
DISSENY I APLICACIÓ DEL PROTOCOL D'INSTAL·LACIÓ D'ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EDIFICIS AÏLLATS DE LA XARXA ELÈCTRICA AL PNAP

Autores: Mar Esteban,
Julia Martínez i
Marta Vilar

Tutors: Pere Masqué i
Joan Rieradevall

Paraules clau: energia fotovoltaica, edifici aïllat de la xarxa elèctrica convencional, protocol, anàlisi de sensibilitats.

RESUM

En el perímetre del parc s'hi troben gran nombre d'edificacions amb manca de subministrament elèctric degut a la gran dispersió de la població de la comarca.

L'objectiu d'aquest estudi és desenvolupar un protocol per determinar la viabilitat de l'energia fotovoltaica en edificis aïllats i aplicar-la de forma pilot a dos edificis gestionats pels responsables del Parc Natural de l'Alt Pirineu, el Centre de Logística i Manteniment (CLM) i el Refugi del Fonet. Aquests han estat escollits per la seva representativitat com a edificis aïllats de la xarxa elèctrica convencional.

S'ha elaborat una metodologia pròpia, el Protocol d'instal·lació d'energia fotovoltaica en edificis aïllats de la xarxa elèctrica.

S'ha realitzat una anàlisi de sensibilitats del dimensionat fotovoltaic davant la modificació de diversos paràmetres rellevants. Això ha permès determinar les característiques òptimes de viabilitat per als dos edificis en estudi i el cost de la instal·lació fotovoltaica (17.183€ el CLM i 164.815 € el Refugi del Fonet).

Els resultats obtinguts en els dos edificis pilot, han mostrat el gran cost relatiu entre l'energia fotovoltaica i l'energia elèctrica produïda a partir de combustibles fòssils.

RESUMEN

En el perímetro del parque se encuentran gran cantidad de edificaciones con carencias en el suministro eléctrico debido a la gran dispersión de la población de la comarca.

El objetivo de este estudio es desarrollar un protocolo para determinar la viabilidad de la energía fotovoltaica en edificios aislados y aplicarla de forma piloto en dos edificios gestionados por los responsables del Parc Natural de l'Alt Pirineu, el Centro de Logística y Mantenimiento (CLM) y el Refugi del Fonet. Estos han sido seleccionados por su representatividad como edificios aislados de la red eléctrica convencional.

Se ha elaborado una metodología propia, el Protocolo de instalación de energía fotovoltaica en edificios aislados de la red eléctrica.

Se ha realizado un análisis de sensibilidades del dimensionado fotovoltaico ante la modificación de diversos parámetros relevantes. Esto ha permitido determinar las características óptimas de viabilidad para los dos edificios en estudio y el coste de la instalación fotovoltaica

Los resultados obtenidos en los dos edificios en estudio, han mostrado el elevado coste relativo entre la energía fotovoltaica y la energía eléctrica producida a partir de combustibles fósiles.

ABSTRACT

Due to the great dispersion of the county population all around the park X limits, a large number of buildings are lacking of electrical supply.

The objective of this work is to develop a feasibility study for a photovoltaic energy installation in isolated buildings. Precisely, this installation should be made in two buildings, managed by the "Alt Pirineu Natural Park" staff. These are the Centre de Logística i Manteniment (CLM) and the Refugi del Fonet. These two buildings have been selected because they are representative of those which are not connected to the conventional electricity network.

We have elaborated a particular methodology: the protocol of photovoltaic energy installation in buildings isolated from the electrical network.

This study includes an analysis of the required photovoltaic power system depending on several relevant parameters. This has allowed to determine the optimal characteristics for the two investigated buildings and the cost of the photovoltaic installation (17183€ for CLM and 164815€ for Refugi del Fonet)

The work concludes that the relative cost of the photovoltaic energy system is higher than the electrical power generation system based on fossil fuels.

INTRODUCCIÓ

El present article aborda la temàtica de l'ús de l'energia fotovoltaica per al subministrament d'electricitat en edificis sense connexió a la xarxa elèctrica. Concretament, l'estudi s'ha centrat en el Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP), situat en una comarca coneguda per la seva elevada producció hidroelèctrica i amb una gran dispersió poblacional. Aquesta darrera característica comporta l'existència de molts edificis en condicions d'aïllament.

L'energia solar fotovoltaica és aquella que s'obté per mitjà de la transformació directa de l'energia del sol en energia elèctrica. Aquesta transformació es realitza mitjançant un equip anomenat panell fotovoltaic, format per un conjunt de cel·les fotovoltaïques (FOCER, 2002). Si és necessari emmagatzemar l'electricitat produïda cal disposar d'un sistema acumulador format per bateries i per un dispositiu regulador de la càrrega d'entrada. Els mòduls fotovoltaics subministren corrent continu; és per aquest motiu que és necessari un component addicional, l'inversor, que transforma aquest corrent en altern.

