

DOCUMENT MILLORES

PROJECTE EXECUTIU PER LA IMPLEMENTACIÓ D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 98,4
KWP PER AUTOCONSUM COL·LECTIU AMB COMPENSACIÓ D'EXCEDENTS A NAVARCLES

INFORME DE MESURES D'ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA PER L'EDIFICI ESCOLA CATALUNYA A NAVARCLES

1. Objecte

El principal objectiu d'aquest informe és definir i concretar mesures d'estalvi i eficiència energètica per tal de reduir el consum energètic, així com minimitzar els excedents generats per la instal·lació col·lectiva fotovoltaica de 98,4kWp de l'edifici Escola Catalunya a Navarcles.

- Edifici Escola Catalunya
- Plaça de la Vila, 1
- 08270 Navarcles

2. Definició de l'equipament i el seu comportament energètic

L'edifici Escola Catalunya, construït l'any 1978, està format per dos pisos amb diverses aules destinades a diferents usos i activitats. A continuació, es mostra una taula amb la informació bàsica de l'escola, la qual ens servirà per determinar el consum.

Horari d'obertura	- Classes lectives: dilluns a divendres des de les 8:00h fins les 16:30h - Classes extraescolars: dilluns a divendres 16:30h fins a les 20:00h
Ocupació	- Educació infantil i educació primària - 9 cursos: P3, P4, P5, 1r, 2n, 3r, 4t, 5è, 6è. - Cada curs té dues línies de 24 alumnes - En total: aprox. 435 estudiants.
Usos	Majoritàriament a l'escola s'imparteixen classes lectives, també es fa ús de l'equipament per a les activitats extraescolars i lúdiques. L'escola disposa de cuina, servei de menjador i vestuaris amb dutxes.

A la figura 1 es pot observar l'escola i l'equipament estudiat.



Figura 1. Equipament objecte d'estudi

El subministrament elèctric de l'escola es proporciona a partir de 3 CUPS diferents:

- CUPS 1 - Escola Verd*
- CUPS 2 - Escola Vermell

- CUPS 3 - Escola Bressol

Mentre que la instal·lació fotovoltaica col·lectiva dona subministrament a un total de 6 CUPS diferents:

- CUPS 1 - Escola Verd*
- CUPS 2 - Escola Vermell
- CUPS 3 - Escola Bressol
- CUPS 4 - Brigada
- CUPS 5 - Pavelló 2
- CUPS 6 - Piscina

Aquest informe es centra en l'anàlisi del consum dels tres primers CUPS, únicament l'escola, i com millorar la seva eficiència energètica. Aquests CUPS formen l'espai educatiu, i a partir d'ara es consideraran com un sol equipament.

A partir de les corbes de càrrega facilitades (fitxer CSV) s'ha extret, en primer lloc, el consum mensual dels darrer dotze mesos de l'equipament, que es pot observar al gràfic adjunt.

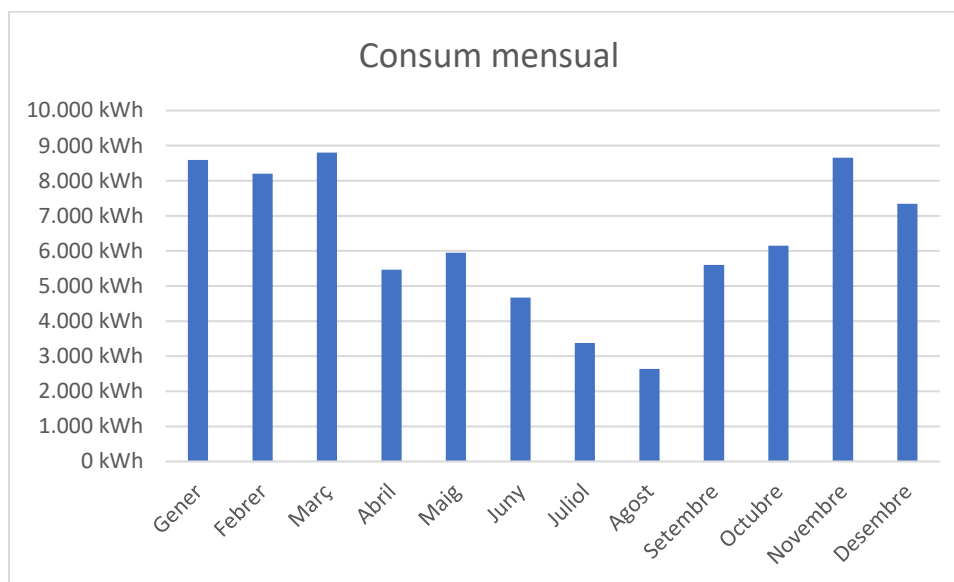


Figura 2. Consum mensual de l'equipament del darrer any

Es pot observar que el consum mensual durant els mesos d'estiu és molt inferior als mesos d'hivern, degut a que les classes escolars comencen al setembre i acaben a mitjans de juny, per tant durant el juliol i agost l'escola roman tancada o com a màxim es du a terme alguna activitat lúdica puntual.

