

Treball Final de Grau

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

Document:
Memòria

Autor:
Joan Guasch Riera

Director:
Santiago Bogarra Rodríguez

Titulació:
Grau en Enginyeria de les Tecnologies Industrials

Convocàtoria:
Primavera

Abstract

L'objectiu d'aquest projecte és el càlcul i la distribució física de la instal·lació elèctrica i la instal·lació de plaques solars per tal de modernitzar les infraestructures del pavelló esportiu Sa Blanca Dona, situat en el carrer de Raspallar, S 15, de la ciutat d'Eivissa de les Illes Balears.

El pavelló està format per un aparcament, amb vuit places de recàrrega per a vehicles elèctrics, una cafeteria, la pista esportiva interior, un magatzem, una sala de màquines, quatre vestuaris de jugadors, dos vestuaris d'àrbitres, una sala de gimnasia, una sala de musculació i una sala de conferències. Per aquest pavelló només es canviarà l'instal·lació elèctrica a partir del comptador, és a dir, el primer canvi serà la derivació individual del pavelló i també es contruirà una planta solar per reduir el subministrament d'energia provinent de la xarxa elèctrica. A més, s'instal·laran bateries, que es carregen amb les plaques solars, per fer front al subministrament d'energia en cas d'emergència. Aquesta nova instal·lació elèctrica i la planta solar són la resposta a la necessitat que té el pavelló per adaptar-se a les noves necessitats que demanen els usuaris del pavelló esportiu i fer una infraestructura més eficient energèticament i sostenible per tal de reduir les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera.

En el present projecte s'inclouran tots els càlculs per determinar les característiques de la instal·lació elèctrica i la instal·lació fotovoltaica, l'impacte medi ambiental que tindrà la planta solar, el cost total que tindrà la modernització de les infraestructures i l'amortització de la instal·lació fotovoltaica, la disposició física de la nova instal·lació, que es pot observar en els plànols, i un plec de condicions tècniques, que ens determinaran les característiques tècniques de cada un dels elements que conformen les noves instal·lacions del pavelló esportiu.

Abstract

The aim of this project is the calculation and the physical display of the electrical installation and the installation of solar panels in order to update the Sa Blanca Dona sports hall's infrastructure, located in Raspallar street, S 15, the city of Eivissa, Balearic Islands.

The sports hall has a car park, where there are eight electrical vehicles charging spots, a cafeteria, an indoor sport court, a warehouse, a machine room, four locker rooms for the players, two locker rooms for the referees, a gymnastics room, a gym room and a conference room. The changes for this sports hall starts in the electric meter, the first modification will be the individual diversion. There will be an installation of a solar plant, in order to reduce the energy from the electrical supply system. Moreover, we will install batteries, which are charged through the solar panels, to get energy from them in an emergency case. These new electrical and solar installations are the reaction to the new needs of the users of the sports hall and making a more energy efficient infrastructure and reducing the greenhouse emissions to the atmosphere.

This project contains all the calculations to define the main characteristics of the electrical and photovoltaic installation, the environmental impact of the solar plant, the total cost of this sports hall renewal and the solar plant's amortization, the physical display of the new installations, which can be seen in the sketches, and technicals sheets, which indicates the technical characteristics of every element of the installation should have.

Índex

Abstract	Pàgina	I
Índex	Pàgina	II
Índex de taules	Pàgina	IV
Índex de gràfiques	Pàgina	V
Índex d'imatges	Pàgina	V
1. Introducció	Pàgina	1
1.1 Objecte	Pàgina	1
1.2 Abast	Pàgina	1
1.3 Requeriments	Pàgina	2
1.4 Justificació	Pàgina	2
2. Desenvolupament	Pàgina	3
2.1 Estat de l'art	Pàgina	3
2.2 Metodologia	Pàgina	5
2.3 Plantejament i decisió sobre diferents solucions	Pàgina	6
2.3.1 Problemàtica inicial	Pàgina	6
2.3.2 Localització	Pàgina	6
2.3.3 Característiques bàsiques del pavelló esportiu	Pàgina	6
2.3.4 Potències previstes de la instal·lació	Pàgina	8
2.3.5 Decisió dels treballs a realitzar	Pàgina	12
2.4 Desenvolupament de la solució escollida	Pàgina	13
2.4.1 Centralització de contadors	Pàgina	13
2.4.2 Derivació individual	Pàgina	13
2.4.3 Instal·lació del quadre general elèctric	Pàgina	14
2.4.4 Instal·lació de subquadres elèctrics	Pàgina	16
2.4.4.1 Cafeteria	Pàgina	16
2.4.4.2 Sala de conferències	Pàgina	17
2.4.4.3 Sala de gimnasia	Pàgina	17
2.4.4.4 Sala de musculació	Pàgina	18

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

2.4.4.5 Vestuaris jugadors	Pàgina	19
2.4.4.6 Vestuaris àrbitres	Pàgina	20
2.4.5 Recàrrega de vehicles elèctrics	Pàgina	21
2.4.6 Possada a terra	Pàgina	22
2.4.7 Protecció contra sobretensions i sobrecàrregues	Pàgina	22
2.4.8 Instal·lació de plaques fotovoltaïques	Pàgina	23
2.4.9 Documentació, posada en servei i verificació	Pàgina	28
3. Resum de resultats	Pàgina	29
3.1 Pressupost	Pàgina	29
3.2 Conclusions i recomanacions de continuació del treball	Pàgina	30
3.3 Normativa aplicada	Pàgina	30
3.4 Relació de referències bibliogràfiques	Pàgina	31
Annex I: Càlculs justificatius		
Annex II: Pressupost		
Annex III: Plànols		
Annex IV: Plec de condicions tècniques		

Índex de taules

Taula 1	Superfície de les zones d'accés al públic	Pàgina 6
Taula 2	Superfície de les zones accés esportistes i manteniment	Pàgina 7
Taula 3	Llegenda utilització	Pàgina 8
Taula 4	Potències il·luminació exterior i aparcament	Pàgina 8
Taula 5	Potències vestíbul i entrada	Pàgina 9
Taula 6	Potències cafeteria	Pàgina 9
Taula 7	Potències grades	Pàgina 9
Taula 8	Potències pista	Pàgina 9
Taula 9	Potències vestuaris jugadors	Pàgina 10
Taula 10	Potències vestuaris àrbitres	Pàgina 10
Taula 11	Potències magatzem	Pàgina 10
Taula 12	Potències sala de màquines	Pàgina 11
Taula 13	Potències sala de conferències	Pàgina 11
Taula 14	Potències sala de musculació	Pàgina 11
Taula 15	Potències sala de gimnasia	Pàgina 12
Taula 16	Potències passadissos sota grades	Pàgina 12
Taula 17	Línies del quadre general	Pàgina 14
Taula 18	Característiques línies quadre general	Pàgina 15
Taula 19	Línies del subquadre de cafeteria	Pàgina 16
Taula 20	Característiques línies subquadre cafeteria	Pàgina 16
Taula 21	Línies del subquadre de sala de conferències	Pàgina 17
Taula 22	Característiques línies subquadre sala de conferències	Pàgina 17
Taula 23	Línies del subquadre de sala de gimnasia	Pàgina 17
Taula 24	Característiques línies subquadre sala de gimnasia	Pàgina 18
Taula 25	Línies del subquadre de sala de musculació	Pàgina 18
Taula 26	Característiques línies subquadre sala de musculació	Pàgina 19
Taula 27	Línies del subquadre de vestuaris de jugadors	Pàgina 19
Taula 28	Derivacions subquadres vestuaris jugadors	Pàgina 19

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

Taula	29	Característiques línies subquadre vestuaris jugadors	Pàgina	20
Taula	30	Línies del subquadre de vestuaris de àrbitres	Pàgina	20
Taula	31	Derivacions subquadres vestuaris àrbitres	Pàgina	20
Taula	32	Característiques línies subquadre vestuaris àrbitres	Pàgina	20
Taula	33	Característiques línies recàrrega de vehicles elèctrics	Pàgina	21
Taula	34	Valors de les proteccions contra sobretensions	Pàgina	22

Índex de gràfiques

Gràfica	1	Utilització del pavelló de dilluns a divendres	Pàgina	7
Gràfica	2	Utilització del pavelló els caps de setmana	Pàgina	8
Gràfica	3	Simulació de la planta solar al mes de gener	Pàgina	24
Gràfica	4	Simulació de la planta solar al mes de febrer	Pàgina	24
Gràfica	5	Simulació de la planta solar al mes de març	Pàgina	24
Gràfica	6	Simulació de la planta solar al mes d'abril	Pàgina	25
Gràfica	7	Simulació de la planta solar al mes de maig	Pàgina	25
Gràfica	8	Simulació de la planta solar al mes de juny	Pàgina	25
Gràfica	9	Simulació de la planta solar al mes de juliol	Pàgina	26
Gràfica	10	Simulació de la planta solar al mes d'agost	Pàgina	26
Gràfica	11	Simulació de la planta solar al mes de setembre	Pàgina	26
Gràfica	12	Simulació de la planta solar al mes d'octubre	Pàgina	27
Gràfica	13	Simulació de la planta solar al mes de novembre	Pàgina	27
Gràfica	14	Simulació de la planta solar al mes de desembre	Pàgina	27
Gràfica	15	Amortització de la instal·lació solar	Pàgina	29

Índex de figures

Figura	1	Funcionament d'una cèl·lula fotovoltaica	Pàgina	4
Figura	2	Centralització de comptadors existents	Pàgina	12

1. Introducció

1.1 Objecte

L'objecte d'aquest projecte és trobar una solució a la problemàtica d'un augment de potència d'un pavelló esportiu, ja que es vol adaptar als nous temps instal·lant places de recàrrega de vehicles elèctrics i instal·lar una planta de generació fotovoltaica, per tal de fer les instal·lacions més eficients energèticament.

Per aconseguir aquest objectiu s'ha optat per refer la instal·lació elèctrica del pavelló per tal de fer front a aquesta nova demanda energètica, a més com s'ha comentat anteriorment, també s'instal·larà una planta fotovoltaica amb bateries per tal d'ajudar a fer front als pics de consum de la instal·lació, i reduir el consum d'energia provinent de combustibles fòssils. En conseqüència aquest projecte inclourà tots els càlculs necessaris per fer la instal·lació elèctrica i la distribució física de tot el cablejat.

1.2 Abast

L'abast d'aquest projecte és refer tota la instal·lació elèctrica interior d'un pavelló esportiu, a partir del seu contador, a més d'instal·lar una planta fotovoltaica i places d'aparcament per a la recàrrega de vehicles elèctrics. Per arribar fins a aquest objectiu, es realitzaran les següents sèries d'activitats.

- Càlculs justificatius per a la instal·lació elèctrica.

El nou consum de potència del pavelló esportiu, no permet seguir utilitzant la instal·lació actual, per aquesta raó s'ha optat per refer la instal·lació i per tant es necessita calcular les noves característiques de la instal·lació elèctrica.

- Càlculs justificatius per a la planta fotovoltaica.

Al pavelló també s'inclourà una planta fotovoltaica per tal d'ajudar en els pics de màxim consum i per reduir el consum d'energia provinent de combustibles fòssils, per tant reduir les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera.

- Plànols de les noves instal·lacions.

A més dels esquemes unifilars dels diferents quadres elèctrics del pavelló, també s'inclourà la disposició física de tot el cablejat instal·lat i tots els elements elèctrics, a més de la planta fotovoltaica, les places d'aparcament per a la recàrrega de vehicles elèctrics i la localització del propi pavelló esportiu.

- Pressupost i plec de condicions tècniques

També s'inclourà quin cost tindrà aquest projecte en cas de ser executat i les condicions que s'hauran de complir per tal de que el projecte estigui ben executat.

Queda exclòs d'aquest projecte tota la instal·lació elèctrica anterior al contador, és a dir, el centre de transformació, l'escomesa, la caixa general de protecció i la línia general d'alimentació.

Tampoc és objecte d'aquest projecte qualsevol tipus de modificació estructural del pavelló esportiu, ja que es considera que la estructura no necessita cap tipus de canvi.

1.3 Requeriments

Les especificacions bàsiques i les restriccions que haurà de fer front aquest projecte són les següents:

- Instal·lació de places d'aparcament per a la recàrrega de vehicles elèctrics.

El principal motiu de l'augment de potència és la instal·lació de 8 places de recàrrega ràpida (1 hora i 15 minuts) de vehicles elèctrics, fet que provoca un gran augment de la demanda energètica i que s'ha de solucionar.

- Planta fotovoltaica.