Els objectius són desenvolupar una metodologia per avaluar la viabilitat de la implantació de l'energia fotovoltaica en edificis aïllats de la xarxa elèctrica convencional i estudiar la viabilitat de la implantació de l'energia fotovoltaica en dos edificis aïllats de la xarxa elèctrica convencional, el Centre de Logística i Manteniment (CLM) i el Refugi del Fonet, que servirà per avaluar el funcionament del Protocol desenvolupat.

Els dos edificis objecte d'estudi són gestionats pel PNAP. El CLM, actualment en funcionament, és magatzem i taller i està situat a 2 km de Llavorsí. El Refugi del Fonet es troba al municipi d'Alòs d'Isil i funcionarà com a bar-restaurant, punt d'informació, refugi i magatzem.

METODOLOGIA

Per dur a terme aquest projecte s'ha fet una cerca documental, tant a través de bibliografia escrita i digital, com també consultant a tècnics i especialistes en alguns dels aspectes més rellevants de la temàtica. La segona fase ha consistit en el treball de camp, dut a terme en el context del PNAP; tant amb entrevistes amb els gestors del parc i persones responsables d'edificis amb característiques interessants per la seva possible extrapolació als dos edificis proposats com en la visita i recollida de dades en els dos edificis en estudi. En la tercera fase ha estat elaborada l'eina informàtica que permet determinar la viabilitat de l'energia en estudi, i que s'anomena "Protocol d'instal·lació d'energia fotovoltaica en edificis aïllats de la xarxa elèctrica".

Protocol

Aquest Protocol ha estat acotat per ésser aplicat en edificis que actualment o no disposen de cap tipus de subministrament elèctric o bé fan servir un grup electrogen, ja sigui amb gasoil o benzina.

S'ha dissenyat en base a dades referents a l'edifici i a un coneixement previ de les característiques del mateix per tal d'introduir-les quan el Protocol les requereixi. Un estudi d'usuaris ha condicionat el disseny del Protocol per a tècnics municipals, gestors de parcs naturals, enginyers o tecnòlegs i instal·ladors, ja que requereix d'uns coneixements tècnics mínims. Ha estat elaborat en format Excel XP, per la seva accessibilitat i fàcil ús.

Taula 1. Característiques diferencials del Protocol per instal·lar energia fotovoltaica en edificis aïllats respecte altres protocols existents al mercat.

<i>Característiques</i>	<i>Protocol</i>
<i>Introducció de dades i comprensió</i>	Especifica clarament quina dada es requereix, com s'ha de subministrar i quin procés es segueix en el càlcul del dimensionat.
<i>Modificació de paràmetres</i>	Permet modificar els paràmetres òptims calculats pel Protocol.
<i>Estructura</i>	Estructura en forma d'arbre que en facilita el seguiment.
<i>Informació complementària</i>	Proporciona informació complementària que facilita la introducció de les dades.
<i>Escenari de mercat</i>	S'adapta al moment i espai actuals ja que cal subministrar els preus del moment tant dels combustibles fòssils com dels permisos d'emissions de CO ₂ .
<i>Consum</i>	Fa un càlcul molt ajustat del consum de l'edifici.
<i>Recursos solars de l'edifici</i>	Fa un càlcul molt ajustat dels recursos, considerant les dades disponibles més properes i tenint en compte l'orografia de l'indret.
<i>Sistema de suport energètic</i>	Calcula si és necessari un sistema de suport energètic i subministra les característiques del model més òptim.
<i>Amortització econòmica</i>	Compara el sistema fotovoltaic amb un sistema basat en un grup electrogen.
<i>Aspectes ambientals</i>	Considera les emissions de CO ₂ evitades.
<i>Resum</i>	En finalitzar els càlculs proporciona una taula resum dels dimensionats del sistema.

Font: Elaboració pròpia.