En relació al consum diari, analitzant les corbes hora a hora dels darrers anys, s'aprecia que les hores de més consum són entre les 8h a 14h del matí i de 15h a 20h de la tarda. El consum més alt registrat esdevé en 40 kWh. El següent gràfic mostra la mitjana del consum diari, on es pot observar que sempre hi ha un consum base d'aproximadament de 4-5 kWh i quan l'escola obra aquest augmenta fins als 14 kWh.

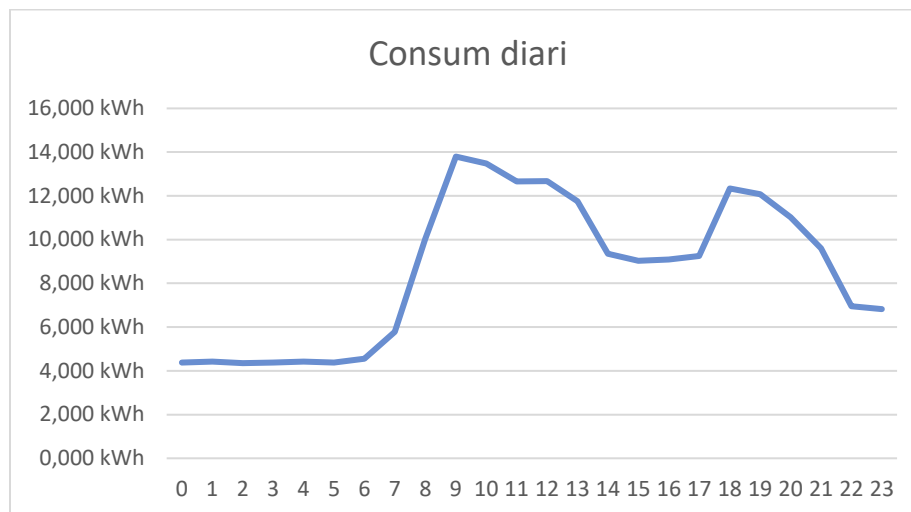


Figura 3. Consum diari de l'equipament

3. Instal·lació Fotovoltaica

Tot seguit s'aporta un resum executiu de la instal·lació fotovoltaica:

Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum amb excedents i compensació	
Nom que identifica la instal·lació	Pista esportiva Escola Catalunya
Camp fotovoltaic	
Orientació (graus azimut)	63°
Inclinació (graus)	5 °
Número total de mòduls	240
Tipus de tecnologia	Monocristal·lí Half cell
Potència FV instal·lada	98,4 kWp
Superfície de captació	468 m²
Pes sobre coberta (mòduls + estructura)	11,78 kg/m²
Inversors	
Número d'inversors	2 (40 kW)
Potència nominal de sortida	80 kWn
Tensió i freqüència de sortida	400 V / 50 Hz
Configuració strings	8 strings de 20 mòduls (4 MPPT) 8 strings de 20 mòduls (4 MPPT)
Interconnexió amb xarxa	
Punt interconnexió	Connexió a nova TMF10 a instal·lar
Tipus d'interconnexió	BT, trifàsica a 400 V
Tipologia de comptador	Bidireccional
Dades generació	
Estimació energia generada	131,72 MWh/any
kWh/kWp/any	1.339

Aquesta instal·lació es construirà a la coberta de la pista esportiva de l'escola, com es pot veure a la figura 4.



Figura 4. Coberta on s'instal·laran les plaques fotovoltaiques

A continuació, s'ha analitzat la producció de la instal·lació comparant-la amb el consum de l'equipament. El coeficient de repartiment assignat a l'escola respecte el total de la instal·lació col·lectiva de consum ha estat del 8,97%. D'aquesta manera, la producció que es destina a l'equipament és l'òptima per no generar excedents massa grans i a la vegada poder cobrir el màxim de consum quan els panells estan produint. Amb aquest coeficient de repartiment, el resultat de l'estudi es reflecteix al gràfic i taula següent:

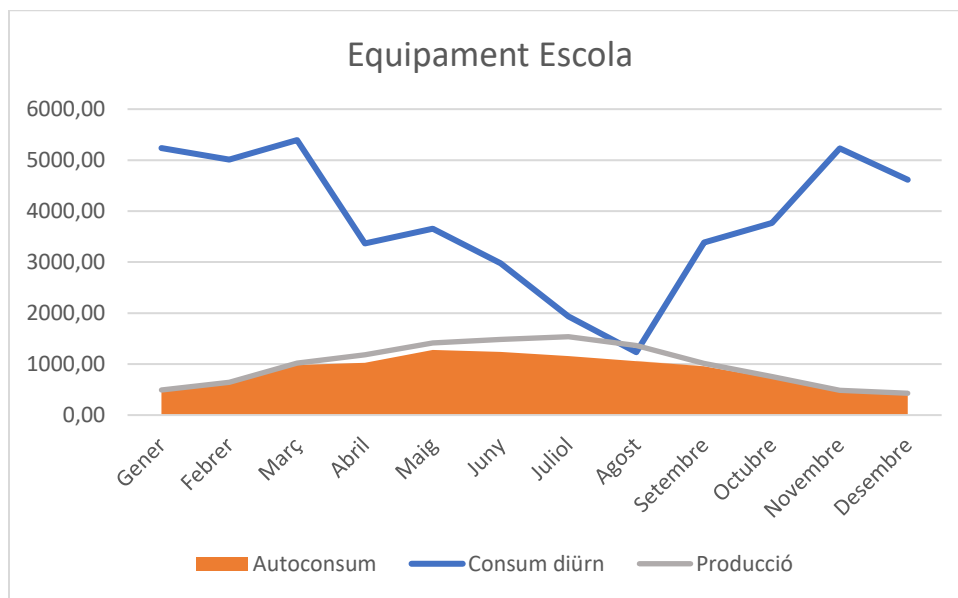


Figura 4. Relació de producció destinada, autoconsum i consum diürn de l'equipament

EQUIPAMENT 1,2,3	Escola	PERCENTATGE	8,97%				
TOTALS	CONSUM	CONSUM DIURN	PRODUCCIÓ DESTINADA	AUTOCONSUM	EXCEDENTS	EXCEDENTS COMPENSATS	EXCEDENTS NO COMPENSATS
Gener	8589,09	5236,86	490,64	476,50	14,14	14,14	0,00
Febrer	8197,08	5008,28	641,22	620,57	20,64	20,64	0,00
Març	8798,01	5393,28	1021,32	984,37	36,95	36,95	0,00
Abril	5459,96	3364,53	1183,72	1027,28	156,43	156,43	0,00
Maig	5945,88	3652,36	1412,79	1277,60	135,19	135,19	0,00
Juny	4674,00	2980,00	1484,89	1238,76	246,13	246,13	0,00
Juliol	3372,37	1937,04	1537,19	1156,89	380,31	380,31	0,00
Agost	2637,81	1233,60	1361,69	1055,51	306,18	306,18	0,00
Setembre	5605,00	3387,85	1014,26	955,24	59,03	59,03	0,00
Octubre	6144,70	3770,02	753,32	724,10	29,22	29,22	0,00
Novembre	8652,89	5228,40	485,12	485,12	0,00	0,00	0,00
Desembre	7343,00	4614,00	428,76	399,69	29,06	29,06	0,00
TOTAL	75419,79	45806,20	11814,92	10401,63	1413,29	1413,29	0,00

Figura 5. Taula resum mensual de l'equipament

Amb aquesta configuració podem observar com el grau d'autoconsum assolit a l'Escola respecte la producció fotovoltaica és del 88%, mentre que respecte el consum total de l'Escola serà del 14%, un percentatge no massa elevat.

Això es deu principalment a que al realitzar una anàlisi anual de la producció i consum amb l'objectiu de minimitzar la producció d'excedents a la instal·lació col·lectiva, s'ha dimensionat la instal·lació buscant que els mesos d'estiu, els de menor consum de l'Escola, no es generessin excedents que no es poguessin compensar en la factura.

Si bé, el coeficient de repartiment establert pel dimensionament de la instal·lació fotovoltaica s'ha imposat igual al llarg de tot l'any, la normativa actual permet assignar coeficients de forma horària. De manera que més endavant es podria optimitzar els coeficients per tal de augmentar el percentatge assignat a l'escola durant els mesos d'hivern i menys durant els mesos d'estiu, per tal de fer convergir encara més amb la corba de consum actual.

Seguint en l'anàlisi del repartiment de la producció de la instal·lació fotovoltaica, amb el repartiment actual els excedents generats es compensen gairebé en la seva totalitat i es generen molt pocs excedents no compensats.

