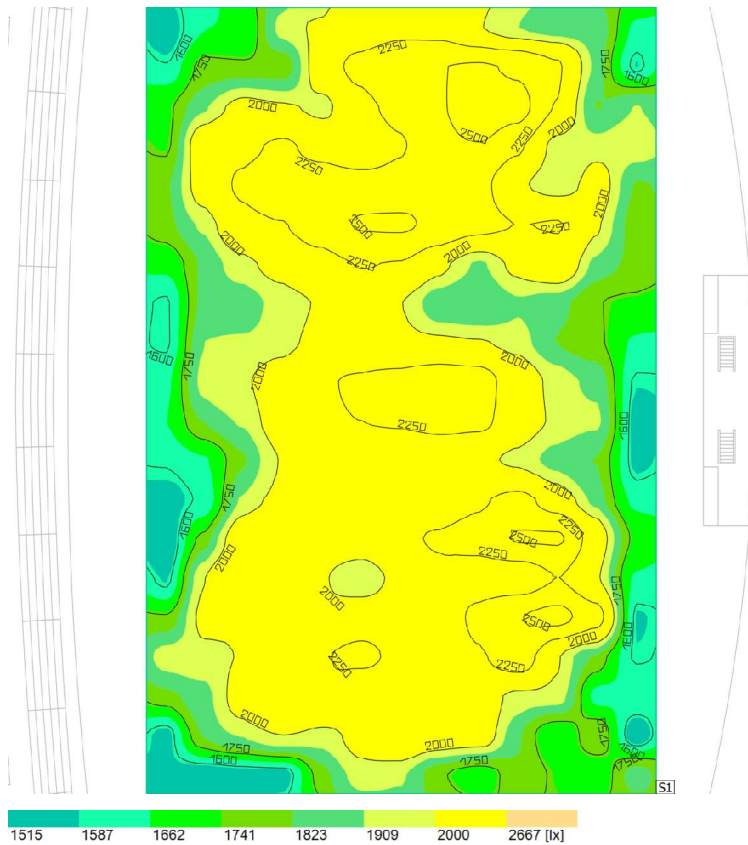


Figura 17. Corbes isolux i colors falsos associats als resultats lumínics d'intensitat lumínica horitzontal

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica horitzontal sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	2013 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1539 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	2638 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,76
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,58
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 83. Resultats lumínics d'intensitat lumínica horitzontal

B.1.7. Intensitat lumínica vertical 1

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció a les càmeres situades a 0° respecte al pla del terreny de joc, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la superfície de càlcul S1.

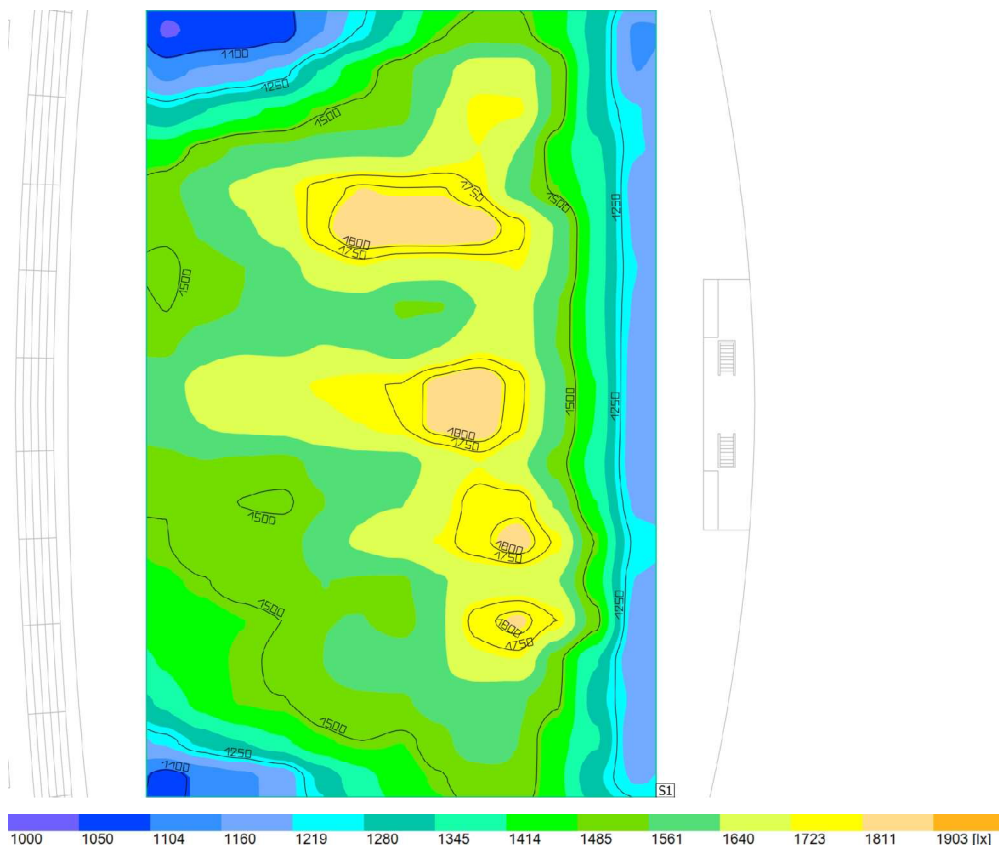


Figura 18. Corbes isolux i colors falsos associats als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 1

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 0° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
\bar{E}	Il·luminació mitjana	1526 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1044 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1880 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,68
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,56
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 84. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 1

B.1.8. Intensitat lumínica vertical 2

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció a les càmeres situades a 55° respecte al pla del terreny de joc, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la superfície de càlcul S1.

