



## EL BOMBAMENT SOLAR EN REGADIU

### RESUM

*L'important increment del preu de l'energia elèctrica planteja diverses alternatives orientades a disminuir la factura elèctrica, entre elles l'autoconsum mitjançant energies renovables, en el qual les comunitats de regants o regants individuals poden generar una part o la totalitat de l'energia que consumeixen.*

*En els darrers anys l'energia solar fotovoltaica ha tingut un important desenvolupament, demostrant ser un sistema fiable i robust. Aquest aspecte juntament amb la gran disminució del cost de les plantes fotovoltaïques, la converteixen en una alternativa als subministraments mitjançant línies elèctriques o grups electrògens.*

### 01. Introducció

L'important increment del preu de l'energia elèctrica en els darrers anys està condicionant la rendibilitat de moltes explotacions agrícoles que requereixen energia elèctrica per regar. En aquest escenari es plantegen diverses alternatives orientades a disminuir la factura elèctrica, entre elles l'autoconsum mitjançant energies renovables. Es tracta que les pròpies comunitats de regants o regants individuals generin una part o la totalitat de l'energia que consumeixen utilitzant fonts renovables com l'eòlica, la hidràulica i la solar fotovoltaica, entre altres.

Aquest sistema d'autoconsum comporta importants avantatges: les pròpies de la utilització d'energies renovables, la rebaixa del cost energètic del bombament i una menor dependència d'un mercat elèctric força volàtil, amb contínues oscil·lacions de preus.

### 02. Marc Normatiu

La normativa de referència és el RD 900/2015, el qual regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum.

Els principals aspectes que incorpora l'esmentat RD i que s'han de tenir en compte al plantejar-se la possibilitat d'implantar un bombament solar són els següents:

- Només és d'aplicació a les instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica.
- Limita la potència de generació a la potència contractada de les instal·lacions, és a dir, la potència màxima d'una planta fotovoltaica serà la potència contractada del punt de subministrament. Per tant, no es pot tenir una petita potència contractada a la xarxa de subministrament i instal·lar una gran planta fotovoltaica.
- Estableix uns peatges per l'energia autoconsumida, quedant exempts els consumidors amb una potència contractada menor o igual a 10 kW. Cal esmentar que aquest peatge, també anomenat

“peatge al sol” ha tingut una important oposició de la societat i a data d'avui no es coneix cap cas on s'hagi aplicat.

- No permet el balanç net anual (sistema en el qual l'usuari lliura o rep energia del sistema elèctric segons necessitats). L'energia a abonar és la diferència entre l'energia produïda i alliberada a la xarxa i l'energia importada de la xarxa. Aquesta és una demanda de les comunitats de regants, ja que el regadiu compta amb la particularitat de tenir una demanda molt estacional, amb consums molt importants en una part de l'any i pràcticament nuls en la resta.

Atenent a la normativa actual, es plantegen 3 principals tipologies d'instal·lacions d'autoconsum:

1. Instal·lacions interconnectades, en les quals hi ha connexió física amb la xarxa de distribució elèctrica, i que estan subjectes al RD 900/2015.

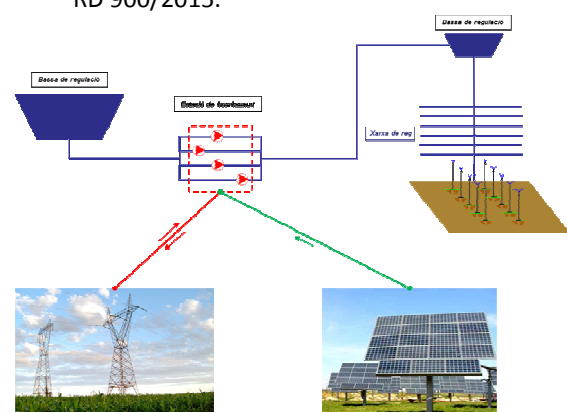


Figura 1.- Exemple de bombament solar subjecte al RD 900/2015.