Per tal de modernitzar les instal·lacions i adaptar-les als nous temps, s'ha optat per instal·lar una planta fotovoltaica amb bateries per reduir el consum d'energia provinent de combustibles fòssils.

- Compliment del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

La nova instal·lació elèctrica del pavelló esportiu haurà de complir totes les normatives exposades en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, ja que de no fer-ho aquesta instal·lació podria suposar un perill per als usuaris finals.

- No modificació dels elements estructurals existents.

La nova instal·lació elèctrica del pavelló esportiu s'haurà d'adaptar als elements estructurals que hi ha, ja que no presenten cap motiu per haver de canviar-los, i es vol reduir el cost de les modificacions al mínim possible. Ja que el problema principal és que la instal·lació elèctrica actual no podria suportar l'augment de potència que es vol realitzar.

- Programari disponible.

El programari que s'utilitzarà per realitzar tota la documentació del treball i els càlculs necessaris, és el programari proporcionat per Windows Microsoft Office. A més de l'Autocad per a la realització dels plànols. També es poden arribar a utilitzar software d'edició d'imatges si fos necessari.

1.4 Justificació

Aquest projecte fa front a la necessitat sorgida deguda a les intencions d'instal·lar places de recàrrega de vehicles elèctrics a un pavelló esportiu ja existent, fet que provoca un gran augment en la demanda energètica del pavelló, i que la instal·lació elèctrica existent no podria garantir la seguretat i el correcte funcionament, degut a que no es va preveure un augment tant significatiu en el consum del complex esportiu.

Degut a que la instal·lació elèctrica ja existent no seria capaç de suportar l'augment de potència que suposa la instal·lació d'aquestes places de recàrrega de vehicles elèctrics, s'ha optat per refer tota la instal·lació elèctrica interior del complex esportiu a partir de la centralització de contadors, és a dir, la primera modificació serà la derivació individual.

Com s'hauran de realitzar canvis en les instal·lacions, també s'ha optat per adaptar el pavelló als nous temps incorporant una planta de generació elèctrica fotovoltaica amb bateries per tal de reduir els consum d'energia provinent de la xarxa elèctrica, i per tant reduir les emissions de gasos contaminants. Fent d'aquest complex esportiu unes instal·lacions més eficients energèticament i més sostenibles.

2. Desenvolupament

2.1 Estat de l'art

Els primers indicis de la electricitat es remonten fins l'antic Egipte i l'antiga Grècia, on ja varen experimentar amb les descàrregues provocades per els peixos elèctrics, i descobriren els materials conductors. Però no va ser fins el segle XVI, concretament William Gilbert, qui va començar amb l'estudi dels materials conductors i aïllants, i va crear el primer electroscopi^[1], aparell que s'utilitza per saber si un cos està carregat elèctricament o no.

Ja entrats al segle XVIII, Alessandro Volta va fer diversos estudis sobre la corrent contínua, i va inventar la pila elèctrica^[2]. Per altra banda, Charles-Augustin de Coulomb va determinar el comportament de les interaccions de diferents càrregues elèctriques, conegut com les lleis de Coulomb^[3].

En el segle XIX, Michael Faraday va realitzar diversos estudis sobre el electromagnetisme, que varen culminar en la creació del primer motor elèctric, la gàbia de Faraday i les lleis de Faraday d'inducció electromagnètica^[4]. Durant el mateix segle, George Simon Ohm va determinar la relació que existeix entre la tensió, la intensitat i la resistència elèctrica, equació que es coneix com la llei d'Ohm^[5]. També durant el segle XIX, James Prescott Joule va determinar la relació entre l'energia elèctrica que passa a través d'una resistència i la calor que disipa aquesta resistència^[6].

Tots aquests descobriments i lleis varen acabar desembocant en nous invents a finals del segle XIX i principis del XX en la creació d'elements elèctrics com ara el disjuntor, creat per Thomas Edison el 1879, l'interruptor diferencial, el magnetotèrmic entre d'altres elements de seguretat de les instal·lacions elèctriques.

Tots aquests invents varen augmentar el nivell i la qualitat de vida de les persones, però aquests elements, i les pròpies instal·lacions elèctriques necessitaven un reglament per determinar unes normes per assegurar-se la seguretat dels usuaris. Aquesta normativa a l'estat espanyol es denomina Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, on la primera versió va ser publicada pel govern l'any 1973. Aquest reglament va ser substituït pel reglament del 2002, que és el que està actualment vigent, on es varen incorporar noves normatives i instruccions tècniques complementàries (ITC). L'última ITC afegida és la referent a les infraestructures per a la recàrrega de vehicles elèctrics, afegida l'any 2014^{[7][8]}.

Un dels aspectes d'aquest projecte és la creació d'una instal·lació fotovoltaica, per aquesta raó també es fa un recull dels antecedents sobre aquest tema per tal d'actualitzar tots els avenços que s'han produït fins el dia d'avui en aquest camp.

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

Les plaques solars són una font d'energia renovable que utilitzen l'efecte fotoelèctric per tal de transformar la radiació solar en energia elèctrica. L'efecte fotoelèctric és l'emissió d'electrons d'un material quan sobre aquest material incideix radiació electromagnètica, en aquest cas, la llum solar. Dins l'efecte fotoelèctric també s'incloïx la fotoconductivitat, augment de la conductivitat elèctrica d'un material provocat per la llum descobert per Willoughby Smith al segle XIX, i l'efecte fotovoltaic, transformació de l'energia lumínica en energia elèctrica descobert per Alexandre-Edmond Becquerel al segle XIX, però no va ser fins a finals d'aquest segle quan Charles Fritts va construir la primera placa solar a l'any 1884^[9].

Si ara ens centrem en l'efecte fotoelèctric, aquest efecte va ser descobert per Heinrich Hertz a finals del segle XIX, però no va ser fins al segle XX, concretament al 1905, quan Albert Einstein va crear tota l'explicació teòrica de l'efecte fotoelèctric basant-se en els treballs sobre els quàntums de Max Planck. Aquest efecte consisteix en que si en el procés de fotoemissió, un electró absorbeix l'energia d'un fotó i el fotó té més energia que la funció de treball, l'electró es arrencat de la superfície del material. Si aquesta energia és menor, l'electró no escapa del material. L'energia del fotó ve determinada per la freqüència de la llum^[10].

Ara expliquem el funcionament de les plaques solars, concretament el funcionament de les cèl·lules fotoelèctriques, ja que són els elements que transformen la radiació solar en energia elèctrica mitjançant l'efecte fotoelèctric explicat anteriorment. La unió de diferents cèl·lules fotoelèctriques conformen la placa solar. Aquesta energia elèctrica obtinguda de la cèl·lula fotovoltaica és corrent continua, amb un inversor es transforma la corrent continua en alterna, que és la que utilitzem en tot l'àmbit industrial i residencial.

Les cèl·lules solars són elements fotosensibles formats per un càtode, que ocupa la majoria de la superfície, i un ànode. El càtode ocupa la major superfície degut que és l'element on incideix la radiació solar. Aquestes cèl·lules estan formades per elements semiconductors, principalment el silici. El funcionament de les cèl·lules és el següent, quan la radiació solar incideix sobre un sòlid, alguns electrons adquireixen l'energia suficient per sortir de l'última capa, la capa de valència, i poden desplaçar-se lliurement per la banda de conducció del sòlid. Si ens centrem en el comportament dels semiconductors, quan aquest electró surt de la capa de valència queda un espai buit, provocant que l'àtom busqui un altre electró per establir-se. Quan aquest espai queda ocupat l'energia elèctrica del electró lliure es transforma en energia tèrmica. Per poder aprofitar l'energia elèctrica del electró quan surt de la capa de valència, es crea un camp elèctric permanent que obliga a l'electró arrencat a seguir aquest camp elèctric i no establir-se dins un altre àtom^[11].

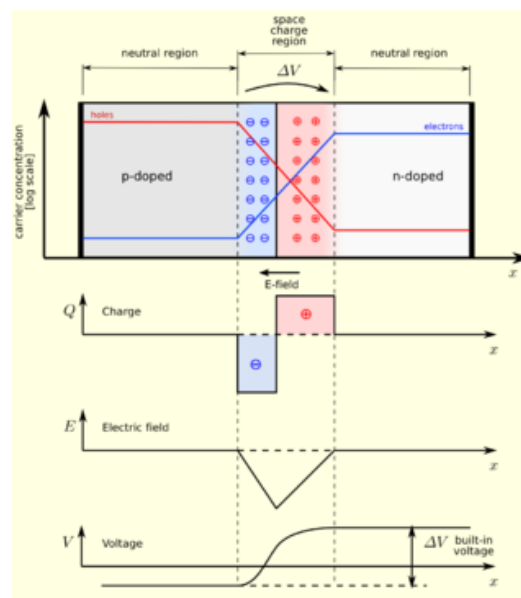


Figura 1: Funcionament d'una cèl·lula fotovoltaica

Per crear aquest camp elèctric permanent a la cèl·lula s'incorpora una capa superior del semiconductor dopada, amb una quantitat major d'electrons lliures (Tipus N), i en la capa inferior s'incorpora una capa del semiconductor amb menys electrons lliures (Tipus P), creant així la diferència de potencial que ens permet transportar l'energia adquirida dels fotons^{[12][13]}.

2.2 Metodologia

L'objectiu d'aquest projecte és determinar la instal·lació elèctrica del pavelló esportiu per fer front a la modernització de la propia instal·lació i la creació de punts de recàrrega per a vehicles elèctrics, a més també s'inclourà una instal·lació solar per tal de reduir el consum de la xarxa elèctrica, per tant, reduir les emissions de CO₂ i fer un pavelló més eficient i sostenible energèticament.

Per aconseguir aquests objectius el primer pas és determinar les noves necessitats energètiques del pavelló esportiu, per aconseguir això s'ha d'aconseguir tots els consums dels elements del pavelló. Una vegada obtinguda tota la informació podem començar a realitzar els càlculs relatius a la secció de la derivació individual i tots els els circuits interiors. Per poder calcular aquestes seccions s'utilitzaran les fórmules de caiguda de tensió, factor tèrmic i curtcircuit, sempre escollint la secció més gran obtinguda entre els tres mètodes, ja que fa referència a les pitjors condicions que pot suportar els cables. A més de les seccions del cablejat també es farà la distribució física d'aquestes línies mitjançant els plànols del pavelló, amb el software Autocad. A part de la distribució física de la instal·lació elèctrica, també s'inclouran els esquemes unifilars dels quadres de protecció i les proteccions corresponents en cada un dels casos.

Una vegada obtinguts tots els circuits interiors i la derivació individual ja podem calcular les característiques de la instal·lació solar. El primer punt és determinar el consum horari que tindrà el pavelló per tal de determinar el nombre de plaques que necessitem per tal de fer front el consum de les instal·lacions esportives. Una vegada obtingut el nombre de plaques necessari en les pitjors condicions climatològiques, s'ha de calcular el nombre de bateries, que són carregades per la planta solar, necessàries per fer front al consum en estat d'emergència, quan la tensió de la xarxa baixa per sota del 70% de la tensió nominal. Una vegada obtinguts tots els elements de la planta solar es farà la seva distribució física mitjançant els plànols del pavelló, aquesta distribució també es farà amb el software Autocad.

Una vegada realitzats tots els passos mencionats anteriorment obtindrem la nova instal·lació elèctrica del pavelló esportiu, que no tant sols complirà amb les noves demandes energètiques que provoca la modernització de les infraestructures esportives, sinó que serà més eficient i sostenible energèticament, ja que la planta solar ens serveix d'ajuda per reduir el consum provinent de la xarxa elèctrica i per tant les emissions que provoquen l'efecte hivernacle.

2.3 Plantejament i decisió sobre diferents solucions

2.3.1 Problemàtica inicial

Actualment el pavelló esportiu no té cap problema relacionat amb la seva instal·lació elèctrica, però des de les institucions es vol modernitzar la instal·lació del pavelló esportiu per adaptar-la als nous temps, per això volen renovar la il·luminació, la maquinària elèctrica de l'interior del pavelló, instal·lant places per a la càrrega de vehicles elèctrics i una instal·lació fotovoltaica completament nova, ja que actualment no posseeixen ninguna.

Aquesta renovació només afecta a la instal·lació elèctrica del pavelló, en conseqüència no s'ha de modificar ningun aspecte relacionant amb els elements estructurals del complex esportiu.

Amb tots els canvis que es volen realitzar, la instal·lació ja existent no pot complir tots els requisits de seguretat, per aquesta raó, s'ha optat per refer tota la instal·lació elèctrica des de l'interior de la parcel·la, és a dir, modificant tota la instal·lació a partir de la centralització de contadors.