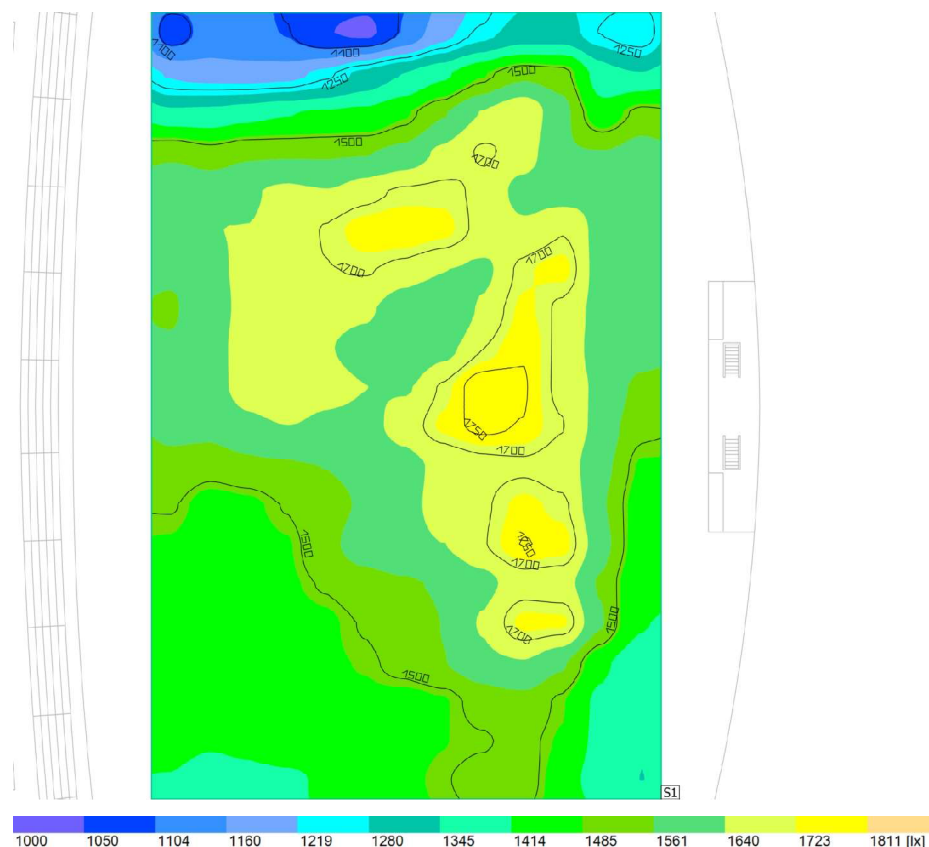


Figura 19. Corbes isolux i colors falsos associats als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 2

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 55° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
\bar{E}	Il·luminació mitjana	1538 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1039 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1777 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,68
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,58
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 85. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 2

B.1.9. Intensitat lumínica vertical 3

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 90°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

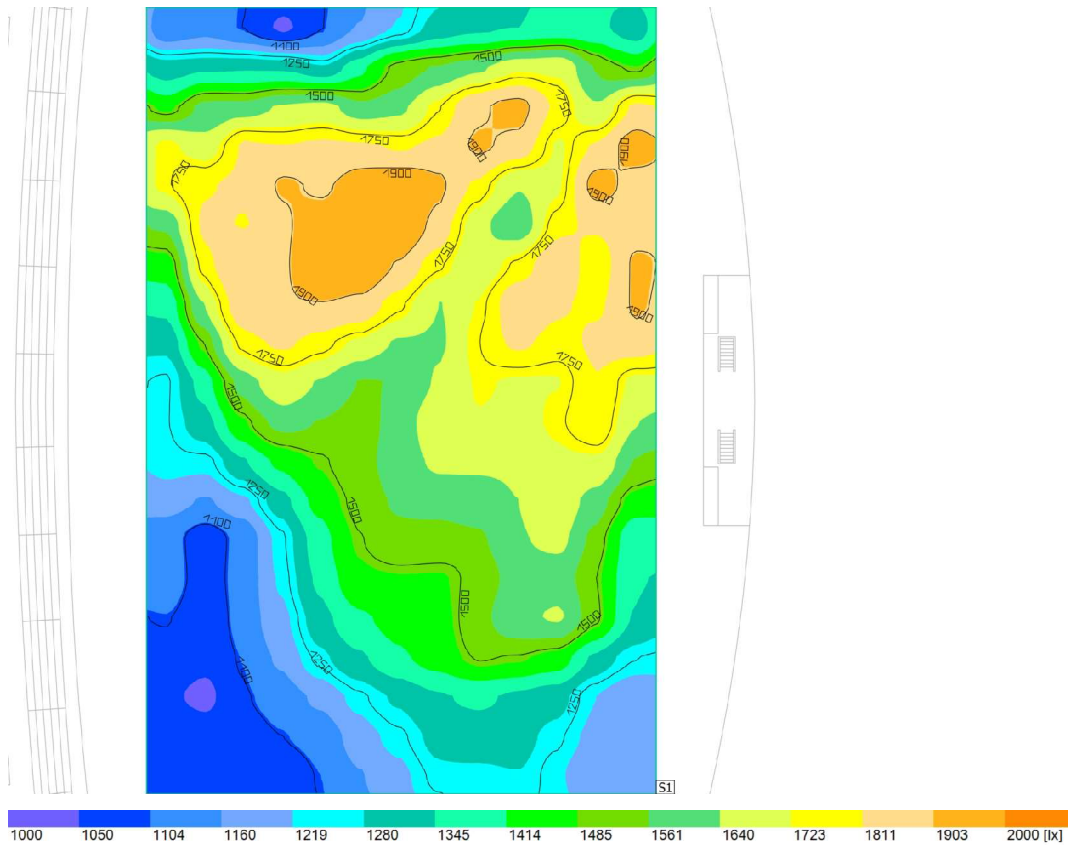


Figura 20. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 3

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 90° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	1517 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1041 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1976 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,69
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,53
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 86. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 3