2. Instal·lacions desconnectades de la xarxa de distribució, també anomenades aïllades, no subjectes a l'esmentat RD.

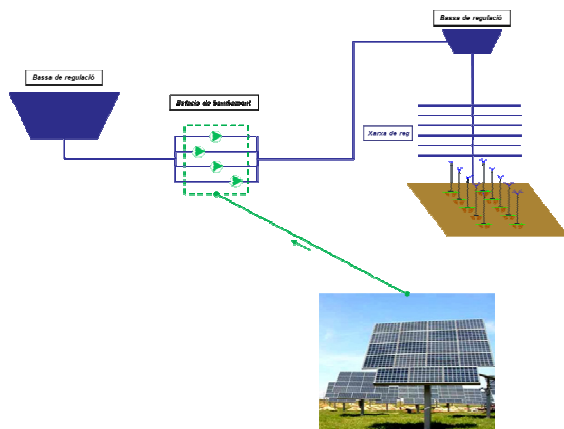


Figura 2.- Exemple de bombament solar aïllat.

3. Instal·lacions connectades hidràulicament però parcialment aïllades elèctricament. En aquest cas, una part de les bombes estan connectades a la xarxa de subministrament elèctric i una altra part s'abasten de la planta de generació fotovoltaica. Aquesta tipologia d'instal·lacions no estan subjectes al RD 900/2015.

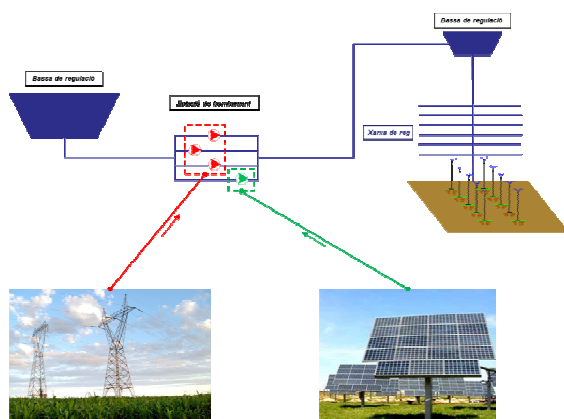


Figura 3.- Exemple de bombament parcialment connectat.

### 03. Situació actual dels bombaments solars

En els darrers anys l'energia solar fotovoltaica ha tingut un important desenvolupament, demostrant ser un sistema fiable i robust. Aquest aspecte, juntament amb la gran disminució del cost de les plantes fotovoltaïques, la converteixen en una alternativa als subministraments mitjançant línies elèctriques o grups electrògens.

La implantació de la generació fotovoltaica en bombaments d'una certa importància, amb potències de més de 100 kWh, va iniciar-se fa uns 3 anys. Actualment, el major nombre de bombaments solars es troba a la província de Valladolid. Es tracta d'instal·lacions aïllades que anteriorment s'abastaven mitjançant grups electrògens, en les quals l'estudi de viabilitat va determinar períodes de retorn de la inversió d'entre 5 i 7 anys. També s'han realitzat instal·lacions importants a la zona de Llevant,

principalment Múrcia i Alacant i darrerament a Catalunya i Aragó.

A part d'aquestes referències, hi ha un gran nombre de noves iniciatives per desenvolupar projectes de bombaments, ja sigui en sistemes aïllats o connectats a la xarxa elèctrica.

Per altra banda és important mencionar el desenvolupament del projecte «MASLOWATEN, Market uptake of an innovative irrigation solution based on low water-energy consumption», coordinat per l'"Instituto de Energía Solar" de la "Universidad Politécnica de Madrid", l'objectiu del qual és l'aplicació i la replicació comercial dels sistemes de bombament fotovoltaics amb consum d'energia zero per al reg en l'agricultura productiva. Els resultats es transferiran al sector i són indispensables pel desenvolupament a nivell comercial d'aquesta nova tecnologia.