El quadre anterior (Taula 1) mostra les característiques que fan del Protocol desenvolupat en aquest projecte una eina

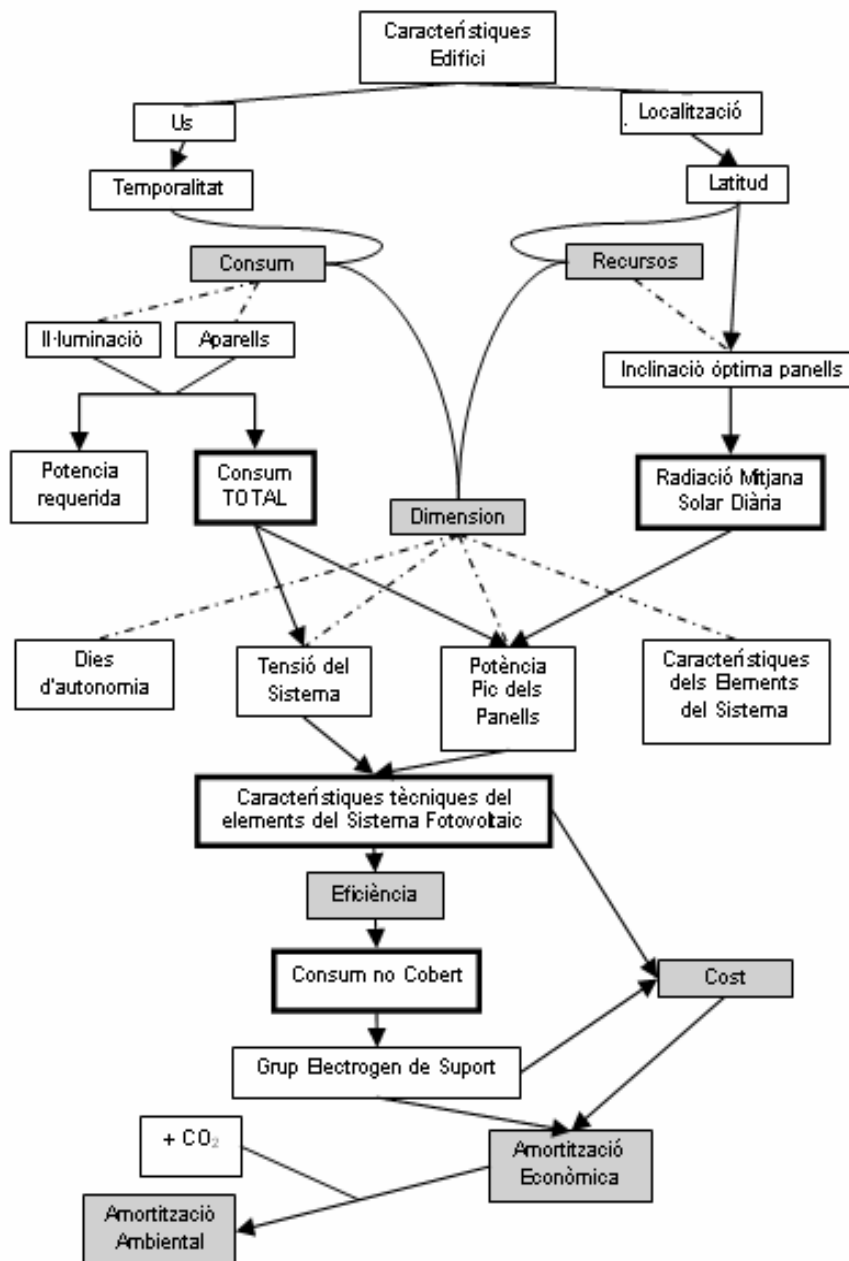
innovadora respecte les eines ja existents amb els mateixos objectius.

L'esquema següent (Figura 1) mostra l'estructura del software. Aquest parteix de les dades característiques de l'edifici introduïdes per l'usuari. Tenint en compte aquestes dues dades s'omplen els apartats de "Recursos" i de "Consum", d'on s'obté, en passos posteriors, la major part de la informació requerida per a fer els càlculs. D'aquests dos apartats s'obtenen els dos valors més importants per al funcionament correcte de l'apartat "Dimensionat", com són el consum total de l'edifici i la radiació mitjana solar diària. Amb aquestes dues dades i les característiques dels elements i els dies d'autonomia que tindrà el sistema es calcula el

nombre i el model de cadascun dels elements del sistema fotovoltaic.

Un cop s'han obtingut aquestes dades, la majoria proporcionades pel Protocol, es calcula l'eficiència del sistema per tal de saber el consum que no es pot cobrir i per tant, establir quin serà el grup de suport que s'utilitzarà per arribar a cobrir el consum total de l'edifici. A partir d'aquests dos últims apartats, el "Dimensionat" i l'"Eficiència", el Protocol genera una estimació dels cost que tindria la instal·lació. Finalment, comparant el cost de generar l'electricitat mitjançant el sistema fotovoltaic i el cost de generar-la mitjançant combustibles fòssils s'obtenen els anys d'amortització econòmica i ambiental basada en les emissions de CO₂ evitades.