B.1.10. Intensitat lumínica vertical 4

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 150°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

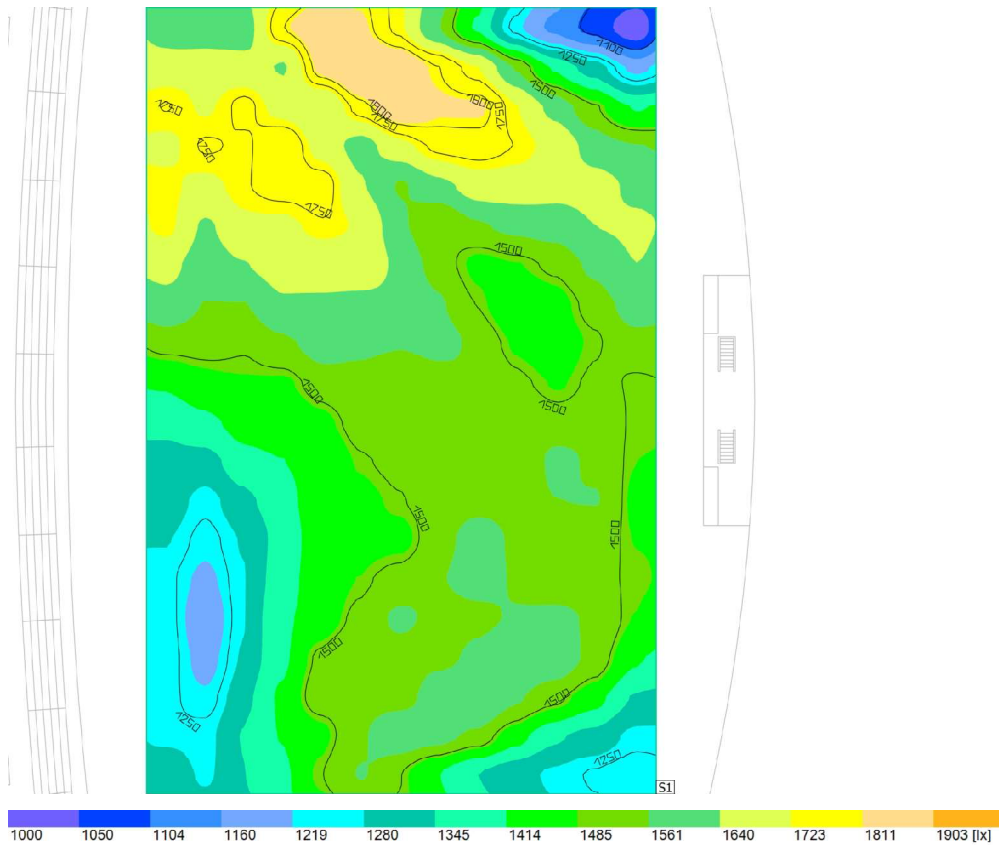


Figura 21. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 4

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 150° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	1525 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1015 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1894 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,67
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,54
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 87. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 4

B.1.11. Intensitat lumínica vertical 5

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 180°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

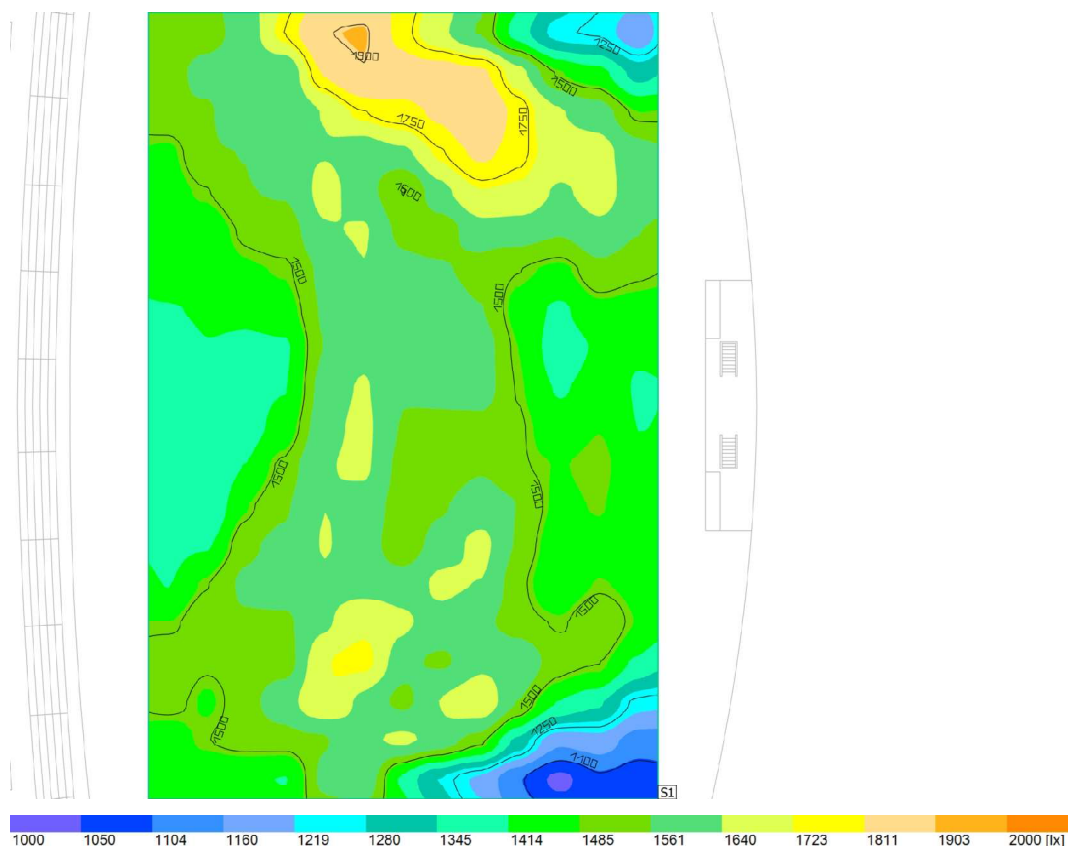


Figura 22. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 5

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 180° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
\bar{E}	Il·luminació mitjana	1532 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1037 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1906 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,68
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,54
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 88. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 5