En aquest projecte s'escollirà i es desenvoluparà una solució per a la problemàtica sorgida, deguda al desig de modernització del pavelló esportiu.

2.3.2 Localització

El pavelló esportiu on es realitzarà aquest projecte de la instal·lació elèctrica és el Pavelló Municipal de Sa Blanca Dona, al Carrer de Cas Raspallar, S15, 5, 07800, a la ciutat d'Eivissa, Illes Balears, Espanya.

Les fotografies corresponents a la localització del Pavelló Municipal de Sa Blanca Dona es poden trobar a l'*Annex III: Plànols*.

2.3.3 Característiques bàsiques del pavelló esportiu

La parcel·la del Pavelló Municipal de Sa Blanca Dona té una superfície de 10.256 m², dels quals un total de 3.300 m² corresponen a la superfície del pavelló, amb una capacitat per a 2.000 espectadors. La resta de la superfície és la zona exterior i d'aparcament del complex esportiu.

A la següent taula es detallen les diferents zones que hi ha en l'accés al públic del pavelló esportiu:

Zones	Unitats	Superfície [m ²]
Exterior i aparcament	1	6.956
Vestíbul i entrada	1	340
Cafeteria	1	80
Grades	1	1020
Pista	1	1.860

Taula 1: Superfície de les zones d'accés al públic

En la següent taula es mostra les diferents zones d'accés als esportistes i a manteniment:

Zones	Unitats	Superfície [m ²]
Vestuaris jugadors	4	110
Vestuaris àrbitres	2	40
Magatzem	1	100
Sala de màquines	1	120
Sala de conferències	1	80
Sala de musculació	1	210
Sala de gimnasia	1	100
Passadissos sota grades	1	145

Taula 2: Superfície de les zones accés esportistes i manteniment

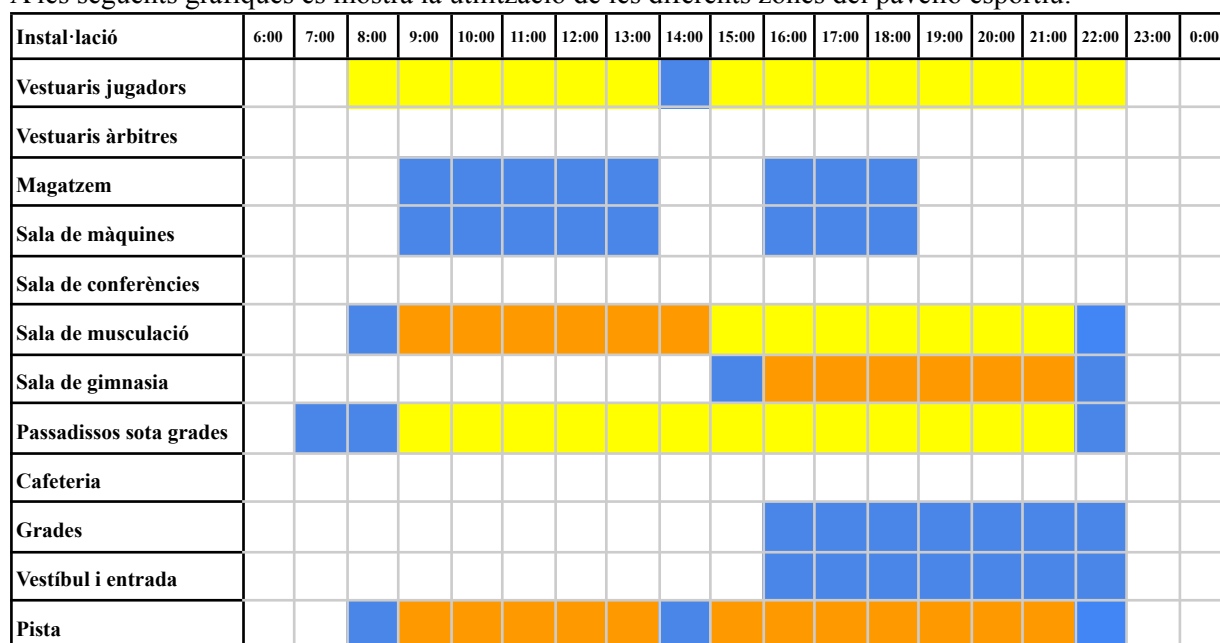
Els horaris del pavelló de dilluns a divendres de matins són des de les 9:00 fins les 14:30, quan fan ús de les instal·lacions els equips professionals. Mentres que per les tardes, des de les 15:30 fins les 22:00, entrenen les categories inferiors dels equips que realitzen els entrenaments al matí.

Els esports que es realitzen durant aquests dies són els següents: bàsquet, handbol, voleibol, futbol sala, bàdminton i gimnàstica rítmica i artística.

Per altra banda els horaris dels caps de setmana no estan definits, ja que van variant degut a les competicions que es realitzen en el pavelló, però la majoria dels caps de setmana hi ha alguna competició, tant en horari de matí com de tarda.

Els diferents esports dels quals es realitzen competicions al pavelló són: bàsquet, handbol, voleibol, futbol sala, bàdminton, gimnàstica rítmica i artística, judo, lluita olímpica i boxa.

A les següents gràfiques es mostra la utilització de les diferents zones del pavelló esportiu:



Gràfica 1: Utilització del pavelló de dilluns a divendres



Gràfica 2: Utilització del pavelló els caps de setmana

Llegenda	
	Utilització nul·la
Blue	Poca utilització
Yellow	Moderadament utilitzat
Orange	Bastant utilitzat
Red	Utilització màxima

Taula 3: Llegenda utilització

L'utilització de les instal·lacions es manté constant al llarg de tot l'any, a excepció dels mesos d'estiu, juliol i agost, que s'atura l'activitat completament.

2.3.4 Potències previstes de la instal·lació

En aquest apartat es mostren una serie de taules on hi ha les previsions de potències que s'utilitzaran per realitzar els càlculs per determinar les característiques de la instal·lació elèctrica i que representen el consum que tindran les diferents zones del pavelló esportiu.

- **Il·luminació exterior i aparcament**

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació exterior ^[14]	Monofàsica	46	0.15
Faroles ^[15]	Monofàsica	6	0.5
Previsió recàrrega vehicles elèctrics ^[16]	Trifàsica	8	22
Motors portes automàtiques ^[17]	Monofàsica	4	0.28

Taula 4: Potències il·luminació exterior i aparcament

• **Vestíbul i entrada**

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[18]	Monofàsica	16	0.080
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	4	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	10	3.45

Taula 5: Potències vestíbul i entrada

• **Cafeteria**

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	10	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	2	0.003
Preses de corrents	Monofàsica	16	3.45
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	3
Cafetera ^[22]	Trifàsica	1	6.35
Nevera ^[23]	Monofàsica	1	0.23
Nevera begudes ^[24]	Monofàsica	1	0.21
Plancha ^[25]	Trifàsica	1	3
Taula refrigerada ^[26]	Monofàsica	1	0.275
Rentaplats ^[27]	Monofàsica	1	2.65
Microones ^[28]	Monofàsica	1	1.1

Taula 6: Potències cafeteria

• **Grades**

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[18]	Monofàsica	30	0.080
Il·luminació emergència ^[19]	Monofàsica	30	0.003

Taula 7: Potències grades

• **Pista**

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[18]	Monofàsica	60	0.080
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	5	0.003
Ventilació forçada ^[29]	Trifàsica	5	1.5

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

Videomarcador	Monofàsica	1	1.2
Pantalles LED	Monofàsica	8	2
Preses de corrent	Monofàsica	18	3.45

Taula 8: Potències pista

• Vestuaris jugadors (4 unitats)

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	12	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	2	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	12	3.45
Assecadors de mans ^[30]	Monofàsica	1	1.1
Assecador de cabells ^[31]	Monofàsica	1	2
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	3.5

Taula 9: Potències vestuaris jugadors

• Vestuaris àrbitres (2 unitats)

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	4	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	2	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	10	3.45
Assecadors de mans ^[30]	Monofàsica	1	1.1
Assecador de cabells ^[31]	Monofàsica	1	2
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	1.5

Taula 10: Potències vestuaris àrbitres

• Magatzem

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	15	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	2	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	16	3.45

Taula 11: Potències magatzem

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

• Sala de màquines

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	12	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	1	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	16	3.45
Bomba d'aigua ^[33]	Trifàsica	1	4.5

Taula 12: Potències sala de màquines

• Sala de conferències

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	8	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	1	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	22	3.45
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	3

Taula 13: Potències sala de conferències

• Sala de musculació

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	24	0.034
Il·luminació d'emergència ^[21]	Monofàsica	1	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	10	3.45
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	5.5
Cintes per a correr ^[33]	Monofàsica	2	1.5
Bicicleta estàtica ^[34]	Monofàsica	2	1.5
Bicicleta elíptica ^[35]	Monofàsica	2	0.6

Taula 14: Potències sala de musculació

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

• Sala de gimnasia

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	12	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	1	0.003
Preses de corrent	Monofàsica	12	3.45
Aire condicionat ^[21]	Monofàsica	1	3

Taula 15: Potències sala de conferències

• Passadissos sota grades

Elements	Tensió	Unitats	Potència Unitària(kW)
Il·luminació ^[20]	Monofàsica	23	0.034
Il·luminació d'emergència ^[19]	Monofàsica	9	0.003

Taula 16: Potències passadissos sota grades

Amb les dades exposades anteriorment, podem calcular el consum que tindrà el pavelló, els càlculs corresponents es poden trobar en l'Annex I: *Càlculs justificatius*. El pavelló tindrà un potència esperada de 237.54 kW, s'haurà de contractar una potència de 250 kW, la potència contractada sempre ha de ser major a la potència que necessita la instal·lació, ja que si la potència demandada és major a la contractada faria saltar l'interruptor general automàtic. Tot i que a partir de la contractació de potències superiors als 15 kW, la companyia distribuïdora obliga a instal·lar un màxímetre, per tal de que no hi hagi mai un tall en el subministrament d'energia.

2.3.5 Decisió de treballs a realitzar

Davant aquesta situació d'una necessitat energètica que no va ser prevista en el moment de la construcció del pavelló, s'han identificat diverses solucions, que són exposades a continuació:

- Instal·lació de nous grups electrògens
- Instal·lació d'una planta fotovoltaica
- Refer la instal·lació elèctrica

Després d'analitzar les diferents opcions, s'ha arribat a la conclusió que les dues primeres solucions tenen un caràcter temporal a curt termini i que realment no presenten una solució a la problemàtica sorgida, també s'ha de tenir present el factor climatològic en el cas de la planta fotovoltaica. Per tant, la millor opció és la de refer la instal·lació elèctrica per solucionar les exigències del pavelló, tot i que també s'han tingut en consideració la proposta de la planta fotovoltaica. Aquesta nova planta fotovoltaica servirà per reduir el consum d'energia provinent de combustibles fòssils i ajudar a la instal·lació en els pics de màxima demanda energètica. A més, a aquesta nova planta solar també inclou bateries per tal d'emmagatzemar energia i utilitzar-la en els casos d'emergència, quan hi ha una davallada de la tensió de la xarxa.

2.4 Desenvolupament de la solució escollida

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, la modificació de la instal·lació elèctrica del pavelló esportiu es farà desde la centralització de contadors. Per tant la instal·lació prèvia, és a dir, el centre de transformació, l'escomesa, la caixa general de protecció i la línia general d'alimentació, no patiran cap canvi, ja que poden soportar l'augment de potència de la modernització del pavelló i compleixen tota la normativa del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[8].

2.4.1 Centralització de contadors

La centralització de contadors no patirà cap canvi, només s'haurà de substituir l'antiga derivació individual per la nova derivació, amb les característiques que s'exposen en el següent apartat. Respecte a la instal·lació dels contadors per a les places de recàrrega de vehicles es farà dins el pavelló, i estarà localitzat en la sala de màquines, juntament amb el quadre elèctric general. La localització de la centralització actual es pot trobar en l'*Annex III: Plànols*. En la imatge posteriors podem observar la centralització de contadors actual.



Figura 2: Centralització de contadors existents

2.4.2 Derivació individual

La derivació individual uneix el contador amb el quadre de protecció, i complirà amb la normativa descrita en la ITC-BT-15^[8]. Aquesta derivació estarà constituïda per un cable de coure de secció 3x400+200N+200T, enterrats baix terra a 1 metre amb tubs de PVC de diàmetre 250 mm. La derivació individual té una longitud total de 45 metres, i fa front a una potència demandada de 237.54 kW. El magnetotèrmic general de la instal·lació elèctrica serà de 550 A i poder de tall de 50 kA. El cable tindrà tensió assignada de 0.6/1 kV i protecció RZ1-K, el tub tindrà protecció contra el foc RF 30.