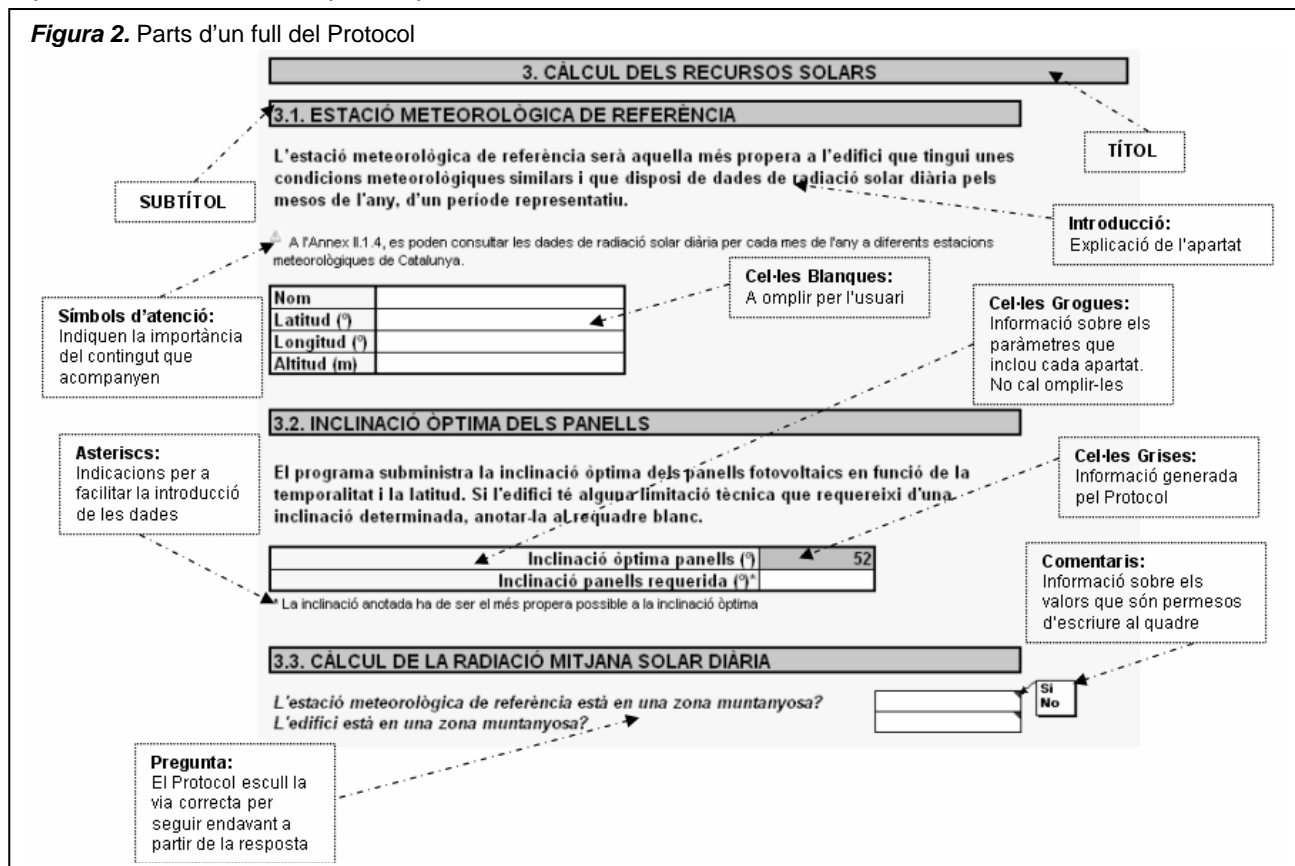
Figura 1. Esquema de funcionament del Protocol



Font: Elaboració pròpia

La utilització del programa que constitueix el Protocol es basa en introduir les dades que demana i a partir d'aquestes rebre'n d'altres que calcula el programa mateix. S'han creat un seguit de recursos per a facilitar la seva utilització i, alhora, fer-lo entenedor. A la figura següent és representat un dels fulls que es poden trobar al

llarg del procés d'introducció de dades. En ella hi ha marcats els diferents tipus de quadres de què consta el Protocol i també alguns dels aclariments presents, com ara els símbols d'atenció o els asteriscs. Cada apartat, a més, conté una explicació del què demana i perquè ho demana.



Font: Elaboració pròpia

INVENTARI

A continuació (taules 2 i 3) es fa una caracterització dels dos sistemes objecte d'estudi, el CLM i el Refugi del Fornet, considerant les dades necessàries per a l'aplicació del Protocol.

Taula 2. Característiques del CLM.