B.1.12. Intensitat lumínica vertical 6

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 210°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

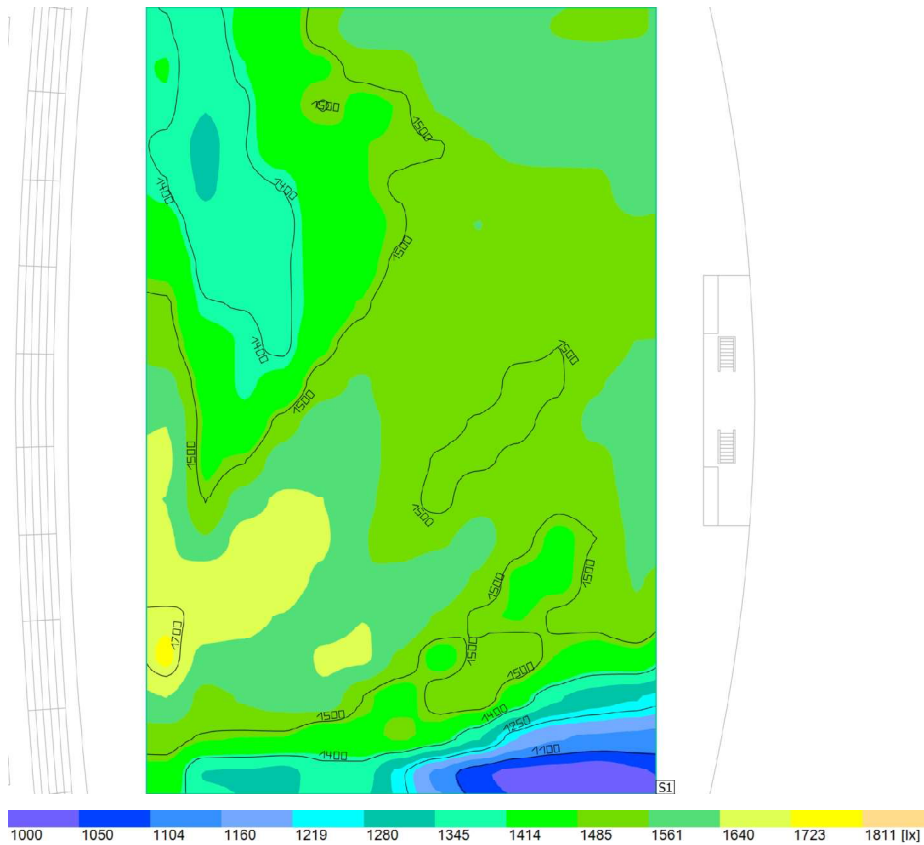


Figura 23. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 6

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 210° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	1502 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1012 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1735 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,67
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,58
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 89. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 6

B.1.13. Intensitat lumínica vertical 7

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 270°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

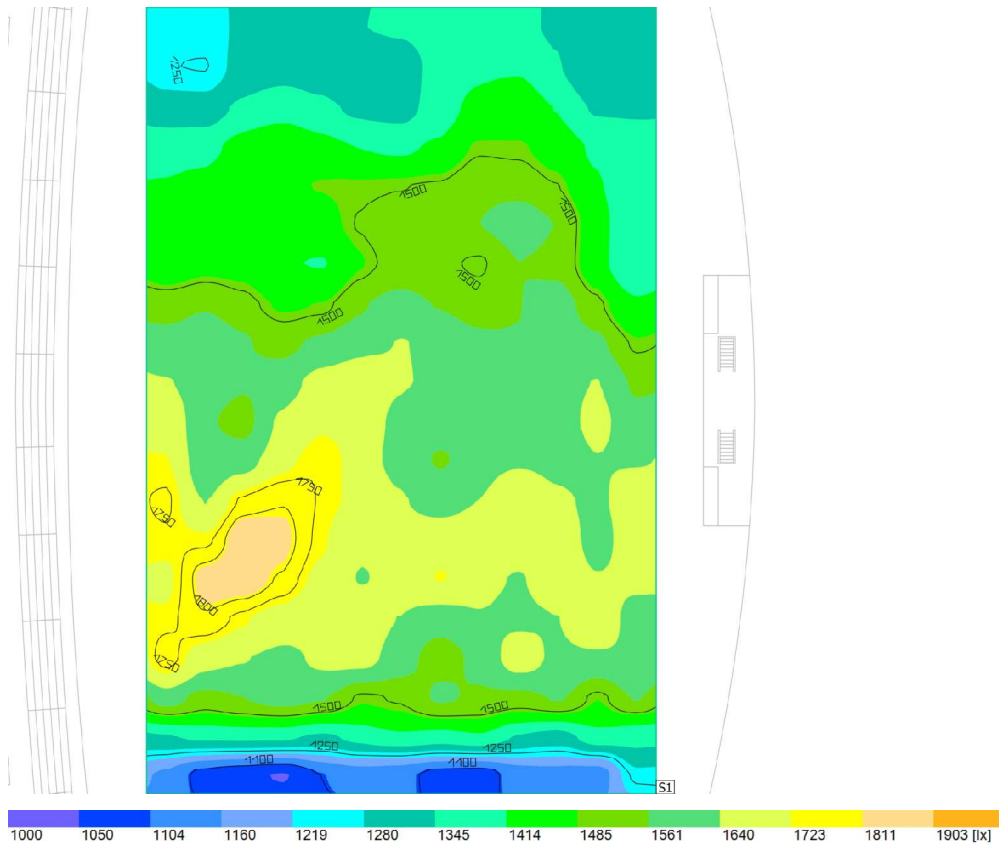


Figura 24. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 7

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 270° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	1516 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1047 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1860 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,69
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,56
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 90. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 7