Els corresponents càlculs per a la secció del cable i el diàmetre del tub estan descrits amb detall en l'*Annex I: Càlculs justificatius*. La disposició física de la derivació individual està descrita en l'*Annex III: Plànols*.

2.4.3 Instal·lació del quadre general elèctric

En aquest apartat només es mostraran els resultats obtinguts de les línies que es deriven del quadre general, les derivacions als diferents subquadres es mostraran en l'apartat corresponent, les derivacions als punts de recàrrega de vehicles també es mostraran en el seu apartat corresponent, a l'igual que la planta fotovoltaica. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V a excepció de les línies dels motors de les portes i les faroles tindran tensió assignada de 0.6/1 kV i protecció RZ1-K, com ens indica la ITC-BT-20^[8]. Els tubs per on passen els cables hauran de complir amb la ITC-BT-21^[8], i les canals per on passen els tubs tindrà protecció IP4X o superior com ens indica el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[8].

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació passadissos ^[20]	0.034	23	1	1	0.782
Il·luminació magatzem ^[20]	0.034	11	1	1	0.374
Il·luminació sala màquines ^[20]	0.034	12	1	1	0.408
Il·luminació entrada ^[18]	0.08	16	1	1	1.280
Il·luminació grades ^[18]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació pista 1 ^[18]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació pista 2 ^[18]	0.08	30	1	1	2.400
Il·luminació d'emergència ^[19]	0.003	69	1	1	0.207
Il·luminació exterior 1 ^[14]	0.15	23	1	1	6.210
Il·luminació exterior 2 ^[14]	0.15	23	1	1	6.210
Faroles ^[15]	0.5	6	1	1	5.400
Preses de corrent 1	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Preses de corrent 2	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Preses de corrent 3	3.45	20	0.2	0.3	4.140
Ventilació forçada ^[29]	1.5	5	1	0.7	5.250
Bomba d'aigua ^[32]	4.5	1	1	0.8	3.600
Videomarcador i Pantalles LED	1.2	1	1	0.5	8.600
	2	8	1	0.5	
Motors portes automàtiques ^[17]	0.28	4	1	0.7	0.833

Taula 17: Línies del quadre general

El Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[8] ens indica que cada línia de il·luminació pot tenir com a màxim 30 punts de llum, i que la seva secció mínima ha de ser de 1.5 mm². Les línies corresponents a les preses de corrent només poden tenir 20 preses de corrent en cada línia, i la seva secció mínima ha de ser de 2.5mm². A la il·luminació exterior i a les faroles s'ha d'aplicar un factor de 1.8 com ens indica el reglament, ja que són elements d'il·luminació a l'exterior d'un edifici. Tenint en consideració aquestes restriccions i els resultats obtinguts a l'Annex I: Càlculs justificatius. A

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

continuació es mostra la longitud, la secció del cable i el tub de les diferents línies que parteixen del quadre general.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació passadissos	75	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	40 30 (2 pols)
Il·luminació magatzem	115	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	
Il·luminació sala de màquines	35	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	
Il·luminació entrada	95	4+4N+4T	20	10 (2 pols)	
Il·luminació grades	165	10+10N+10T	25	16 (2 pols)	63 30 (2 pols)
Il·luminació pista 1	185	10+10N+10T	25	16 (2 pols)	
Il·luminació pista 2	205	16+16N+16T	32	16 (2 pols)	
Videomarcador i pantalles LED	100	25+16N+16T	40	63 (2 pols)	
Il·luminació d'emergència	350	2.5+2.5N+2.5T	20	10 (2 pols)	25 30 (2 pols)
Il·luminació exterior 1	130	25+16N+16T	40	50 (2 pols)	63 30 (2 pols)
Il·luminació exterior 2	130	25+16N+16T	40	50 (2 pols)	
Faroles	155.5	25+16N+16T	40	50 (2 pols)	
Preses de corrent 1	80	6+6N+6T	25	32 (2 pols)	63 30 (2 pols)
Preses de corrent 2	105	6+6N+6T	25	32 (2 pols)	
Preses de corrent 3	130	10+10N+10T	25	32 (2 pols)	
Ventilació forçada	120	3x6+6N+6T	25	20 (4 pols)	40 30 (4 pols)
Bomba d'aigua	20	3x6+6N+6T	25	20 (4 pols)	40 30 (4 pols)
Motors portes automàtiques	132	2.5+2.5N+2.5T	20	10 (2 pols)	25 30 (2 pols)

Taula 18: Característiques línies quadre general

Recordem que escollim el magnetotèrmic de manera que la intensitat del magnetotèrmic sigui superior a la intensitat que utilitzarà la línia e inferior a la intensitat màxima admissible per la secció del cable escollit. Quan es pugui escollir més d'un magnetotèrmic escollirem el de menor intensitat per un factor econòmic, sempre i quan compleixi els aspectes mencionats anteriorment.

2.4.4 Instal·lació de subquadres elèctrics

2.4.4.1 Cafeteria

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	10	1	1	0.340
Preses de corrent	3.45	16	0.2	0.3	3.312
Aire condicionat ^[21]	3	1	0.7	0.8	1.680
Cafetera ^[22] i planxa ^[25]	6.35	1	1	0.65	6.078
	3	1	1	0.65	
Nevera ^[23] , nevera begudes ^[24] , taula refrigerada ^[26] , rentaplats ^[28] i microones ^[27]	0.23	1	1	0.65	2.902
	0.21	1	1	0.65	
	0.275	1	1	0.65	
	2.65	1	1	0.65	
	1.1	1	1	0.65	
TOTAL					14.312

Taula 19: Línies del subquadre de cafeteria

La derivació individual al subquadre de la cafeteria té una longitud de 43 metres, la secció del cable és de 3x10+10N+10T i té un tub de 32 milimetres de diàmetre i un magnetotèrmic de 32 A tant en el quadre general com en el subquadre. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	35	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	40 30 (4 pols)
Preses de corrent	38	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Aire condicionat	25	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	
Cafetera i planxa	10	3x2.5+2.5N+2.5T	20	16 (4 pols)	
Nevera, nevera begudes, taula refrigerada, rentaplats i microones	15	4+4N+4T	20	20 (2 pols)	

Taula 20: Característiques línies subquadre cafeteria

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

2.4.4.2 Sala de conferències

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	8	1	1	0.272
Preses de corrent 1	3.45	11	0.2	0.3	2.277
Preses de corrent 2	3.45	11	0.2	0.3	2.277
Aire condicionat ^[21]	3	1	0.7	0.8	1.680
TOTAL					6.506

Taula 21: Línies del subquadre de sala de conferències

La derivació individual al subquadre de la sala de conferències té una longitud de 50 metres, la secció del cable és de 16+16N+16T i té un tub de 32 milimetres de diàmetre i un magnetotèrmic de 50 A. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	24	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	40 30 (2 pols)
Preses de corrent 1	12	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Preses de corrent 2	19	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Aire condicionat	10	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	

Taula 22: Característiques línies subquadre sala de conferències

2.4.4.3 Sala de gimnasia

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	12	1	1	0.408
Preses de corrent	3.45	12	0.2	0.3	2.484
Aire condicionat ^[21]	5.4	1	0.7	0.8	3.024
TOTAL					5.916

Taula 23: Línies del subquadre de sala de gimnasia

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

La derivació individual al subquadre de la sala de gimnasia té una longitud de 60.5 metres, la secció del cable és de 10+10N+10T i té un tub de 25 milimetres de diàmetre i un magnetotèrmic de 40 A. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	28	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	40 30 (2 pols)
Preses de corrent	40	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Aire condicionat	33	4+4N+4T	20	20 (2 pols)	

Taula 24: Característiques línies subquadre sala de gimnasia

2.4.4.4 Sala de musculació

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	24	1	1	0.816
Preses de corrent	3.45	10	0.2	0.3	2.070
Aire condicionat ^[21]	5.5	1	0.7	0.8	4.400
Cintes per a córrer ^[33] , bicicleta estàtica ^[34] i bicicleta elíptica ^[35]	1.5	2	1	1	7.200
	1.5	2	1	1	
	0.6	2	1	1	
TOTAL					14.486

Taula 25: Línies del subquadre de sala de conferències

La derivació individual al subquadre de la sala de musculació té una longitud de 22.5 metres, la secció del cable és de 50+25N+25T i té un tub de 50 milimetres de diàmetre i un magnetotèrmic de 100 A. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	72	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	63 30 (2 pols)
Preses de corrent	55	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Aire condicionat	60	4+4N+4T	25	32 (2 pols)	
Cintes i bicicletes	40	16+16N+16T	32	50 (2 pols)	

Taula 26: Característiques línies subquadre sala de musculació

2.4.4.5 Vestuaris jugadors

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	12	1	1	0.408
Preses de corrent 1	3.45	12	0.2	0.3	2.484
Aire condicionat ^[21]	3.5	1	0.7	0.8	1.960
Assecador de mans ^[30]	1.1	1	1	0.5	1.550
Assecador de cabells ^[31]	2	1	1	0.5	
TOTAL					6.402

Taula 27: Línies del subquadre dels vestuaris dels jugadors

Les diferents derivacions als subquadres dels vestuaris de jugadors es troben en la taula següent. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]
Derivació subquadre vestidor jugadors 1	36	10+10N+10T	25	40 (2 pols)
Derivació subquadre vestidor jugadors 2	24.5	10+10N+10T	25	40 (2 pols)
Derivació subquadre vestidor jugadors 3	41.5	10+10N+10T	25	40 (2 pols)
Derivació subquadre vestidor jugadors 4	65.5	10+10N+10T	25	40 (2 pols)

Taula 28: Derivacions subquadre vestuaris jugadors

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han

tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	46	1.5+1.5N+1.5T	16	10 A (2 pols)	40 30 (2 pols)
Preses de corrent	35	2.5+2.5N+2.5T	20	16 A (2 pols)	
Aire condicionat	28	2.5+2.5N+2.5T	20	16 A (2 pols)	
Assecadors	10	1.5+1.5N+1.5T	16	10 A (2 pols)	

Taula 29: Característiques línies subquadre vestuaris jugadors

2.4.4.6 Vestuaris àrbitres

La següent taula ens indica les potències que s'han escollit per fer els càlculs, a més dels factors de simultaneïtat i d'utilització, al ser un pavelló esportiu, els dos factors tenen un valor molt pròxim a la unitat ja que quan el pavelló està obert, quasi totes les seves instal·lacions estan sent utilitzades.

Element	Potència unitària [kW]	Unitats	FS	FU	Potència prevista[kW]
Il·luminació ^[20]	0.034	4	1	1	0.136
Preses de corrent 1	3.45	10	0.2	0.3	2.070
Aire condicionat ^[21]	1.5	1	1	0.8	1.200
Assecador de mans ^[30]	1.1	1	0.7	0.5	1.550
Assecador de cabells ^[31]	2	1	0.7	0.5	
TOTAL					4.596

Taula 30: Línies del subquadre del vestidor dels àrbitres

Les diferents derivacions als subquadres dels vestuaris d'àrbitres es troben en la taula següent. Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament. El cablejat tindrà protecció IP4X i tensió assignada de 450/750 V o superior.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]
Derivació subquadre vestidor àrbitres 1	32	6x6N+6T	25	32 (2 pols)
Derivació subquadre vestidor àrbitres 2	38.5	6x6N+6T	25	32 (2 pols)

Taula 31: Característiques línies subquadre vestuaris àrbitres

A continuació es mostra una taula amb les principals característiques de les línies del subquadre, s'han tingut en consideració les mateixes restriccions que en el quadre general de la instal·lació.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Il·luminació	18	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	40 30 (2 pols)
Preses de corrent	12	2.5+2.5N+2.5T	20	16 (2 pols)	
Aire condicionat	5	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	
Assecadors	5	1.5+1.5N+1.5T	16	10 (2 pols)	

Taula 32: Característiques línies subquadre vestuaris àrbitres

2.4.5 Recàrrega de vehicles elèctrics

Un dels punts de la modernització del pavelló esportiu és la instal·lació de places de recàrrega de vehicles elèctrics. En aquest cas s'ha d'aplicar la normativa ITC-BT-52^[8], del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[1], ens indica que ha d'haver-hi un 10% de les places d'aparcament que siguin destinades a la recàrrega de vehicles elèctrics. Com el pavelló disposa d'un total de 80 places, per tant s'ha de disposar d'un total de 8 places de recàrrega de vehicles elèctrics. En aquest cas s'ha optat per tenir carregadors amb recàrrega ràpida, exactament amb recàrrega total en una hora i quart, la potència d'aquest tipus de carregadors és de 22 kW cada un. Per agilitzar els càlculs s'han fet dos grups de quatre carregadors, a 33 i 68 metres del quadre general, respectivament. S'ha de comentar que cada una de les línies de recàrrega té el seu propi contador, i el cablejat tindrà una tensió assignada de 450/750 V i protecció IP4X.