4. Propostes de mesura d'eficiència energètica sense cost

Una vegada vist el perfil de càrrega de l'equipament i la producció de la instal·lació fotovoltaica assignada, detectem diverses oportunitats d'aplicació de mesures d'eficiència energètica a l'edifici que permetrien la reducció del consum i/o la gestió de càrregues.

En aquest punt es desglossen les possibles mesures d'eficiència energètica entre aquelles que no suposen cap inversió i aquelles que si que ho requereixen.

4.1. Control i revisió de l'eficiència dels equips i màquines de l'equipament

És important fer una revisió periòdica dels equips de l'equipament, per tal de comprovar el seu estat i fer-ne un seguiment i manteniment. Això permet augmentar l'eficiència i per tant disminuir el consum. Al mateix temps, allarga la vida útil dels equips, fet que a la llarga també genera un estalvi econòmic. Per exemple: comprovar que els filtres estiguin nets i sense pols, revisar periòdicament que els sistemes de refrigeració i calefacció funcionin correctament, etc.

En aquest cas, al tractar-se d'una escola, la diversitat de màquines, tan de clima com de diferents instal·lacions, serà àmplia. Per tant, és un punt important a tenir en compte.

Ajust de temperatures de consigna dels equips de climatització elèctrics. Els sistemes de calefacció i refrigeració se solen controlar mitjançant consignes de temperatura, les quals es mesuren amb termòstats i indiquen als sistemes de climatització quin és el rang de temperatures que volem mantenir. Per exemple, si establim una consigna de 21 °C per a la calefacció i una altra de 25 °C per a la refrigeració, els sistemes tractaran de mantenir la temperatura interior dins d'aquests límits, que conformen el rang de confort. Si el termòstat indica que la temperatura baixa dels 21 °C s'activa la calefacció, si indica que supera els 25 °C s'activa la refrigeració. Dins del rang de confort cap dels dos sistemes estarà actiu.

Ara bé, forces vegades els termòstats es desequilibren i les màquines es desajusten, per això cal comprovar el seu correcte funcionament i revisar que realment estem a la temperatura indicada, això evita pèrdues i si es manté un control constant l'eficiència de climatització és més elevada.

4.2. Programar actuacions

Centrar totes les activitats possibles que requereixin consum en les hores de producció. Un possible exemple seria escalfar aigua durant el dia, tot i que sigui utilitzada en altres hores, com ara cap al vespre, en les dutxes dels vestuaris després de les activitats extraescolars. Durant les hores de producció, escalfar l'aigua fins a certa temperatura no ens costa, i després, en el moment en que la vulguem utilitzar, només caldria escalfar-la dos o tres graus, degut a que ja la tindríem preescalfada. Aquest fet resultaria molt menys costós, que tot el procés d'escalfar-la des de la temperatura de la xarxa fins a la temperatura requerida en un moment en que no tenim producció solar.

Al ser l'equipament analitzat una escola, el consum de ACS estalviat es podria estudiar en els vestuaris o la cuina en cas que hi hagi menjador.

4.3. Gestió de contractes i factures

És important fer un estudi de les comercialitzadores existents avui en dia. Saber en quina companyia estàs, quin preu pagues per kWh i si existeixen preus més competitius són mesures que es poden adoptar per tal de generar estalvis tant energètics com econòmics. Resulta interessant promoure la compra agregada d'energia més que els contractes individuals, ja que com més kWh es contracten, s'aconsegueixen ofertes de preus més econòmiques.

Un altre aspecte rellevant és formar part de l'ACM (Associació Catalana de Municipis). L'ACM impulsa la compra agregada per als ens locals oferint un estalvi de tràmits administratius i millora econòmica dels serveis. A tall d'exemple, l'ACM duu a terme compra agregada d'electricitat, gas o cotxes entre d'altres. Per tant, formant part d'aquesta associació es poden obtenir preus d'energia molt competitius.

4.4. Gestió de l'excedent

Un punt bàsic de la producció fotovoltaica és compensar l'excedent. En primer lloc cal considerar que l'òptim és auto consumir tot el que es produeix, és a dir tenir els mínims excedents possibles. Per tal d'aconseguir-ho, una bona proposta és instal·lar autoconsums col·lectius, és a dir que més d'un equipament faci ús de la producció solar, amb els seus percentatges d'autoconsums respectius.

A l'hora d'injectar energia a la xarxa, cal tenir en compte que la compensació econòmica no és energètica, donat que el preu de compra és el triple que el preu de venda. Això obliga a que per deixar la part de consum de la factura a zero has de vendre el triple d'energia la que consumeixes.