Nom edifici	Centre de Logística i Manteniment
Municipi (comarca)	Llavorsí (Pallars Sobirà)
Propietat/Gestió	Particular/PNAP
Latitud, longitud i altitud	42,483°, 1,217° i 825m
Ús edifici	Taller i magatzem
Temporalitat d'ús	Tot l'any, 5 dies a la setmana
Consum elèctric	2.620 Wh/dia
Potència	1.831 W
Recursos solars	3.442 Wh/m ² ·dia ¹
Superfície útil panells	75m ²

Font: Elaboració pròpia

Taula 3. Característiques del Refugi del Fornet.

Nom edifici	El Refugi del Fornet
Municipi (comarca)	Alòs d'Isil (Pallars Sobirà)
Propietat/Gestió	Ajuntament Alt Àneu/PNAP
Latitud, longitud i altitud	42,723°, 1,1° i 1.370m
Ús edifici	Bar-restaurant, refugi, punt d'informació.
Temporalitat d'ús	Estiu (de maig a setembre)
Consum elèctric	48.370 Wh/dia
Potència	11.476 W
Recursos solars	3.787 Wh/m ² ·dia ²
Superfície útil panells	516 m ²

Font: Elaboració pròpia

CONDICIONS DE CÀLCUL

A continuació se sintetitzen les variables utilitzades per a l'anàlisi de sensibilitats realitzat als sistemes objectes d'estudi. Amb les dades recollides s'han establert els escenaris base, que

¹ Valor mitjà anual.

² Valor mitjà anual.

s'utilitzen per comparar amb la resta de simulacions.

Per al cas del CLM es considera: el consum futur de l'edifici, sense incloure aparells d'alt consum; 3 dies d'autonomia del sistema; els preus actuals tant del CO₂ com dels combustibles fòssils; que està en funcionament tot l'any, i que s'utilitza un grup electrogen com a sistema de suport.

En el cas del Refugi del Fornet es considera: el consum futur de l'edifici, 1 dia d'autonomia, els preus actuals tant del CO₂ com dels combustibles, que està en funcionament de maig a setembre, i que no requereix de grup electrogen de suport.

S'han modificat alguns dels paràmetres dels que considera el Protocol, que poden modificar el resultat. Alguns d'aquests paràmetres s'estableixen a l'hora de dissenyar el sistema, anomenats escenaris del sistema i d'altres depenen del context, anomenats escenaris externs.

L'ús aparells de molt alt consum no és compatible amb l'energia fotovoltaica, incrementa molt la dimensió de la instal·lació i, per tant, del seu preu.

Les bateries són un dels elements més contaminants i de menys vida útil del sistema fotovoltaic. El seu nombre ve determinat pels dies d'autonomia, que s'estableixen analitzant la probabilitat que hi hagi sèries de dies seguits sense radiació. Però el fet de minimitzar els dies d'autonomia, augmenta el consum no cobert amb el sistema fotovoltaic que cal abastir amb combustibles fòssils, cosa que incrementa les emissions de

CO₂. Així, en l'elecció dels dies d'autonomia cal trobar l'ajust òptim.

La radiació solar mensual varia molt al llarg de l'any. Així si es vol tenir un sistema fotovoltaic autònom cal dimensionar-lo per al mes de menys radiació (desembre) i en conseqüència, durant els mesos de més radiació hi haurà un elevat excedent energètic. Aquest fet elimina les emissions de CO₂, però fa incrementar molt el cost inicial de la instal·lació, i per tant, els anys d'amortització, així com la inversió de materials necessaris per fabricar els elements del sistema. Per tal de fer més eficient el sistema, ambientalment i econòmicament, cal arribar a un equilibri entre cobrir gran part del consum i reduir l'excedent energètic.

Per tal que el consum de l'edifici pugui ser cobert amb energia fotovoltaica, cal que aquest sigui mínim. Per fer-ho, s'ha de considerar l'ús d'aparells i enllumenat eficients, i la disminució del consum a partir d'utilitzar alternatives.

El preu actual dels combustibles fòssils no internalitza ni els costos reals ni els ambientals. Aquest fet fa que l'energia fotovoltaica no sigui competitiva econòmicament davant l'ús de combustibles fòssils en la producció d'electricitat. Si aquest preu augmentés, caldrien menys anys per amortitzar la inversió.

El preu dels drets d'emissió de CO₂ ha disminuït els darrers anys i ha arribat a maig de 2007 a un valor de 0,35 €/tona CO₂³. Un increment del preu faria significatiu el cost de les emissions estalviades en usar un sistema fotovoltaic.