Els càlculs corresponents i la seva disposició física es pot trobar en l'Annex I: Càlculs justificatius i l'Annex III: Plànols, respectivament.

Línia	Longitud [m]	Secció [mm ²]	Diàmetre Tub [mm]	Magnetotèrmic [A]	Diferencial [A mA]
Recàrrega vehicles elèctrics 1	33	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 2	33	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 3	33	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 4	33	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 5	68	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 6	68	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 7	68	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)
Recàrrega vehicles elèctrics 8	68	3x10+10N+10T	32	63 (4 pols)	63 300 (4 pols)

Taula 33: Característiques línies recàrrega de vehicles elèctrics

2.4.6 Posada a terra

La posada a terra és l'unió elèctrica directe sense protecció alguna d'una part del circuit elèctric mitjançant un electrode al terra, per tal d'aconseguir una resistència de posta a terra baixa i per tant impedint presentar diferències de potencial perilloses i permetre els corrents de defectes i les descàrregues d'origen atmosfèric no afectin a les instal·lacions. La posada a terra té l'objectiu de limitar la tensió i assegurar el correcte funcionament de les proteccions i eliminar o reduir considerablement el risc que una averia en els materials elèctrics utilitzats^[36].

La posada a terra estarà composta per 230 metres de coure nu amb una secció de 35 mm², amb un total de 3 piquetes de 2 metres. A més la distància mínima entre els elèctrodes haurà de ser de 63.45 metres, la resistència total de la posada a terra serà de 1.65 Ω. Els càlculs corresponents de la posada a terra estan descrits en l'*Annex I: Càlculs justificatius*.

2.4.7 Protecció contra sobretensions i sobrecàrregues^[37]

En aquest apartat es determinarà quines proteccions durà la instal·lació elèctrica del pavelló esportiu. Les proteccions per a sobrecàrregues ja l'hem calculat quan s'ha determinat l'interruptor general de la instal·lació, en aquest cas tenim un poder de tall de 50 kA. Tots els interruptors diferencials i els magnetotèrmics ja compleixen aquest tipus de protecció, però són insuficients davant una descàrrega elèctrica molt potent, per exemple la d'un llamp, ja que es podrien cremar aquests elements de seguretat o fins i tot els aparells connectats a l'instal·lació elèctrica. Aquesta protecció ha de complir amb la ITC-BT-22^[8]. La justificació del poder de tall escollit la podem trobar en l'*Annex I: Càlculs justificatius*, concretament en l'apartat 2. *Derivació individual*.

Ara ens falta determinar les proteccions contra sobretensions, d'acord amb el que ens indica la ITC-BT-23^[8]. Primerament escollirem la protecció contra sobretensions transitories, com poden ser la descàrrega d'un llamp i que són un increment de alguns kilovolts, en un període de .microsegons^[37]. El primer pas es determinar quina o quines categories inclourà les proteccions contra sobretensions, i escollim les següents:

- Categoria I:

S'aplica a equips molt sensibles a aquests augments de tensió i estan connectats a la instal·lació elèctrica, com poden ser, els ordinadors.

- Categoria II:

S'aplica als equips que es connecten directament a una instal·lació elèctrica fixa, com ara els electrodomèstics.

- Categoria III:

S'aplica a equips i materials que formen part de la instal·lació elèctrica i requereixen un alt nivell de fiabilitat per al seu funcionament, com poden ser els motors o quadres de distribució.

Una vegada escollides les categories, ens anem al reglament i agafem els valors de protecció per aquestes categories, i tenim.

Tensió nominal de la instal·lació	Tensió soportada a impulsos 1.2/50 (kV)		
	Categoria III	Categoria II	Categoria I
Sistemes trifàsics (V)			
230/400	4	2.5	1.5

Taula 34: Valors de les proteccions contra sobretensions

2.4.8 Instal·lació de plaques fotovoltaïques^[38]

Un dels punts més importants d'aquesta modernització de la instal·lació elèctrica del pavelló esportiu és la creació d'una planta fotovoltaica amb bateries, aquestes bateries també funcionaran com a subministrament d'energia en cas d'emergència, si la tensió provinent de la xarxa baixa per davall del 70%, com ens indica el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Aquesta instal·lació es realitzarà en la coberta del pavelló, la qual té una superfície de 3409 m², però com la instal·lació de la planta fotovoltaica ha de tenir orientació sud, només la part frontal de la coberta del pavelló ens serveix, i ja té una desviació de 20° respecte el sud. Aquest sector de la coberta té una superfície de 1371.50 m². La coberta té una inclinació de 15°, aquesta inclinació mitjançant unes estructures canviarà fins als 50°, per aconseguir la màxima producció en els mesos d'hivern, com està indicant en l'*Annex I: Càlculs justificatius*. La disposició física de les plaques en la coberta la podem veure en l'*Annex III: Plànols*.

La planta estarà composta per plaques solars de 550Wp RISEN^[39], optimitzadors de potència P1100^[40], inversors trifàsics de 90 kW SOLAREEDGE^[41], inversors carregadors Victron Multiplus-II 48/10000/140-100^[42] i bateries de liti Pylontech 24V UP 2500 2.8 kWh^[43].

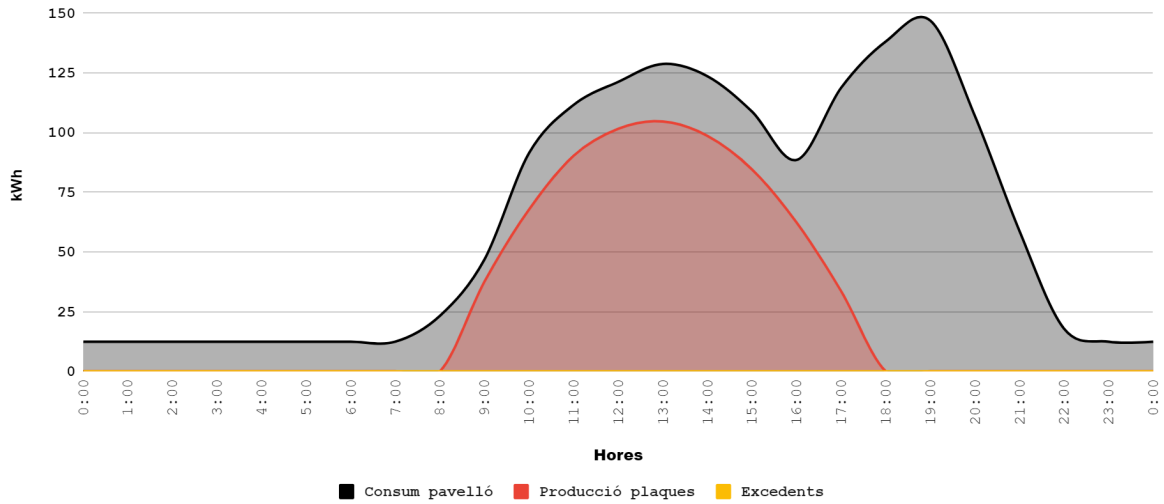
Una vegada realitzats totes les hipòtesis de consums i haver realitzat els càlculs necessaris, obtenim les següents característiques de la planta fotovoltaica:

- | | |
|---|-----------------------------|
| - 292 plaques solars de 550 Wp | |
| - 146 optimitzadors de potència P1100 (1.1 kW) | |
| - 2 inversors de SolarEdge de 90 kW | Producció anual: 509.16 MWh |
| - 5 inversors carregadors Victron Multiplus-II 48/10000/100-140 | Consum anual: 263.92 MWh |
| - 19 bateries de liti Pylontech 24V UP2500 2.8kWh | Exportació: 39.94 MWh |

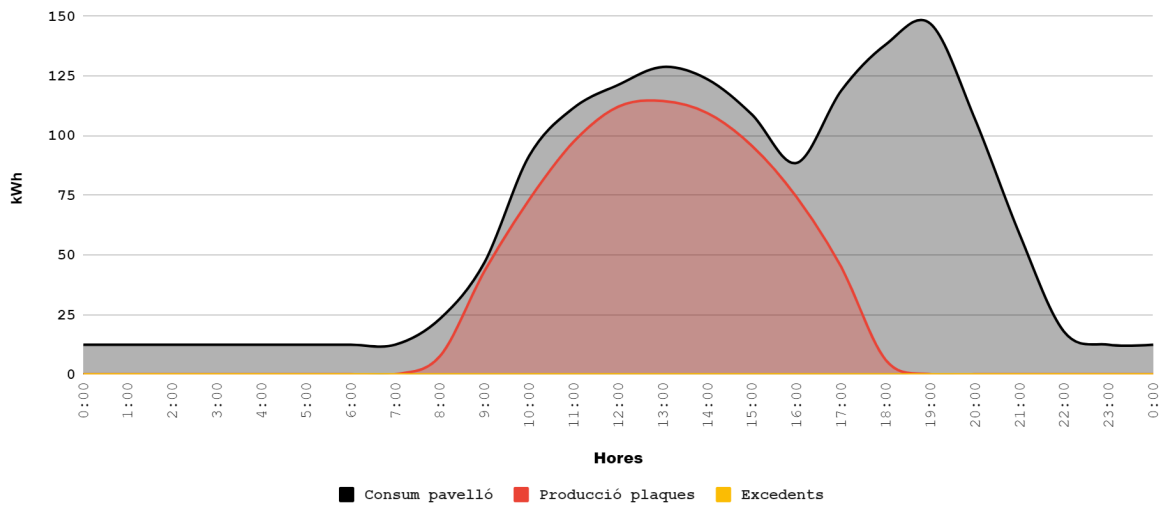
Per poder fer el seguiment de la producció i el consum de la planta solar s'instal·larà un controlador meter, amb cable UTP de categoria 5, i un magnetotèrmic. Aquest controlador ens permetrà accedir al inversor per poder obtenir una simulació amb els valors reals que està produint la instal·lació. A més també es podrà guardar la simulació per poder obtenir les dades posteriorment i fer un seguiment de la instal·lació.

A més d'aquestes característiques, s'han fet dos estudis. Un estudi mediambiental el qual ens indica que ens estalviem l'emissió de 80061 quilograms de CO₂, corresponents a l'obtenció d'energia elèctrica mitjançant combustibles fòssils, aquest estalvi és equivalent a la plantació de 20 hectàrees de bosc mediterrani. L'estudi es pot trobar en l'*Annex I: Càlculs Justificatius*. Per altra banda s'ha fet un estudi de viabilitat econòmica, que ens marca que ens estalviem un total de 695.061,11 €, en un període de 20 anys, que és el temps de vida de les plaques, i l'amortització de la planta solar es realitza en 4 anys. L'estudi es pot trobar en l'*Annex II: Pressupost*.

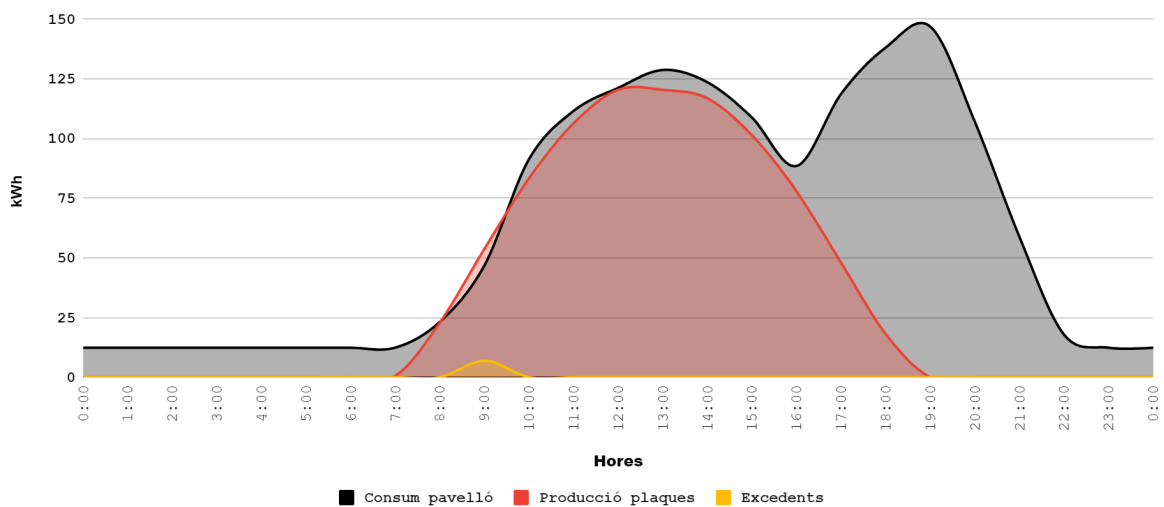
Per últim a continuació s'inclouen unes gràfiques les quals mostren una simulació al llarg d'un any del funcionament de la planta solar, les dades corresponents es poden trobar en l'*Annex I: Càlculs justificatius*.