B.1.14. Intensitat lumínica vertical 8

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 305°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

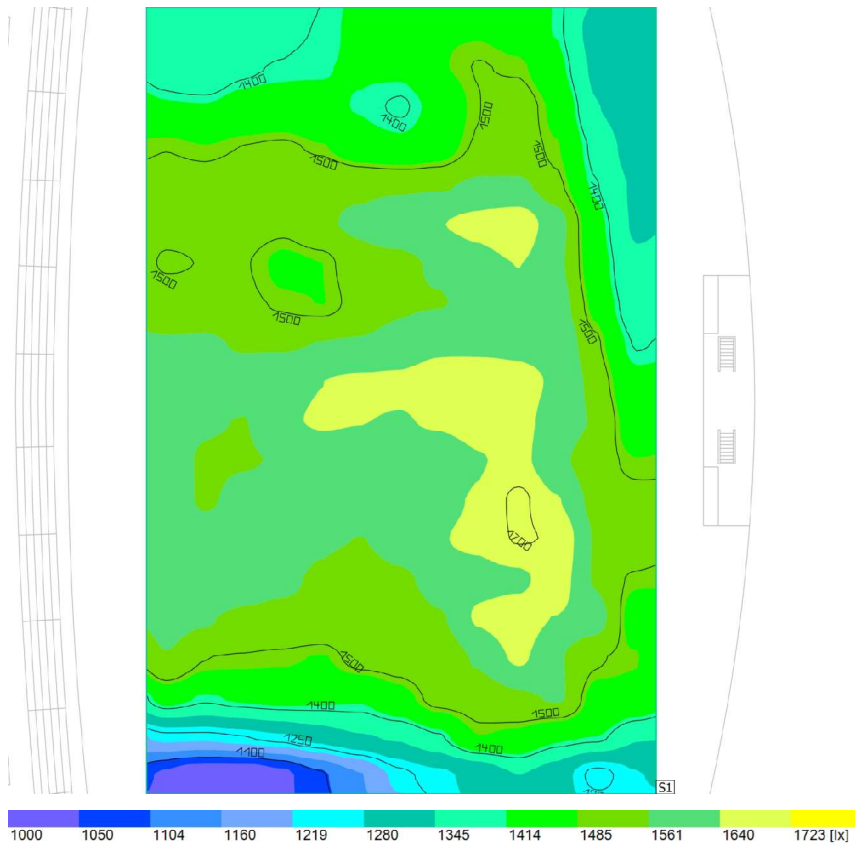


Figura 25. Corbes isolux i colors falsos referents als resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 8

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 305° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
Ē	Il·luminació mitjana	1503 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	1001 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1712 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,67
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,58
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 91. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 8

B.2. Il·luminació d'emergència del terreny de joc per a la retransmissió televisiva

Per tal d'obtenir una previsió de la il·luminació exposada al terreny de joc en condicions d'enllumenat d'emergència, es realitza una simulació amb la meitat de les lluminàries projectades, de la qual es mostren els resultats en el present apartat. Els resultats que s'obtenen també serviran per dimensionar la càrrega elèctrica que comporten les lluminàries necessàries.

B.2.1. Observacions preliminars

Els valors nominals mostrats en aquest informe són el resultat de càlculs exactes, basats en lluminàries col·locades amb precisió, amb una relació fixa entre ells i amb l'àrea en qüestió. A la pràctica, els valors poden variar a causa de toleràncies en lluminàries, posició de les lluminàries, propietats reflectives i subministrament elèctric.

B.2.2. Llista de lluminàries

A la següent taula es mostren les lluminàries utilitzades per l'estudi lumínic:

Unitats	Fabricant	Nombre de l'article	Potència (W)	Flux lluminós (lm)	Rendiment lumínic (lm/W)
115	PHILIPS	MVF403 1xMHN- SAH2000W/400V/956 A4	2.175,00	186.022,00	85,53

Taula 92. Llista de lluminàries

B.2.3. Fitxa del producte

ArenaVision MVF403 és un projector dissenyat per a l'enllumenat esportiu als més alts nivells de competició. Ofereix un gran flux lumínic, una gran eficiència òptica, una instal·lació senzilla i una gran fiabilitat i flexibilitat. Resulta idoni per a zones esportives d'interior i per moltes instal·lacions esportives d'exterior, a més d'altres aplicacions d'il·luminació.

El sistema integrat d'òptiques rotacionals i els llums compactes de doble terminal MHN-SA 2000W garanteix una eficiència del sistema sense precedents i un baix enlluernament. El

paralumen integrat al reflector permet un major aprofitament del flux emès pel llum i redueix encara més l'enlluernament.

Els llums MHN-SA 2000W/956 compleixen els més estrictes requisits per a retransmissions televisives internacionals CTV ($R_a = 90$, $T_c = 5600$ K).

Hi ha versions d'arrencadors electrònics per una reencesa en calent en tots els tipus de llum, cosa que permet restablir de forma immediata la il·luminació en cas d'interrupció del subministrament elèctric.