### 04. Factors que condicionen la viabilitat dels bombaments solars

Actualment es disposa d'una tecnologia que permet la seva implementació en molts bombaments, si bé és indispensable la realització d'un estudi de viabilitat financera de la inversió a dur a terme en cada projecte. Aquest s'ha de realitzar comparant el bombament solar amb altres fonts de subministrament alternatives i poder avaluar la rendibilitat i el període de retorn de la inversió a realitzar. És a dir, no n'hi ha prou amb que tècnicament sigui viable, sinó que a més a més la inversió a realitzar ha d'estar suficientment justificada.

A continuació s'analitzen els principals factors que condicionen la viabilitat dels projectes de bombament solar.

#### 04.01 Despesa energètica actual en bombaments existents

En el cas de bombaments existents, la viabilitat d'una instal·lació de generació fotovoltaica com a font alternativa de subministrament està condicionada pel cost que es paga actualment de l'energia. Així, si es disposa d'una línia de subministrament elèctric i el consum es produeix en les hores vales de la tarifa elèctrica, un bombament solar serà poc viable. Per contra, en els casos en els quals el perfil de consum és d'hores planes o punta el projecte pot tenir una alta viabilitat. És important destacar que en aquests casos en que ja es disposa de línia de subministrament elèctric i es decideix instal·lar una planta fotovoltaica, no sol ser aconsellable desconnectar-se de la xarxa.

En els casos que el subministrament actual es realitza mitjançant grups electrògens, la viabilitat de la

inversió estarà molt condicionada pel cost dels carburants, el qual sol ser molt volàtil.

#### 04.02 Cost de la línia de subministrament elèctric en nous bombaments

El cost de la línia de subministrament elèctric condiona la viabilitat de la inversió en els nous bombaments. En els casos en què el cost de la línia elèctrica sigui molt elevat, el bombament solar pot ser una alternativa molt interessant.

#### 04.03 Distribució anual de la demanda energètica

Per avaluar la viabilitat d'una instal·lació és indispensable conèixer la distribució de consums anuals, amb l'objectiu d'aconseguir el màxim solapament entre la corba de demanda hídrica i la corba de producció fotovoltaica anual. A continuació es mostra una exemple de corba de demanda hídrica anual d'un reg de suport, en la qual es pot observar l'estacionalitat de la demanda hídrica que alhora coincideix amb la demanda energètica.

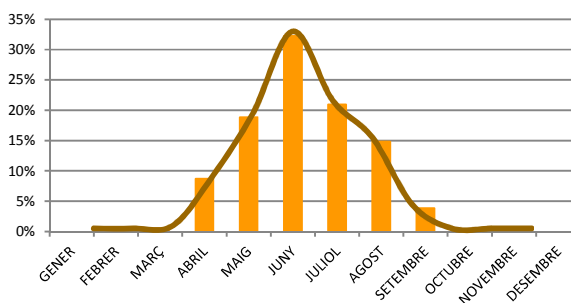


Figura 4.- Exemple de corba de demanda hídrica anual d'un reg de suport

Pel que fa al perfil de producció fotovoltaica anual, a continuació es mostra un exemple d'una planta solar de 166,5 kWp a la comarca del Segrià.

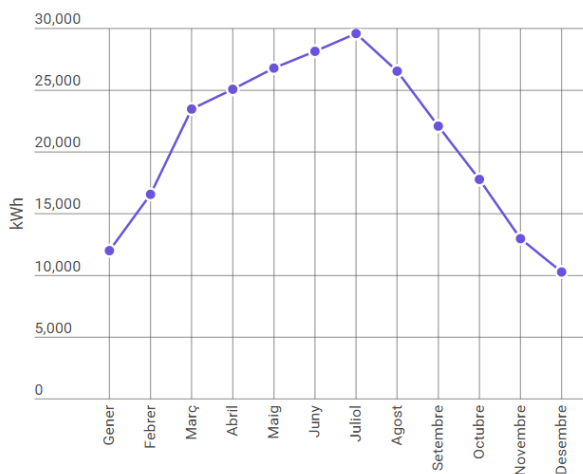


Figura 5.- Producció diària d'una planta solar de 166,5 kWp a la comarca del Segrià.