Com que aquest fet no resulta massa beneficiós, una proposta de millora proposada és la instal·lació de bateries, que et permetin emmagatzemar els excedents generats per tal de consumir-los en hores en que no hi ha producció. Tot i això, aquesta mesura sí que requeria una inversió, per això serà analitzada i avaluada al punt 5.

5. Proposta de mesures d'eficiència energètica que requereixin inversió

En aquest apartat es proposen mesures que sí que requereixen una inversió inicial per millorar l'eficiència energètica de l'equipament.

5.1. Envolupant

Entre els paràmetres que es tenen en compte a l'hora de calcular la qualificació energètica d'edificis i mesures que es poden adoptar per millorar la seva eficiència energètica es troba l'envolupant tèrmica de l'immoble, que és la separació entre l'interior i l'entorn exterior d'un edifici.

Segons el Codi Tècnic de l'Edificació l'envolupant tèrmica de l'edifici es compon de tots els tancaments que separen els espais habitables de l'ambient exterior i per les particions interiors que separen espais habitables dels no habitables, que també limiten amb l'exterior. En definitiva, tot mur, finestra, sostre i sòl que separa l'espai interior de l'immoble de l'espai i terreny exterior.

L'envolupant tèrmica compleix les funcions de protecció de l'edifici i facilita el seu control climàtic. D'aquesta forma, serveix d'aïllament tèrmic i escut contra les inclemències climatològiques per millorar el benestar dels ocupants i a la vegada reduir el consum energètic de l'immoble.

Un edifici amb tancaments o vidres inadequats, aïllament insuficient i instal·lacions de calefacció, aigua calenta i refrigeració de mala qualitat, a més de no ser confortable, ens pot passar durant molts anys una factura molt cara, per l'alt consum energètic.

És necessari aïllar-lo tèrmicament amb bons materials de baixa transmitància per reduir al màxim les pèrdues entre l'interior i l'exterior, instaurar vidres dobles i finestres practicables per generar una ventilació creuada natural. A més a més, es pot observar a la imatge de la façana que l'equipament no consta de proteccions solars, per tant seria convenient construir tendals, lamel·les o voladís, ja que correctament gestionats a l'hivern i a l'estiu poden ser molt efectius.

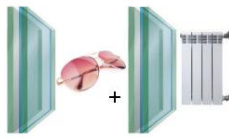
A continuació es mostren quatre tipus d'**aïllants** que serien factibles d'aplicar i les seves propietats:

Materials aïllants	Propietats
Llana de vidre	- Format per fibres de vidre o plàstic. - Bon aïllant tèrmic, elèctric i acústic. - Gran resistència mecànica. - No inflamable i no pot ser causa de transmissió d'humitats. - La seva porositat, però, fa que hagi d'estar protegit de l'aigua líquida.
Llana mineral	- Format per fibres de roques volcàniques. - Aïllant tèrmic, com a protecció passiva contra incendis i com a aïllant acústic. - Permet incorporar aire a l'interior. - La resistència mecànica és similar a la de la llana de vidre, però suporta temperatures més elevades.
Poliestirè expandit (EPS)	- Pertany a la família de les escumes plàstiques. - S'utilitza com a aïllant tèrmic - Els materials fabricats amb EPS poden arribar a assolir resistències a la compressió de 200 a 250 kPa. - És inflamable.

	- Presenta absorcions d'aigua variables que oscil·len entre un 3% i un 15% en immersió total. - No sol ser bon aïllant acústic per la seva rigidesa.
Poliestirè extruït (XPS)	- Pertany a la família de les escumes plàstiques. - S'utilitza com a aïllant tèrmic - Els productes fabricats amb XPS assoleixen resistències mecàniques de l'ordre de 300 kPa, però poden arribar a 700 kPa. - El XPS pot suportar càrregues permanents de llarga durada sense presentar fatiga. És inflamable - Presenta absorcions d'aigua inferiors a un 1% en immersió total i fins al 3% en absorció forçada.

Construir una capa d'aïllant d'uns 40 mm de gruix, tindria un cost aproximat de 20 €/m² d'aïllant i podria arribar a suposar un estalvi energètic del 20%-30% del consum d'energia en calefacció i refrigeració.

Una altra millora de l'envolupant són les **finestres**. A continuació es mostren tres tipus de vidres que es podrien instal·lar per tal de millorar l'eficiència de l'envolupant:

Vidres	
Vidre doble amb cambra d'aire	
Vidre doble amb cambra d'aire + Control solar + Baixa emissivitat tèrmica	
Vidre doble amb cambra d'aire + Control solar + Aïllament acústic	

Com més prestacions té el vidre, més estalvi energètic generen, però també són més cars. Depenen de les necessitats de cada cas en particular, es convenient elegir-ne un o un altre. El preu base ronda els 100 €/m², mentre que els més cars poden arribar als 400 €/m².