Taula 4. Anàlisi de sensibilitats pel CLM modificant variables del propi sistema i variables externes

Característiques	Unitats	Escenaris del sistema					Escenaris externs		
		Escenari base	Connexió aparell molt alt consum	Reduir dies d'autonomia	Sistema fotovoltaic autònom	Reduir el consum	Increment preu combustibles	Increment preu CO ₂	Aprofitament excedents energètics
Consum diari	Wh/dia	2.620	8.620	2.620	2.620	1.630	2.620	2.620	2.620
Potència requerida	W	1.831	8.935	1.831	1.831	1.581	1.831	1.831	1.831
Cost total del sistema	€	17.183	59.786	15.131	37.080	11.051	17.183	17.183	17.183
Amortització econòmica ambiental *	anys	37	74	27	48	25	33	34	36
Elements del sistema	Panells	6	20	6	14	4	6	6	6
	Bateries	12	20	6	12	8	12	12	12
	Reguladors	1	2	1	3	1	1	1	1
	Inversors	1	4	1	1	1	1	1	1
Emissions de CO ₂	tones	0,54	0,62	0,68	0	0,12	0,54	0,54	0,54

* Per calcular l'amortització s'han considerat, a més dels paràmetres clàssics, el cost de les emissions de CO₂ estalviades.

□ Disminució

▒ Estable

■ Augment

Font: Elaboració pròpia.

³ Dada obtinguda de: <http://www.sendeco2.com>

Els recursos solars al llarg de l'any són variables i el consum de l'edifici aproximadament constant, per tant, sempre hi ha alguns mesos amb excedents energètics. En el cas que aquests poguessin ser utilitzats per altres usos, l'amortització dels sistema es faria en menys anys.

Per a arribar a un escenari òptim, tant a nivell econòmic, com ambiental i funcional, cal estudiar bé els paràmetres més rellevants i escollir-ne els adequats.

RESULTATS I CONCLUSIONS

Viabilitat de l'energia fotovoltaica al CLM

A partir dels resultats obtinguts amb el Protocol per al cas del CLM, s'obté que el preu de la instal·lació serà de 17.183 €, que inclou 6 panells, 12 bateries, 1 regulador i 1 inversor. L'eficiència mitjana anual del sistema és del 87%, degut a que no tots els mesos de l'any el sistema fotovoltaic és suficient per fer front al consum de l'edifici; és per això que cal un sistema de suport, que es considera que serà un grup electrogen de benzina.

Tenint en compte la inversió inicial i la despesa anual estalviada a nivell econòmic i ambiental, l'amortització comparant el sistema fotovoltaic amb un grup electrogen de gasoil és de 36,9 anys. Per tant, el cost total de la instal·lació no és molt elevat considerant que es tracta de subministrar electricitat a un edifici aïllat, i el valor de l'amortització econòmica és inferior a la vida útil del sistema en el cas del grup electrogen de gasoil. Aquests fets i que l'energia fotovoltaica és una energia neta, la fan l'opció més viable per subministrar energia a aquest edifici. Tanmateix, caldria estudiar els possibles usos de l'energia excedentària, sobretot a l'estiu.

Viabilitat de l'energia fotovoltaica al Refugi del Fonet

A partir de l'aplicació del Protocol per al cas del Refugi del Fonet, s'obté un preu total de la instal·lació de 164.815€, que inclou 96 panells, 12 bateries, 5 reguladors i 3 inversors. L'eficiència mitjana anual del sistema és del 101%. Tenint en compte la inversió inicial i la despesa anual estalviada a nivell econòmic i ambiental, l'amortització comparant el sistema fotovoltaic amb un grup electrogen de gasoil és de 66 anys.

Tant el valor d'amortització com el cost total de la instal·lació obtinguts són elevats i fan inviable l'ús de l'energia fotovoltaica per cobrir el consum de l'edifici. El fet que el cost econòmic sigui tant alt és degut a la gran dimensió que ha de tenir el sistema per tal de cobrir el consum del refugi, que és molt elevat. Perquè l'energia fotovoltaica pugui ser viable en edificis d'aquestes

dimensions seria necessari dissenyar l'edifici i els seus components considerant criteris d'eficiència i sostenibilitat.

L'energia fotovoltaica en edificis aïllats

A partir dels resultats obtinguts en l'anàlisi de sensibilitat aplicada al CLM i al Refugi del Fonet, s'observa que els valors d'amortització són elevats (36,9 i 66 anys respectivament) en relació amb la vida útil del sistema (40 anys) i la percepció de la societat del valor d'amortització dels béns materials. Aquest fet és degut a que es tracta d'instal·lacions per a edificis aïllats i que, per tant, no poden vendre l'electricitat produïda a la xarxa i així rebre una compensació econòmica, que i han de cobrir el consum no cobert amb un altre aparell que han de comprar i que funciona amb combustibles fòssils, normalment un grup electrogen. El preu de generar l'energia amb aquesta font és inferior que el cost de la instal·lació fotovoltaica pel fet que els combustibles fòssils tenen un preu que no internalitza els costos reals i els costos ambientals.