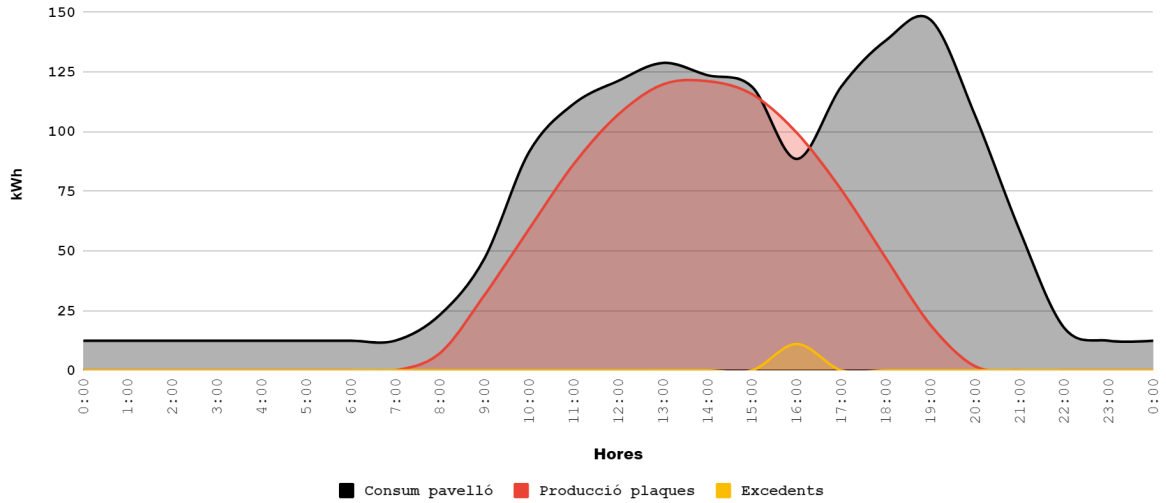
Gràfica 3: Simulació de la planta solar al mes de gener



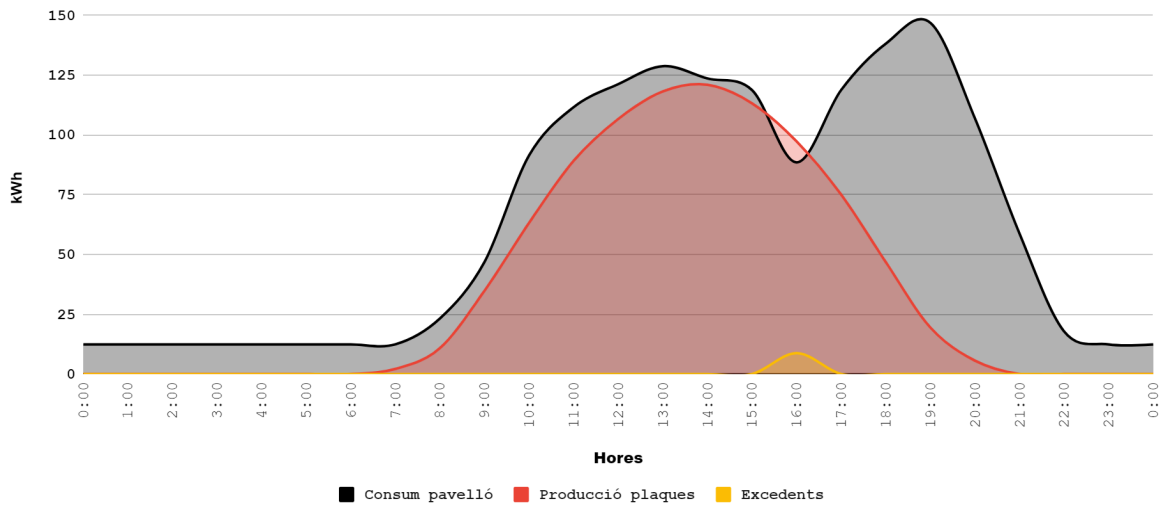
Gràfica 4: Simulació de la planta solar al mes de febrer



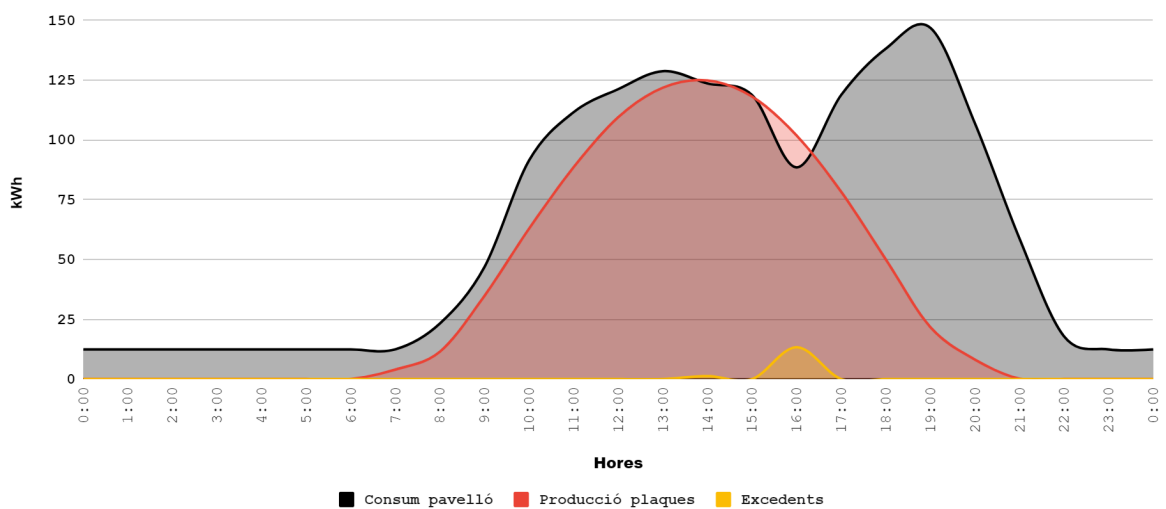
Gràfica 5: Simulació de la planta solar al mes de març



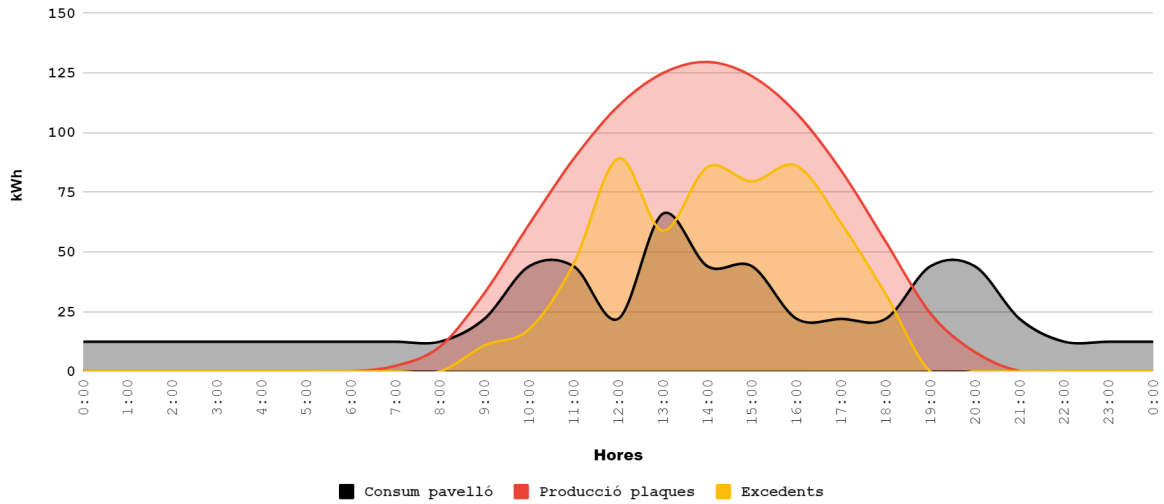
Gràfica 6: Simulació de la planta solar al mes d'abril



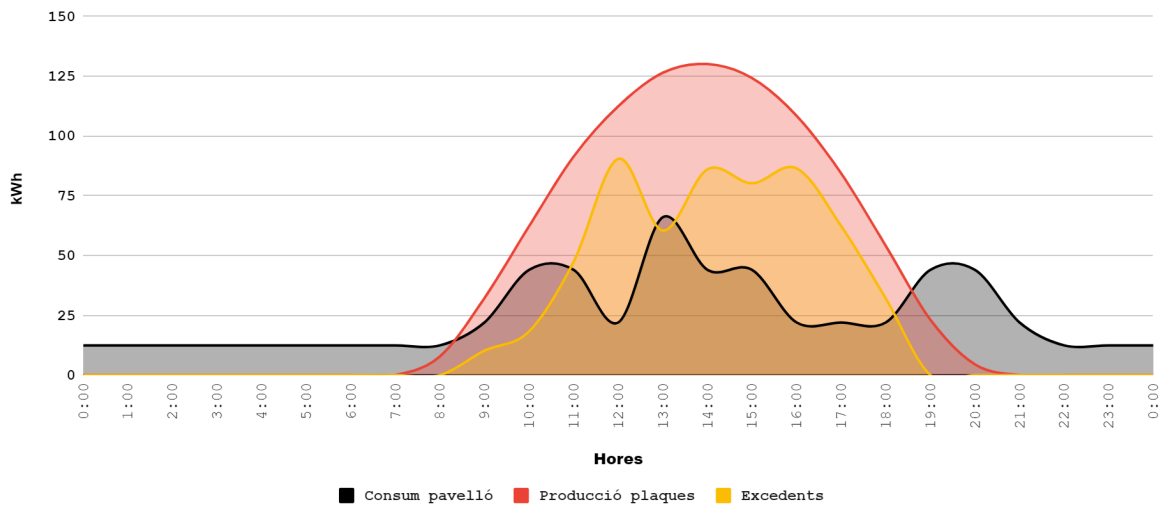
Gràfica 7: Simulació de la planta solar al mes de maig



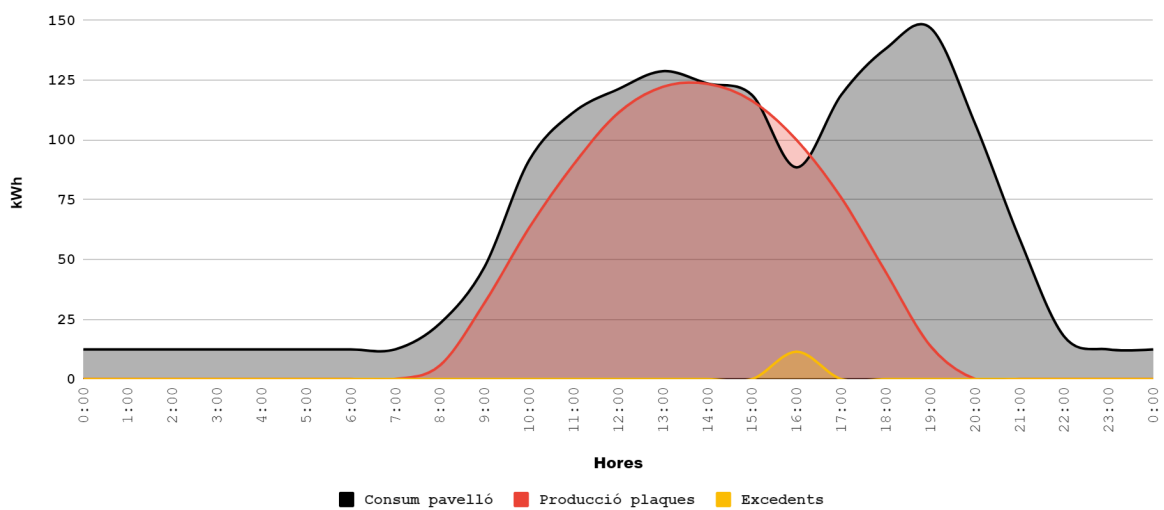
Gràfica 8: Simulació de la planta solar al mes de juny