Finalment, per acabar de rematar el nostre envolupant i fer-lo el més eficient possible, es proposen dos tipus de proteccions solars, les quals correctament gestionades poden arribar a representar entre un 10%-20% d'estalvi energètic.

Proteccions solars	
Persiana enrotllable de lamel·les de PVC	
Tendal manual amb manovella	

El cost de les proteccions sol estar entre els 200€ - 400€ depenent del tipus d'element elegit.

Realitzar un canvi d'envolupant normalment suposa una cost molt elevat, i sol anar acompanyat de reformes d'obra civil o altres modificacions, ja que realitzar-les puntualment encara encareix més el cost. Per tant, és important ser-ne conscient i si en un futur es realitzen modificacions a l'edifici, plantejar-ne les seves integracions.

5.2. Canvi equips més eficients

Una altra mesura que seria convenient i efectiva seria fer una auditoria energètica de cada aparell de l'equipament (ordinador, impressores, rentadores, rentavaixelles...etc) per poder saber les seves potències i consums. A partir d'aquestes dades es podria valorar el seu rendiment i si es convenient renovar-les per màquines més actuals i eficients.

5.3. Il·luminació

Es convenient canviar tots els tipus d'il·luminació per llums LED, ja que són una tecnologia que suposa un estalvi considerable d'energia, tant per a la seva major eficiència com per la seva major durabilitat. Els tubs LED consumeixen entre un 40% i un 50% menys d'energia que els tubs fluorescents convencionals, amb una durada de fins a 10 anys.

A continuació es mostra una estimació del que costaria substituir diferents lluminàries per LEDS amb control DALI.

Tipus de lluminària	Canvi a LED	Cost
Tub fluorescent 600mm – 30W	Llum LED 600mm – 14W	180€
Tub fluorescent 1200mm – 36W	Llum LED 1200mm – 18W	210€
Tub fluorescent 1500mm – 58W	Llum LED 1500mm – 25W	250€
Downlight 200mm – 52W	Downlight LED 200mm – 18 W	60€
Projector – 250W	Projector LED – 50W	90€
Bombetes incandescent 100W	Bombeta LED 10W	8€

La instal·lació d'il·luminació es projecta de manera que garanteixi els valors de la luminància mitja, l'eficiència energètica límit de la instal·lació (VEEI) i la potència màxima d'il·luminació instal·lada.

Per al càlcul de la luminància mitja s'utilitza el mètode del flux i la justificació del valor VEEI es fa segons les prescripcions del DB HE-3 "Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació".

El càlcul d'VEEI, es realitza amb la següent fórmula:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

on:

P = La potència de la lampara més l'equip auxiliar [W]

S = La superfície il·luminada en [m2]

Em = La luminància mitja horitzontal en [lux].

Els valors d'eficiència energètica límit en els interiors dels edificis, es recullen en la taula 2.1 del DB HE-3. La potència límit d'il·luminació instal·lada, es troba en la taula 2.2 del DB HE-3. En l'apartat de càlculs es troba justificat el compliment de VEEI i de potència límit instal·lada.

Segons la secció HE3 del CTE, l'edifici objecte d'aquest projecte serà àmbit d'aplicació de la normativa establerta degut a que es tracta d'una intervenció en edificis existents amb renovació o ampliació d'una part de la instal·lació. En el cas d'intervencions en edificis existents, es consideraran els criteris d'aplicació següents:

- intervencions en edificis existents amb una superfície útil total final (incloses les parts ampliades, si escau) superior a 1000 m², on es renovi més del 25% de la superfície il·luminada.
- quan es renovi o ampliï una part de la instal·lació, s'adequarà la part de la instal·lació renovada o ampliada perquè es compleixin els valors d'eficiència energètica límit en funció de l'activitat.
- quan la renovació afecti zones de l'edifici per a les quals s'estableixi l'obligatorietat de sistemes de control o regulació, es disposa d'aquests sistemes.
- en canvis d'activitat en una zona de l'edifici que impliquin un valor més baix del Valor d'Eficiència Energètica de la Instal·lació (VEEI) límit respecte del de l'activitat inicial, s'adequarà la instal·lació d'aquesta zona.