Pel que fa al cost de la instal·lació en els dos edificis, s'observa que en el cas del CLM, atès que el dimensionat s'ajusta a les necessitats reals de l'edifici i que el consum és baix en relació als recursos solars de que disposa, aquest cost total és assequible (17.183€) en comparació amb el cost de fer arribar la xarxa elèctrica (146.644€). Per al cas del Refugi del Fonet el cost és elevat (164.815€) pel fet que aquest edifici no contempla criteris d'eficiència i, per tant, té un consum molt (48.370 Wh/dia) que el que tindria si fos energèticament eficient (24.790 Wh/dia).

Per tal que el dimensionat del sistema i, per tant, el cost de la instal·lació siguin el màxim d'ajustats al consum de l'edifici, cal no sobre-dimensionar-lo. Per a fer-ho s'ha d'arribar a un equilibri entre el sistema fotovoltaic i el sistema de suport. Per a edificis que estan en funcionament tot l'any, es fa el dimensionat per al mes de març per tal que a l'estiu no hi hagi un excedent massa elevat (150% com en el cas del CLM) i a l'hivern subministrar l'energia que no cobreix el sistema fotovoltaic amb un grup electrogen de suport.

En comparar els combustibles fòssils amb les energies renovables, aquestes no poden ser econòmicament competitives. Actualment el preu dels combustibles fòssils no internalitza ni els costos reals ni els ambientals. De la mateixa manera que ho està fent el seu consum, el preu dels combustibles fòssils hauria de créixer exponencialment ja que es tracta d'energies no renovables i, per tant, finites. Això farà que, a curt termini, els recursos del planeta s'exhaureixin i calgui un canvi tecnològic cap a energies netes. Si es considera un increment del 90% en el preu dels combustibles fòssils, la reducció en el nombre d'anys d'amortització és d'entre un 15 i

un 45%, en funció del combustible considerat i del consum de l'edifici.

Per al càlcul de l'amortització ambiental, només s'ha considerat l'etapa d'ús del sistema per la complexitat que suposa establir quin és l'impacte ambiental de les etapes de fabricació, instal·lació i posterior gestió dels residus dels diferents sistemes considerats. S'acostuma a fer el càlcul a partir del preu de les emissions de CO₂. El preu actual de la tona de CO₂ és 0,35€. Amb la creació del mercat de drets d'emissió de CO₂ es pretenia reduir les emissions de CO₂ fent pagar un impost de contaminació.

Aquest preu ha anat disminuint de forma dràstica sense tenir en compte l'objectiu inicial de reducció de les emissions. Com ja s'ha dit en el cas dels combustibles fòssils, fins que el preu de la tona de CO₂ no sigui representatiu de l'impacte generat, les energies renovables no seran econòmicament competitives vers les energies convencionals. Així, calen mecanismes legals que, mitjançant subvencions, facin econòmicament competitives les energies renovables.

Taula 5. Comparació qualitativa de l'energia fotovoltaica vs grup electrogen.

	<i>Energia fotovoltaica</i>	<i>Grup electrogen</i>
<i>Aspectes tècnics</i>		
Temps d'instal·lació	x x	✓✓
Coneixement tècnic	x x x	x
Vida útil	✓ ✓	✓
Autonomia	✓ ✓ ✓	✓
<i>Aspectes ambientals</i>		
Soroll	✓ ✓ ✓	x x x
Olor	✓ ✓ ✓	x x
Ocupació d'espai de l'entorn	x x x	x
Risc d'explosió	x	x x x
Contaminació per lixiviació	x	x x
Educació ambiental	✓ ✓ ✓	x x x
Emissions indor	x	x x
Impacte visual dels equips	x x x	x
Gestió de residus posterior a l'ús	x x	x
Contaminació per CO ₂	✓ ✓ ✓	x x x
Balanç	17✓ - 16x = 1✓	4✓ - 22x = 18x

✓ Positiu x Negatiu

Font: Elaboració pròpia.

La dimensió del sistema fotovoltaic per tot l'any, comporta que en les èpoques de major radiació hi hagi més producció elèctrica de la que es requereix per al consum de l'edifici. Per tant, hi ha un excedent energètic que es perd si no es destina a algun altre ús. Aquest aprofitament suposa una major eficiència de la inversió. A més, si hi ha la possibilitat de vendre aquesta producció extra, hi ha un ingrés anual que suposa una reducció dels anys d'amortització. Pel cas del CLM aquest valor es redueix menys d'un any, ja que la producció excedentària és molt petita. Però

pel Refugi del Fornet, s'observa una reducció del 12% en el nombre d'anys d'amortització.