Paràmetre	Descripció	Valor
P	Potència elèctrica	2.175,00 W
Φ	Flux lluminós làmpada	226.000,00 lm
Φ	Flux lluminós lluminària	186.022,00 lm
n	Rendiment	82,31 %
CCT	Temperatura de color correlacionada	5600 K
CRI	Índex de reproducció cromàtica	90

Taula 93. Paràmetres exposats en la fitxa del producte PHILIPS MVF403

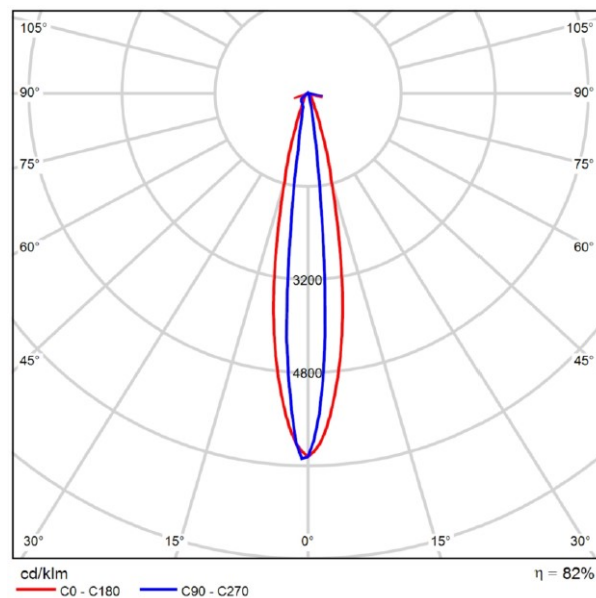


Figura 26. Diagrama polar exposat en la fitxa del producte PHILIPS MVF403

B.2.4. Pla de situació de lluminàries

La següent figura exposa la ubicació de les lluminàries en el pla de l'estadi olímpic del Terrassa:

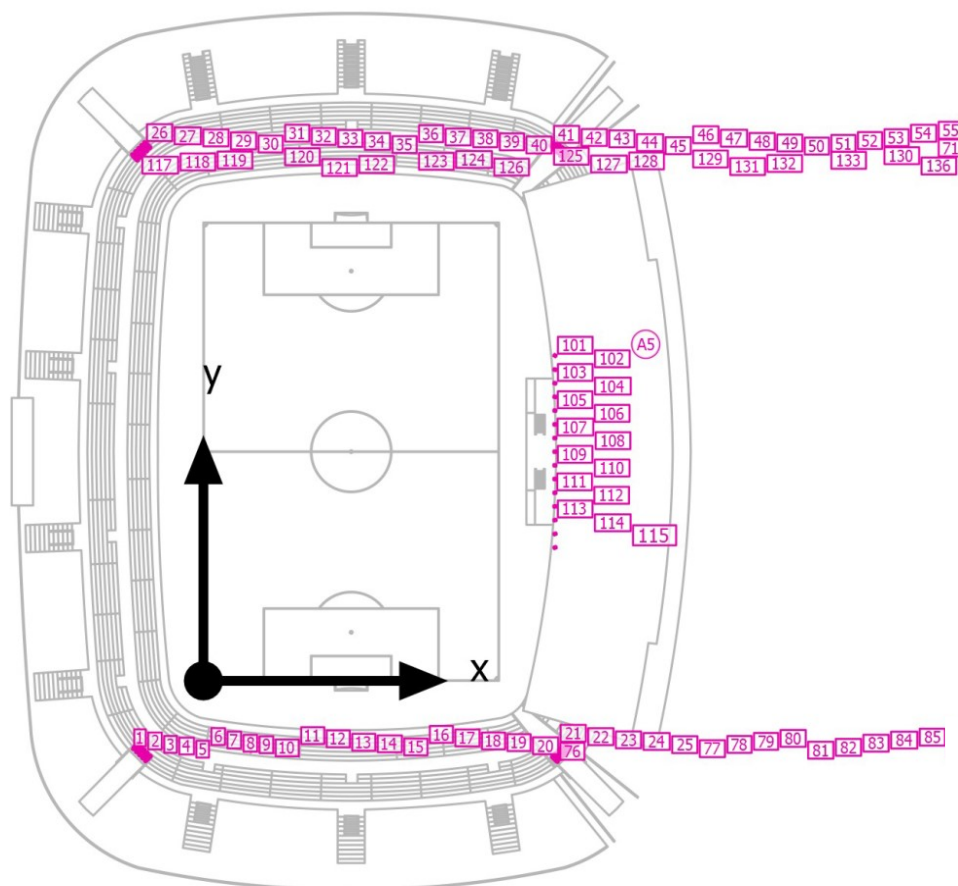


Figura 27. Pla de situació de les lluminàries

Tant la posició com l'altura de muntatge de cada lluminària es pot trobar a la següent taula:

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
A1	1	-16,432	-16,012	22,353
	2	-15,752	-16,692	22,353
	3	-15,072	-17,372	22,353
	4	-14,392	-18,052	22,353
	5	-13,712	-18,732	22,353

Taula 94. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	6	-16,306	-15,885	22,924
	7	-15,625	-16,565	22,924
	8	-14,945	-17,245	22,924
	9	-14,265	-17,925	22,924
	10	-13,585	-18,605	22,924
	11	-16,178	-15,758	23,530
	12	-15,498	-16,438	23,530
	13	-14,818	-17,118	23,530
	14	-14,138	-17,798	23,530
	15	-13,458	-18,478	23,530
	16	-16,051	-15,630	24,118
	17	-15,371	-16,311	24,118
	18	-14,691	-16,991	24,118
	19	-14,011	-17,671	24,118
	20	-13,330	-18,351	24,118
	21	-15,924	-15,503	24,706
	22	-15,244	-16,183	24,706
	23	-14,564	-16,864	24,706
	24	-13,883	-17,544	24,706
	25	-13,203	-18,224	24,706
A2	26	-13,898	125,209	22,353
	27	-14,578	124,529	22,353
	28	-15,258	123,848	22,353
	29	-15,938	123,168	22,353
	30	-16,618	122,488	22,353
	31	-13,771	125,082	22,924
	32	-14,451	124,401	22,924
	33	-15,131	123,721	22,924
	34	-15,811	123,041	22,924
	35	-16,491	122,361	22,924
	36	-13,644	124,954	23,530
	37	-14,324	124,274	23,530
	38	-15,004	123,594	23,530
	39	-15,684	122,914	23,530
	40	-16,364	122,234	23,530
	41	-13,516	124,827	24,118
	42	-14,197	124,147	24,118
	43	-14,877	123,467	24,118
	44	-15,557	122,787	24,118