Per tant, les instal·lacions d'enllumenat compliran amb els punts establerts al CTE-HE3. Concretament, per aquest projecte, el valor de eficiència energètica de la instal·lació (VEEI) de la instal·lació de il·luminació no superarà el valor límit (VEElim) establert a la taula 3.1-HE3:

Taula 3.1 - HE3 Valor límit de eficiència energètica de la instal·lació (VEElim)	
Ús del recinte	VEEI límit
Aules i laboratoris (2)	3,5

Sabent que la superfície de l'equipament és de 468m², simulant un escenari, en el qual s'instal·len tubs LED 1500mm – 25W, es necessitarien:

$$3,5 \frac{W}{m^2} \cdot 1500m^2 \cdot \frac{1 LED}{25 W} = 210 LEDs$$

Els quals suposarien un cost aproximat de 50.000€.

Amb una hipòtesis de 10h de funcionament diari, 35 setmanes any d'obertura i un cost aproximat de 0,3€/kWh, suposaria un retorn aproximat de 5 anys.

A més a més, per millorar l'eficiència en la il·luminació, es proposa fer controls en funció de la il·luminació natural amb cèl·lules fotoelèctriques, instal·lar sensors de presència i interruptors temporitzats.

Estalvi energètic mitjançant estratègies de control	
Estratègia de control	Estalvi (%)
Llum natural	50
Cèl·lules fotoelèctriques	20-30
Detectors de presència i interruptors temporitzats	25-40

El cost d'instal·lació de cèl·lules fotoelèctriques per a controlar la llum natural depèn de diversos factors, com ara la grandària del sistema, la complexitat de la instal·lació, el tipus de cèl·lules fotoelèctriques i la ubicació de l'edifici. En general, els costos poden oscil·lar entre els 500€ i els 1000€ per finestra. El cost dels detectors de presència oscil·len entre els 50€ i els 200€ euros per detector, depenent de les especificacions.

No obstant això, cal destacar que l'ús de cèl·lules fotoelèctriques per al control de la llum natural pot contribuir a reduir el consum d'energia de l'edifici, al mateix temps que millora el confort i la productivitat dels ocupants. En aquest sentit, és important considerar els possibles estalvis a llarg termini que pot proporcionar la inversió en aquest tipus de tecnologia.

5.4. Control de climatització

És important tenir un control de la climatització de tot l'edifici. En aquest cas, al ser una escola antiga, construïda a l'any 1978, és molt probable que la instal·lació tèrmica funcioni de forma conjunta. Aquest tipus de funcionament en un edifici de diferents plantes amb quatre façanes exteriors i diferents orientacions, es poc eficient.

Per això es proposa una segregació del clima per plantes i orientacions, és a dir, el control del termòstat ha d'estar segregat per tal d'aconseguir que cada divisió funcioni de forma independent, adequant-se a les seves condicions. Aquesta mesura permet un estalvi energètic i a més a més garanteix el confort tèrmic de cada sector.

Per saber el cost de la mesura s'hauria de tenir en compte en quants sectors es vol dividir l'equipament i per tant el nombre de termòstats necessaris, i els metres de tubs aïllats que caldrien per fer arribar l'aigua des de l'origen fins a cada sector, tot això resumit en un projecte executiu.

5.5. Control i monitorització del subministrament elèctric

1. **Control de quadres elèctrics:** Per tenir un control de com influeix el consum de cada sector en el consum global, i detectar d'on provenen les variacions i en quina àrea cal actuar en cada cas, es convenient instal·lar pinces amperimètriques en els quadres elèctrics de cada sector, les quals permetran saber en tot moment el consum individual de les estàncies de l'equipament.
2. **Control de línia:** Tenir digitalitzat l'estat de les línies elèctriques per poder actuar en les mateixes. Tenir el control en tot moment de l'estat de l'equipament (llums, aparells, sistemes elèctrics...etc).
3. **Control total i remot:** Instal·lar sistemes de monitorització d'energia amb sensors que permeten mesurar i analitzar el consum d'energia en temps real, i enviar les dades a un dispositiu central que les processa i les mostra en temps real a través d'una aplicació o una pàgina web. Això permet identificar oportunitats per millorar la eficiència energètica i reduir costos.

El cost d'un sistema de monitorització d'energia varia en funció de diversos factors, com ara la complexitat del sistema, la grandària de l'edifici i el nombre de sensors necessaris. Altres factors que poden afectar el cost inclouen el tipus de tecnologia utilitzada, el nivell de personalització i la ubicació geogràfica. En general, els costos d'un sistema de monitorització poden oscil·lar entre uns 500€-2.000€, depenent de les necessitats de l'edifici i dels requeriments del sistema.