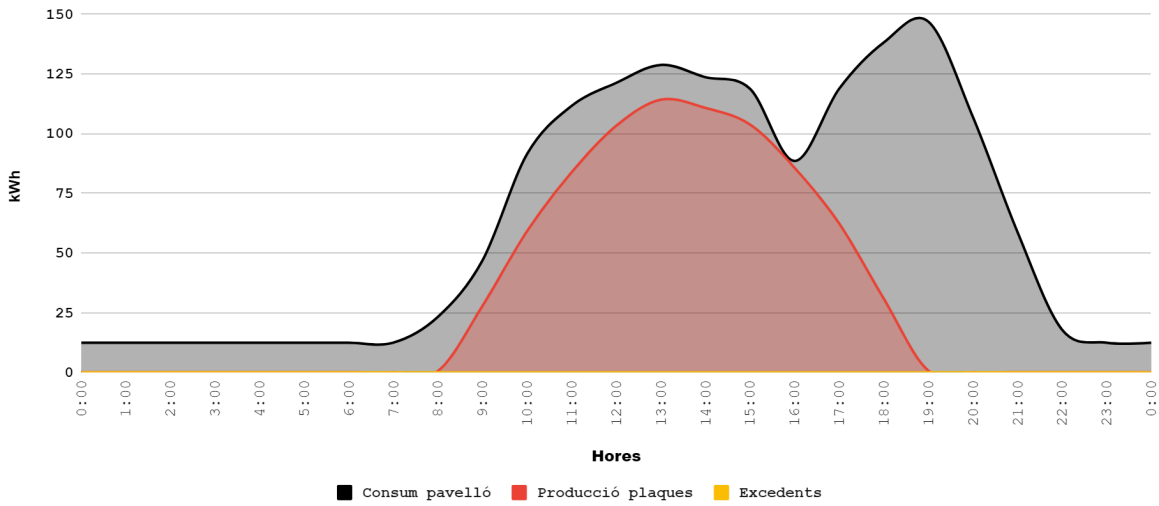
Gràfica 9: Simulació de la planta solar al mes de juliol



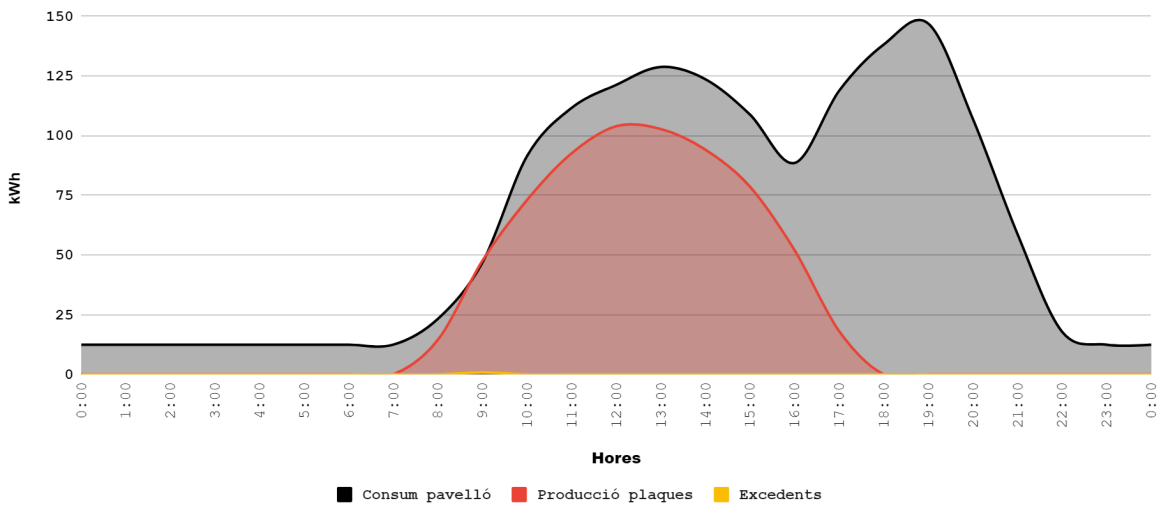
Gràfica 10: Simulació de la planta solar al mes d'agost



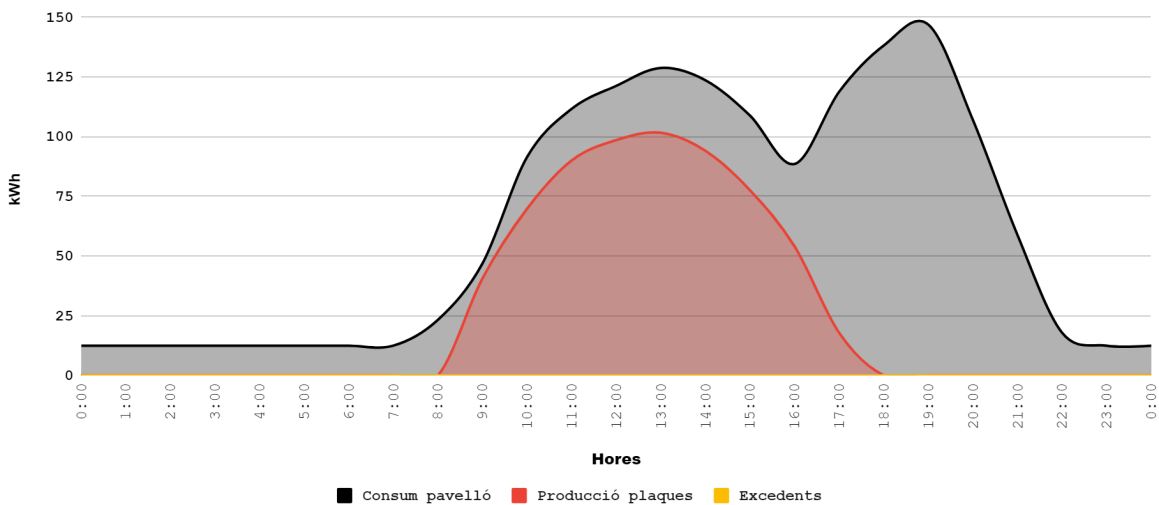
Gràfica 11: Simulació de la planta solar al mes de setembre



Gràfica 12: Simulació de la planta solar al mes d'octubre



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



Gràfica 14: Simulació de la planta solar al mes de desembre

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

Ara que ja hem vist la simulació mes a mes de la planta solar podem extreure les següents conclusions, degut a la falta d'espai físic no tenim les suficients plaques per fer front al consum del pavelló en ningun dels mesos, a excepció dels mesos d'estiu on el pavelló està tancat al públic. Tot i això, ens estalviem un 52.48% de l'energia provinent de la xarxa, aquest estalvi provoca un benefici medi ambiental i econòmic com s'ha comentat anteriorment. Hi ha una explicació detallada de cada mes en l'*Annex I: Càlculs Justificatius*.

2.4.9 Documentació, posada en servei i verificació

Aquest apartat fa referència a tota la documentació que s'haurà d'aportar per tal de que la instal·lació elèctrica del pavelló esportiu es pugui dur a terme, i assegurar-se de que compleix amb tots els aspectes del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i per tant és segura per ser utilitzada per les persones que facin ús d'aquestes instal·lacions esportives.

La documentació que s'haurà d'aportar serà un projecte elèctric, com s'indica en l'apartat 3, el grup i, locals de pública concurrència, de la ITC-BT-04^[8], per a qualsevol potència. Tot i que no és una instal·lació nova, sinó una modificació, s'ha de fer el projecte elèctric com ens indica l'apartat 3.2. El present projecte pot servir com a base, fent les modificacions necessàries, per realitzar el projecte elèctric definitiu si s'arriba a refer la instal·lació.

La posada en servei de la instal·lació es farà una vegada el titular de la instal·lació sol·liciti el subministrament d'energia a l'empresa distribuïdora, en aquest cas GESA-ENDESA. L'empresa subministradora podrà realitzar qualsevol tipus d'inspecció o verificació que consideri necessària per tal de comprovar el correcte aplicament del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió. Si aquesta inspecció és positiva es podrà subministrar energia a la instal·lació, si la inspecció resulta negativa es proporcionarà un acta, firmada pel titular de la instal·lació, i s'entregarà a l'òrgan competent de la comunitat autònoma corresponent, en aquest cas el Consell d'Eivissa, de les Illes Balears, qui serà l'encarregat de decidir quines accions es duran a terme.

Com el pavelló esportiu excedeix la potència de 100 kW, s'haurà de fer una inspecció inicial, com ens indica la ITC-BT-05^[1] i com s'ha mencionat anteriorment. A més s'hauran de fer inspeccions periòdiques cada cinc anys. Si aquestes inspeccions resulten negatives, hi ha un termini màxim de 6 mesos per solucionar els possibles problemes existents. Els defectes que es poden trobar en una instal·lació es clasifiquen en defectes molt greus, suposen un perill immediat per les persones o béns, defectes greus, no suposen un perill immediat, però podrien ser-ho si hi ha un altre fall en la instal·lació, i finalment els defectes lleus, que no suposen un perill per a les persones o béns i a més no perturba el correcte funcionament de la instal·lació. A més d'aquestes inspeccions que es realitzen cada cinc anys, s'hauran de fer inspeccions anuals en les bateries per tal d'assegurar-se el seu correcte funcionament i que en cas de baixada d'un 30% de la tensió es posin en funcionament per tal de donar la energia necessària i que no s'hagi de parar l'activitat que es realitza dins el pavelló.

3. Resum de resultats

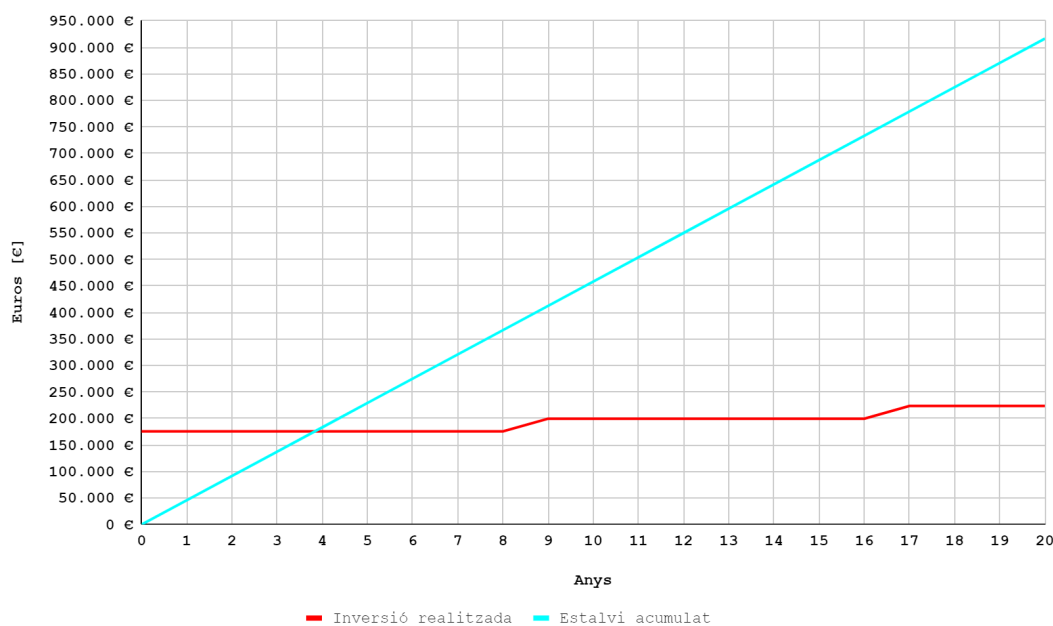
3.1 Pressupost

En aquest apartat hi haurà un resum del pressupost general, dividit en els apartats generals, on mostrem el cost total que tindrà la modernització del pavelló esportiu.

Descripció	Preu unitari [€/U]	Unitats [U]	Total [€]
Electricitat	58.576,33 €	1	58.576,33 €
Il·luminació	48.111,24 €	1	48.111,24 €
Recàrrega de vehicles elèctrics	30.068,24 €	1	30.068,24 €
Planta fotovoltaica	175.593,99 €	1	175.593,99 €
Documentació	12.800,00 €	1	12.800,00 €
Mà d'obra i verificació de l'instal·lació	174.000,00 €	1	174.000,00 €
BASE IMPOSABLE			499.149,80 €
IVA (21%)			104.821,46 €
TOTAL			603.971,25 €

L'anterior pressupost només mostra els costos dels diferents apartats, el cost detallat de cada un dels apartats està descrit en l'Annex II: Pressupost. Aquest pressupost pot estar subjecte a canvis en la realització de l'obra, degut a la fluctuació diària de preus del mercat i el temps real d'execució de l'obra.