Al llarg del projecte s'han considerat només aspectes quantitius per comparar l'energia fotovoltaica amb altres sistemes, però hi ha molts altres aspectes que cal tenir en compte a l'hora de prioritzar una font energètica o l'altra. En aquest apartat (Taula 5) es compara qualitativament l'energia fotovoltaica amb l'energia subministrada per un grup electrogen.

Observant el balanç, es pot concloure que, tot i que els sistemes fotovoltaics són menys competitiu econòmicament, posseeixen impactes ambientals menors que els grups electrògens i, per tant, cal potenciar aquest tipus d'energies basant-se, sobretot, en paràmetres qualitius.

Propostes de millora

Actualment la situació de l'energia fotovoltaica enfront altres fonts energètiques no renovables és desavantajosa i fa necessari un canvi cap a aquest tipus d'energies més netes. És per això que cal que les administracions públiques estableixin mesures, tant a nivell normatiu com fiscal, per tal de compensar, en la mesura del que sigui possible, aquesta falta de competitivitat comparativa. En la redacció de la futura normativa del parc caldria tenir en compte la promoció tant d'aquesta energia com de la resta d'energies renovables, elaborant un pla estratègic per a la implantació de l'energia fotovoltaica en edificis aïllats mitjançant ajudes econòmiques, normativa específica i educació ambiental.

Després d'haver aplicat el Protocol en els dos sistemes pilot i gràcies al coneixement del funcionament intern del mateix, s'han extret un seguit de propostes de millora per tal d'ajustar millor el dimensionat del sistema. Aquestes són:

- Consideri la possibilitat de dimensionar per un mes amb més radiació tot i que això comporti un increment dels consum no cobert, sempre que la disminució del dimensionat del sistema compensi econòmicament i ambiental l'increment del combustible i de les emissions generades.
- Considerar altres possibles fonts energètiques que utilitzi l'edifici en el moment, com l'energia eòlica o la hidràulica.
- Considerar altres paràmetres a l'hora de calcular l'amortització ambiental, com: la gestió de les bateries, la quantitat de materials utilitzats per fabricar els components del sistema o l'energia en la fase de pre-ús.
- Facilitar alguns càlculs com els de les hores de sol o les necessitats lumíniques de l'edifici.

BIBLIOGRAFIA

Fonts paper

ALBET, M. i GARCIA, R. (2007). *Marquesina fotovoltaica*. Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental de la UAB.

GÓMEZ, D. (2006). *El futuro de la energía nuclear*. Associació per a l'estudi dels recursos energètics. (AEREN)

IBÁÑEZ, M. (2007). *Módulo 5: Energía solar fotovoltaica*. Máster en Energía para el Desarrollo Sostenible. Cátedra UNESCO de la UPC.

MITJÀ, A. (2001). *Atlas de radiació solar a Catalunya 2000*. Institut Català de l'Energia. Factoria Gràfica, Barcelona.

National Technical University of Athens. (2003). *European Energy and Transport trends to 2030*. Directorate-Generale for Energy and Transport de la Comissió Europea.

ROSAS CASALS, M. (2007). *Módulo 3: Recursos solares*. Master en Energía para el Desarrollo Sostenible. Cátedra UNESCO de la UPC.

STULL, R. (2000). *Meteorology for Scientists and Engineers*. The University of British Columbia. Brooks/Cole. United States of America.

VÀZQUEZ, E. (2005). *Rendibilitat de l'energia solar envers l'elèctrica*. Treball de recerca de l'Escola Federic Mistral.

Fonts digitals

Atlas Climàtic Digital de Catalunya. magno.uab.es/atles-climatic. Consultat el 02/04/2007.

Atlas electrònic de Catalunya. Hipermapa.

<http://www10.gencat.net/ptop/AppJava/cat/actuacions/territori/hipermapa.jsp> Consultat el 23/03/2007.

Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya. www.feec.org. Consultat el 09/03/2007.

Heliostar S.L., Energías Renovables y Auditorías Energéticas. www.heliostar.com Consultat el 06/05/2007.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. www.mityc.es. Consultat el 16/05/2007.

Servei Meteorològic de Catalunya. www.meteocat.com. Consultat el 02/05/2007.

Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. www.sendeco2.com. Consultat el 10/05/2007.

Todosolar, tu portal de la energía. www.todosolar.com. Consultat el 02/05/2007.

Sección HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. Código Técnico de la Edificación. BOE de 29/03/2006.

Programes i informacions tècniques

Catálogo componentes. IBERSOLAR (2005).

Catálogo general. PHOTOWATT INTERNATIONAL S.A. (2005).

Dimensionado instalación fotovoltaico. IBERSOLAR (2004).

Evolución de la instalación solar para ACS y calefacción. IBERSOLAR (2004).

Google SketchUp 6.