5.6. Punt de recàrrega de vehicle elèctric

Cada vegada més les administracions i particulars tendeixen a la mobilitat elèctrica com a mesura per assolir els objectius de reducció de les emissions de CO₂. Es proposa la incorporació d'un punt de càrrega per a aprofitar els excedents de la instal·lació fotovoltaica i que aquesta reducció d'emissions sigui encara major amb una càrrega d'energia elèctrica 100% renovable. Es podria ampliar la producció destinada a l'edifici i es podrien cobrir consums que ara mateix no es contemplen.

Es valora la instal·lació d'un punt tipus piona, per a dos vehicles, amb un preu de al voltant dels 7.000€ IVA inclòs, que si bé pot ser també objecte de subvenció.

És més que suficient una potència de 11kW per toma, ja que la majoria de vehicles tan sols admeten una càrrega màxima de 7,4kW per a toma tipus 2 (mennekes). Així, tot i que els equips admeten fins a 22kW per toma, normalment es configura per a que amb dos vehicles carregant es subministri un màxim de 11kW a cada vehicle.

La seva amortització és senzilla de calcular si suposem que la càrrega del vehicle es realitza completament en règim d'autoconsum:

Inversió inicial (€)	7.000
Litre de gasoil (€/l)	1,70
Litres per amortitzar la inversió	3.889
l/100km de consum vehicle mitjà	5,7
Km totals per amortitzar la inversió	68.228,1

5.7. Bateria per a l'acumulació d'excedents

Es proposa la incorporació d'una bateria tipus modular, de 5kWh fins a 180kWh, compatible amb l'inversor, que permeti l'autoconsum dels excedents.

Per fer un predimensionat de la bateria observem els excedents de la instal·lació:

Excedents totals	Compensats	No compensats
14,14	14,14	0
20,64	20,64	0
36,95	36,95	0
156,43	156,43	0
135,19	135,19	0
246,13	246,13	0
380,31	380,31	0
306,18	306,18	0
59,03	59,03	0
29,22	29,22	0
0,00	0,00	0
29,06	29,06	0

Com s'ha analitzat anteriorment, en aquest cas es compensen la totalitat dels excedents. Si volguessin emmagatzemar aquests excedents i auto consumir-los a partir d'una bateria, l'estalvi seria el següent.

Es considera la instal·lació d'una bateria de Liti, modular, de 15kWh, amb un preu de 1.000 €/kWh IVA inclòs. La seva amortització es pot calcular per la diferència entre el preu de compensació d'excedents i el preu d'estalvi per autoconsum. Aquest preu d'estalvi dependrà de la tarifa i de les hores on es produeixi

l'autoconsum. En aquest cas, es considera un preu mig d'estalvi per autoconsum de 0,25 €/KWh IVA inclòs, tenint en compte que amb la incorporació de bateries l'autoconsum es pot produir en hores punta, i recordant també els bons preus de que es disposa actualment a la ACM, que possiblement poden incrementar a la propera licitació, la qual cosa reduiria els terminis d'amortització. El preu de compensació d'excedents considerat és de 0,13 €/kWh IVA inclòs.

Aquesta bateria podria combinar força bé amb algunes de les millores proposades als apartats anteriors. Per exemple, generar acumulació durant les hores de sol del matí o durant els mesos d'estiu podria cobrir consums durant les hores de no sol o els mesos posteriors a l'estiu que no es podrien cobrir sense la bateria. Si bé es veritat que com més alta sigui la acumulació més alt serà el cost de la bateria, com a plantejament per fets puntuals en podria ser útil.

A continuació es detalla un breu dimensionament per la bateria de 15kWh.

Excedents de la instal·lació	1413,29	kWh
Mitjana diària	8,61	kWh/dia
Capacitat bateria considerada	1,00	kWh
Inversió	1000,00	€
Preu estalvi autoconsum	0,25	€/kWh
Preu compensació excedents	0,13	€/kWh
Diferència autoconsum/compensació	0,12	€/kWh
Excedents compensables	100,00%	
Excedents no compensables	0,00%	
Estalvi per autoconsum bateria	169,59	€/any
Retorn de la inversió	5,90	anys

6. Resum de millores

Millores sense cost

- Control i revisió de l'eficiència dels equips i màquines de l'equipament
- Programar actuacions
- Programar aparells i electrodomèstics
- Gestió de contractes i factures
- Gestió de l'excedent

Millores amb inversió

- Reforma envolupant

- Canvi pe equips més eficients
- Millora en la il·luminació
- Control de la climatització
- Control i monitorització del subministrament elèctric
- Punt de recàrrega de vehicle elèctric
- Bateria per a l'acumulació d'excedents

Barcelona, febrer 2023

Raimon Renau Permanyer. ESITEC

Col·legi Enginyers Industrials Catalunya. Col·legiat nº 12.676

Carrer París, 207, 5e 1a 08008 - BARCELONA