En el pressupost anterior podem observar que els majors costos són el de mà d'obra i els materials relacionats amb la instal·lació, però com ja hem vist anteriorment i detallat en l'Annex II: Pressupost, l'inversió feta en la instal·lació s'amortitza en 4 anys, i durant els 20 anys de vida que teòricament tenen les plaques, s'estalvien un total de 692.906,15 €, corresponent a l'estalvi en consum energètic, com podem observar en la Gràfica 15, per tant tenim tant un benefici mediambiental, en l'estalvi d'emissions i un benefici econòmic, en l'estalvi de la factura del consum energètic.



Gràfica 15: Amortització de la instal·lació fotovoltaica

3.2 Conclusions i recomanacions de continuació del treball

Una vegada obtinguts tots els resultats podem determinar que la instal·lació elèctrica de la modernització del pavelló, no tant sols farà front a les noves exigències per les quals s'ha tornat a refer la instal·lació, sinó que a més la nova instal·lació serà menys contaminant, ja que s'estalviarà l'emissió d'aproximadament un total de 80 tones de CO₂ anualment, a més d'aquest estalvi d'emissions, la planta solar ens provocarà l'estalvi d'aproximadament 738.500 €, gràcies a la seva producció d'energia. Per tant la nova instal·lació resol els problemes de demanda energètica i a més és més eficient energèticament que l'anterior instal·lació elèctrica del pavelló.

El següent pas que es podria fer a les infraestructures del pavelló esportiu és incorporar-li una instal·lació domòtica, per tal de poder automatitzar tots els controls de il·luminació i clima, per adaptar-los a les necessitats segons la meteorologia i poder aconseguir una eficiència energètica encara més gran i per tant reduir el consum d'energia i reduir les emissions de CO₂.

3.3 Normativa aplicada

Per realitzar aquest projecte s'ha utilitzat la normativa referent al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió^[1], sobretot posant molta atenció a la ITC-BT-04 (Documentació i posada en servei de les instal·lacions), la ITC-BT-05 (Verificacions e inspeccions), la ITC-BT-07 (Reds subterrànies per a distribució en baixa tensió), la ITC-BT-09 (Il·luminació exterior), la ITC-BT-15 (Instal·lació d'enllaç. Derivacions individuals), la ITC-BT-18 (Instal·lació de posada a terra), la ITC-BT-19 (Instal·lacions interiors o receptores. Prescripcions generals), la ITC-BT-21 (Instal·lacions interiors o receptores. Tubs i canals), la ITC-BT-22 (Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobreintensitats), la ITC-BT-23 (Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobretensions), la ITC-BT-28 (Instal·lacions en locals de pública concurrència), la ITC-BT-40 (Instal·lacions generadores de baixa tensió), la ITC-BT-44 (Instal·lació de receptors. Receptors per a enllumenat), la ITC-BT-47 (Instal·lació de receptors. Motors) i la ITC-BT-52 (Instal·lacions amb fins especials. Infraestructura per a la recàrrega de vehicles elèctrics).

3.4 Relació de referències bibliogràfiques

- [1] - Viquipèdia (9 de maig de 2022). William Gilbert.
https://es.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert
- [2] - Viquipèdia (10 de maig de 2022). Alessandro Volta.
https://es.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta
- [3] - Viquipèdia (10 de maig de 2022). Charles-Augustin de Coulomb.
https://es.wikipedia.org/wiki/Charles-Augustin_de_Coulomb
- [4] - Viquipèdia (10 de maig de 2022). Michael Faraday.
https://es.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday
- [5] - Viquipèdia (10 de maig de 2022). Georg Simon Ohm.
https://es.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm
- [6] - Viquipèdia (11 de maig de 2022). James Prescott Joule.
https://es.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule
- [7] - Viquipèdia (11 de maig de 2022). Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
[https://es.wikipedia.org/wiki/Reglamento_electrot%C3%A9cnico_para_baja_tensi%C3%B3n_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Reglamento_electrot%C3%A9cnico_para_baja_tensi%C3%B3n_(Espa%C3%B1a))
- [8] - Boletín Oficial del Estado. (2021). Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió
- [9] - Vivint.Solar (16 de maig de 2022). Història de la energia solar.
<https://www.vivintsolar.com/es/centro-de-aprendizaje/historia-de-la-energia-solar>
- [10] - M. A. Rodríguez Mesa y J. L. Cervantes-Cota. (4 de junio de 2022). El efecto fotoeléctrico.
<https://www.redalyc.org/pdf/104/10413309.pdf>
- [11] - Martínez Gea, José. Villar Marínez, Manuel Ángel. Martínez Asís, José. Manjón-Cabeza Muñoz, Francisco. Editorial MAD. (4 de junio de 2022). Tecnología Volumen IV. Apartado 8.2 Fotoconductores.
- [12] - Enel GreenPower (19 de maig de 2022). Cèl·lula fotoelèctrica.
<https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/celula-fotovoltaica>
- [13] - Atersa (19 de maig de 2022). Cómo funciona una célula fotovoltaica.
<https://atersa.shop/como-funciona-una-celula-fotovoltaica/>
- [14] - CYPLED. (20 de febrer de 2022). Proyector LED Exterior 150 W.
https://campanasled.com/es/proyectores-led/proyector-led-exterior-150w?gclid=Cj0KCCQiA3-yQBhD3ARIsAHuHT6727bOAY_anTaL23mw8fuZkxNzOt7Jqoqentb53ksT02NLRUu7Zm-caAjG6EALw_wcB
- [15] - CYPLED. (20 de febrer de 2022). Proyector LED Exterior 500 W.
https://campanasled.com/es/proyectores-led/foco-led-exterior-500w?gclid=Cj0KCCQiA3-yQBhD3ARIsAHuHT67okrzWRpu2UV3YinWdqiGDrhzy_DGU3SS5Pch3f00byTz9EH-83T0aAmjnEALw_wcB
- [16] - Cargacar (16 de febrer de 2022). Velocidad de la carga de vehículos eléctricos | Tipos de cargadores.
https://cargacar.com/noticias/velocidad-carga-coches-electricos/#4_CARGA_RAPIDA_DE_COCHES_ELECTRICOS
- [17] - Vevor (17 de febrer de 2022). Abridor de puerta automático con control remoto.
https://www.vevor.es/abridor-de-puerta-automatico-c_10530/vevor-800kg-abridor-de-puerta-de-garaje-abrepuerta-automatico-con-control-remoto-p_010707576414?gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkmWMzry_IKjOf62vOIPs0CcLX9XPhW8edT9deGyYQVpWw0JoAeAqyhoCkogQAvD_BwE
- [18] - Phillips. (20 de febrer de 2022). SM534C LED40S/940 PSD P15 L1130 ALU.
https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/luminarias-adosables-o-suspendidas/truelin-e-surface-mounted/910505100113_EU/product

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

- [19] - EfectoLED. (20 de febrer de 2022). Luz de emergencia LED 3W IP65.
https://www.efectoled.com/es/comprar-alumbrado-de-emergencia/65439-luz-de-emergencia-led-3w-ip65-con-autotest.html?gclid=Cj0KCOiA3-yQBhD3ARIsAHuHT67mZWUFg0ojqrG4YhJOMWB69EO79d9vKSJS8JHu92A3VVSZnESK0mAaAIAZEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [20] - Trilux (20 de febrer de 2022). ONDO G2 LW 12000-840 ET, 7772540.
<https://www.trilux.com/products/es/Ondo-G2-LW-12000-840-ET/?retainFilter=true>
- [21] - Certific (20 de febrer de 2022). Frigorías por m2. <https://certific.es/frigorias-por-m2.html>
- [22] - Maxima Kitchen Equipment. (19 de febrer de 2022). Máquina de café grande - 3 pistones.
https://www.maximakitchenequipment.com/es/cafe-espresso-machine-elegance-grande-3-grupo.html?channable=0164e8696400373631393133313738&appCountry=ES&gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkrXZD3RgdRw7ryj-I0i_RS7tx2iYad54Hn8qB-w2BbRI2yZy2fZfjxoCgCQOAvD_BwE
- [23] - Ibergastro. (19 de febrer de 2022). Frigorífico acero inox ECO 380 Litros.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/?Locale=es_ES&ObjectPath=/Shops/82814227/Products/SRH40S&ViewAction=ViewProductViaPortal&gclid=CjwKCAiAgbiQBhAHEiwAuQ6BkijR0VCjVJSGNUeMu2G4Hhznbif9Psu77ULosIviTem4tD7cR1QWwBoCwWIQAvD_BwE
- [24] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Frigorífico expositor para bebidas ECO 278.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/SC-278
- [25] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Plancha eléctrica profesional Gastro.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectID=26230656
- [26] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Mesa refrigerada con 3 puertas BASICLINE 415L.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/64797
- [27] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Lavavasos GastroHero ECO 35 230V.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/ECOLINE-GLSM35
- [28] - Ibergastro (19 de febrer de 2022). Microondas semicorcial Samsung CM1089.
https://www.ibergastro.es/epages/82814227.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/82814227/Products/CB937
- [29] - S&P (16 de febrer de 2022). Hojas técnicas ventilación forzada.
<https://statics.solerpalau.com/media/import/documentation/cp25.pdf>
- [30] - Medielinics (16 de febrer de 2022). SECAMANOS AUTO. DUALFLOW PLUS BRUSHLESS.
<https://www.mediclinics.es/secadores-de-manos/1879-secamanos-dualflow-plus-brushless-m24a.html>
- [31] - Fruugo (16 de febrer de 2022). Secador de pelo eléctrico aire caliente / frío.
<https://www.fruugo.es/1800w-potentes-herramientas-profesionales-de-secador-de-pelo-secador-de-ion-es-negativos-secador-de-pelo-electrico-aire-caliente-frio/p-59987695-121004269>
- [32] - SAER. (20 de febrer de 2022). Catàleg bombes d'aigua.
<https://www.aiguapres.es/catalogo-bombas-agua.pdf>
- [33] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym MyRun.
<https://www.technogym.com/es/cinta-de-correr-myrun.html>
- [34] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym Ride smart bike.
<https://www.technogym.com/es/technogym-ride.html>
- [35] - Technogym (17 de febrer de 2022). Technogym Elliptical.
<https://www.technogym.com/es/technogym-elliptical-bicicleta-eliptica-plegable.html>
- [36] - Dufó López, Rodolfo. (1 d'abril de 2022). Cálculo de los sistemas de puesta a tierra en edificios. Técnica industrial.
<https://www.tecnicaindustrial.es/calculo-de-los-sistemas-de-puesta-a-tierra-en/>

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

- [37] - Durán, Pedro. (21 de maig del 2022). Dispositivo de protección contra sobretensiones. DPS: Especificaciones deseables - 1. Electropol. Especialistas en pararrayos y sobretensiones. <https://www.electropol.com.co/dps-especificaciones-deseables-1/>
- [38] - Rodrigo, Ernesto. (10 d'abril de 2022). Cálculo instalación fotovoltaica. Areatecnologia. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/calculo-fotovoltaica.html#:~:text=La%20intensidad%20total%20de%20la,x%20%20%3D%2017%2C7A.>
- [39] - (9 d'abril de 2022). Panel Solar Fotovoltaiico Monocristalino 550W RISEN Tier 1 RSM110-8-530-550M. Efecto LED. <https://www.efectoled.com/es/comprar-paneles-fotovoltaiicos-monocristalinos/87007-panel-solar-fotovoltaiico-monocristalino-550w-tier-one-rsm110-8-530-550m.html>
- [40] - Solaredge. (19 d'abril de 2022). Optimizadores de potencia. <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-p-series-commercial-add-on-power-optimizer-datasheet-sp-row.pdf>
- [41] - Solaredge (18 d'abril de 2022). Inversor trifàsico con tecnología Synergy. <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-three-phase-inverter-with-synergy-400v-480v-datashheet-sp.pdf>
- [42] - Bornay. (20 d'abril de 2022). Inversor-carregador Victron Multiplus II 48/10000/140-100 <https://autosolar.es/inversores-cargadores-48v/inversor-victron-multiplus-ii-48v-10000va-140100a>
- [43] - Autosolar. (20 d'abril de 2022). Bateria de liti Pylontech 24V UP2500 2.8kWh. <https://autosolar.es/baterias-de-litio/bateria-litio-pylontech-24v-up2500-28kwh>