Taula 94. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	45	-16,237	122,107	24,118
	46	-13,389	124,700	24,706
	47	-14,069	124,020	24,706
	48	-14,750	123,340	24,706
	49	-15,430	122,660	24,706
	50	-16,110	121,980	24,706
A3	51	85,247	122,768	22,353
	52	84,567	123,448	22,353
	53	83,887	124,128	22,353
	54	83,207	124,808	22,353
	55	82,527	125,488	22,353
	56	85,120	122,641	22,924
	57	84,440	123,321	22,924
	58	83,760	124,001	22,924
	59	83,080	124,681	22,924
	60	82,400	125,361	22,924
	61	84,993	122,514	23,530
	62	84,313	123,194	23,530
	63	83,633	123,874	23,530
	64	82,953	124,554	23,530
	65	82,273	125,234	23,530
	66	84,866	122,387	24,118
	67	84,186	123,067	24,118
	68	83,506	123,747	24,118
	69	82,826	124,427	24,118
	70	82,145	125,107	24,118
	71	84,739	122,259	24,706
	72	84,059	122,939	24,706
	73	83,378	123,620	24,706
	74	82,698	124,300	24,706
	75	82,018	124,980	24,706
A4	76	82,793	-18,812	22,353
	77	83,473	-18,132	22,353
	78	84,152	-17,451	22,353
	79	84,831	-16,770	22,353
	80	85,511	-16,089	22,353
	81	82,668	-18,688	22,924
	82	83,348	-18,007	22,924
	83	84,027	-17,326	22,924

Taula 94. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

Conjunt	Lluminària	Posició X (m)	Posició Y (m)	Altura de muntatge (m)
	84	84,707	-16,645	22,924
	85	85,386	-15,965	22,924
	86	82,543	-18,563	23,530
	87	83,223	-17,882	23,530
	88	83,902	-17,201	23,530
	89	84,582	-16,521	23,530
	90	85,261	-15,840	23,530
	91	82,418	-18,438	24,118
	92	83,098	-17,758	24,118
	93	83,777	-17,077	24,118
	94	84,457	-16,396	24,118
	95	85,136	-15,715	24,118
	96	82,293	-18,314	24,706
	97	83,972	-17,633	24,706
	98	83,652	-16,952	24,706
	99	84,332	-16,271	24,706
	100	85,011	-15,591	24,706
A5	101	82,294	75,485	19,200
	102	82,294	72,312	19,200
	103	82,294	69,139	19,200
	104	82,294	65,965	19,200
	105	82,294	62,792	19,200
	106	82,294	59,619	19,200
	107	82,294	56,445	19,200
	108	82,294	53,272	19,200
	109	82,294	50,099	19,200
	110	82,294	46,925	19,200
	111	82,294	75,439	19,200
	112	82,294	72,272	19,200
	113	82,294	69,105	19,200
	114	82,294	65,939	19,200
	115	82,294	62,772	19,200

Taula 94. Posició i altura de muntatge de les lluminàries projectades

B.2.5. Objecte de càlcul

La següent figura mostra la forma i ubicació de l'objecte de càlcul, el terreny de joc, en el pla de l'estadi olímpic del Terrassa:

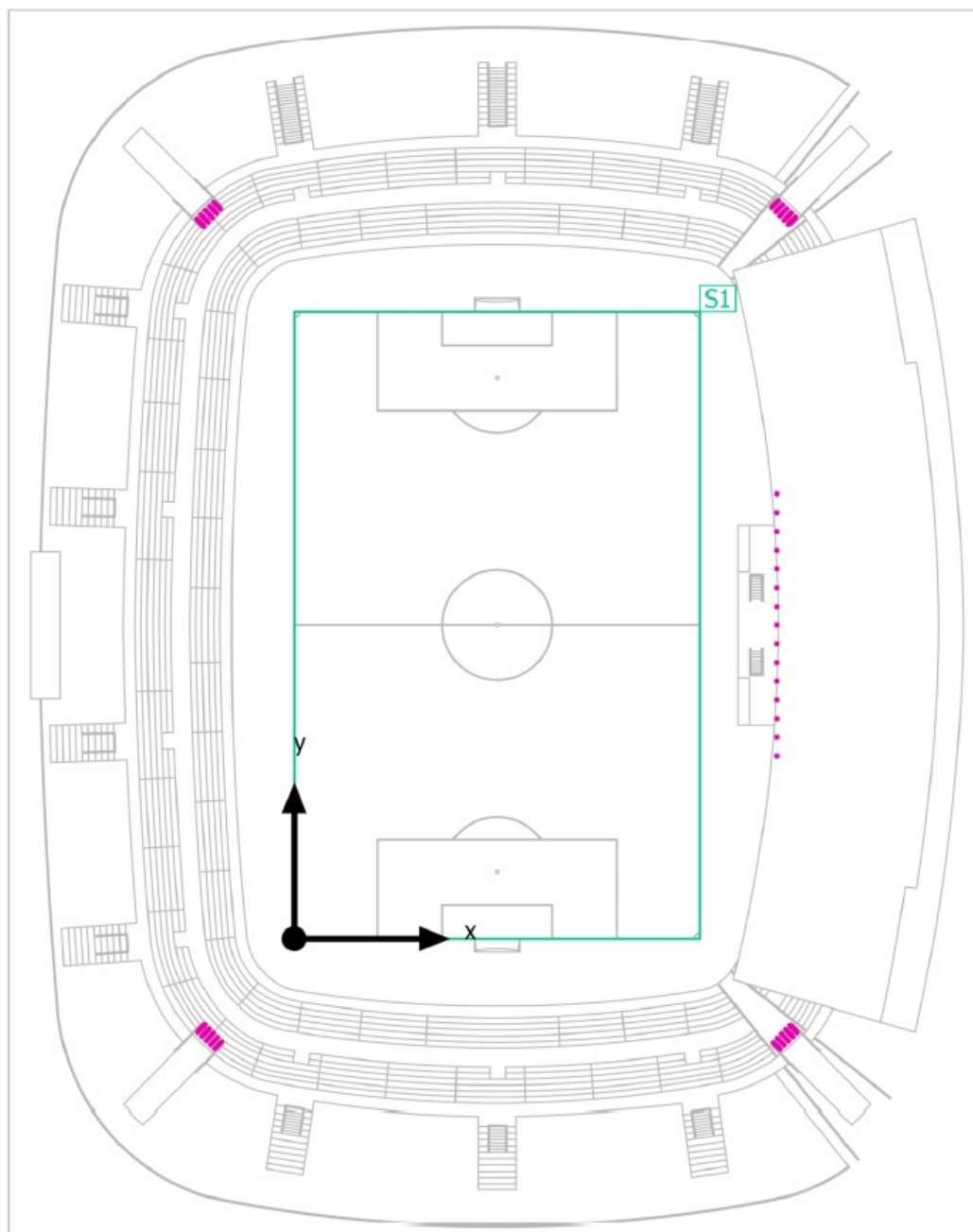


Figura 28. Representació de l'objecte de càlcul sobre el pla de l'estadi

B.2.6. Intensitat lumínica vertical 1

Referent a la intensitat lumínica vertical en direcció als 180°, en la següent figura es mostren els colors falsos i corbes isolux sobre la vista en planta de la superfície de càlcul S1.

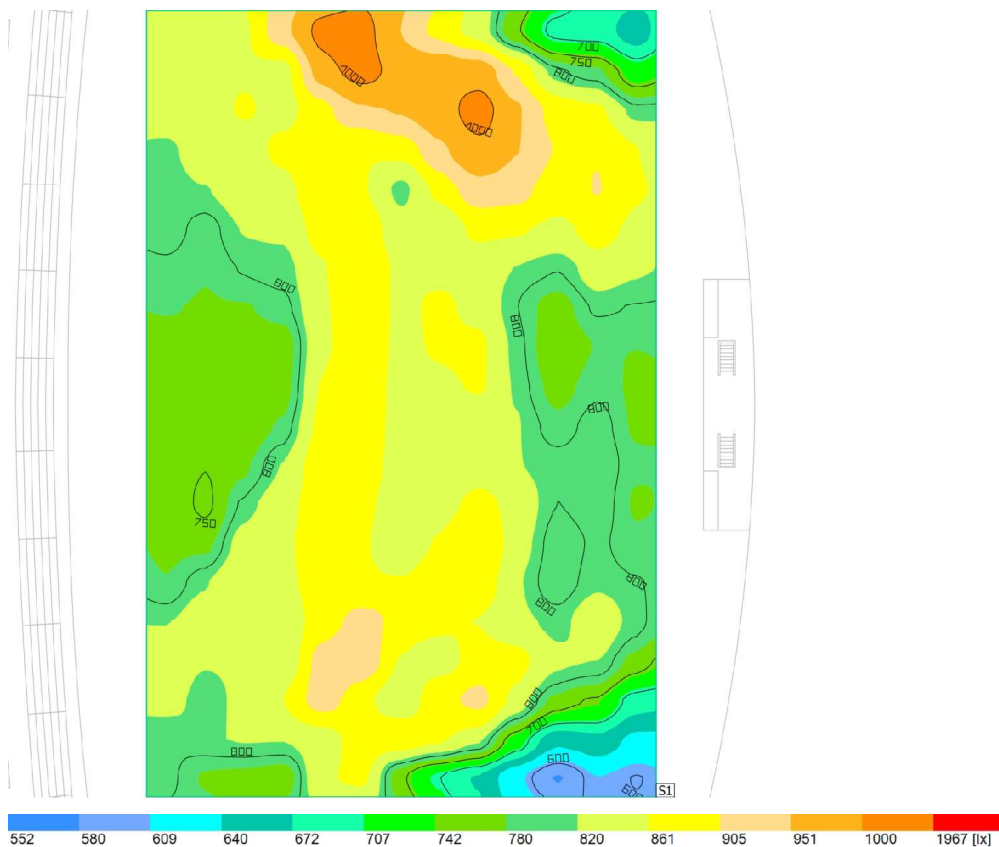


Figura 29. Colors falsos i corbes isolux referents a la intensitat lumínica horitzontal

Els resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical en direcció als 180° sobre la superfície de càlcul S1 es mostren a la següent taula:

Propietats	Descripció	Valor
\bar{E}	Il·luminació mitjana	833 lx
E.mín.	Il·luminació mínima	578 lx
E.màx.	Il·luminació màxima	1017 lx
G1	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana	0,69
G2	Quocient entre la il·luminació mínima i la il·luminació màxima	0,57
SC	Superfície de càlcul	S1

Taula 95. Resultats lumínics d'intensitat lumínica vertical 1