Per tal d'aconseguir el màxim solapament anual entre la corba de demanda hídrica i la producció fotovoltaica és necessari tenir una alternativa de conreus en la que

es maximitzi la campanya de reg anual i evitar, en la mesura del possible, puntes de demanda molt importants en els mesos d'estiu. La construcció d'embassaments per regular aquests desajustos anuals només sol ser viable en els casos de petites zones regables, amb dotacions de suport, ja que en els casos de grans zones regables els volums requerits són molt elevats i per tant les inversions a realitzar molt grans.

#### 04.04 Gestió de la demanda diària

Com és conegut, la producció de les plantes fotovoltaïques va variant al llarg del dia amb un màxim a les 12 hores solars. Aquesta generació d'energia no sol coincidir amb la demanda instantània de les estacions de bombament. A continuació es mostra un exemple de corba de demanda d'una Comunitat de Regants i la corba de producció fotovoltaica.

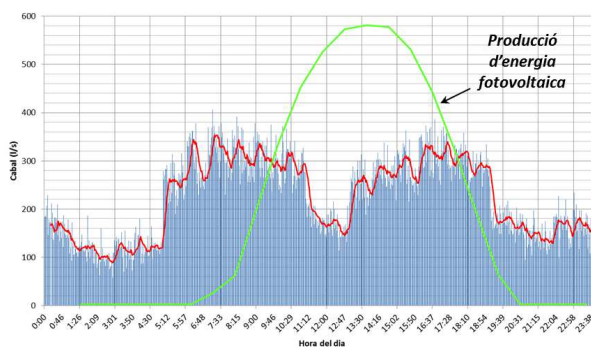


Figura 6.- Demanda real d'un dia del mes de juliol d'una CR de 765 ha vs perfil de producció d'energia fotovoltaica.

La gestió dels desajustos diaris entre les corbes de demanda hídrica i producció fotovoltaica depèn de si es tracta d'un bombament a una bassa de regulació o d'un bombament directe.

-Bombaments a bassa de regulació. Els desajustos entre producció i consum es solucionen mitjançant una bassa de regulació situada a una cota suficient per regar. El cabal de bombament a la bassa va variant, dins d'un rang de treball, en funció de l'energia solar generada, mitjançant la utilització de variadors de freqüència a les bombes. Es tracta d'una molt bona alternativa sempre que la orografia del terreny permeti la construcció d'una bassa amb alçada suficient i a una distància pròxima a zona de reg.

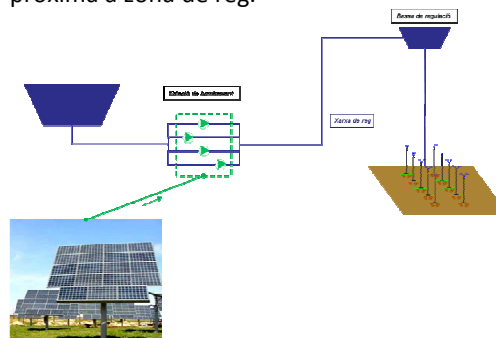


Figura 7.- Esquema de bombament solar amb bassa de regulació.

-Bombaments directes. En aquests casos, al no existir una bassa de regulació i al tractar-se normalment de demandes a pressió constant i cabals determinats per la demanda, requereixen de sistemes de regulació més complexos. Aquests bombaments requereixen, a part de la utilització de variadors, una gestió centralitzada de la demanda i, en determinades ocasions, de sistemes complementaris de generació (grups electrògens o línia de subministrament elèctric).

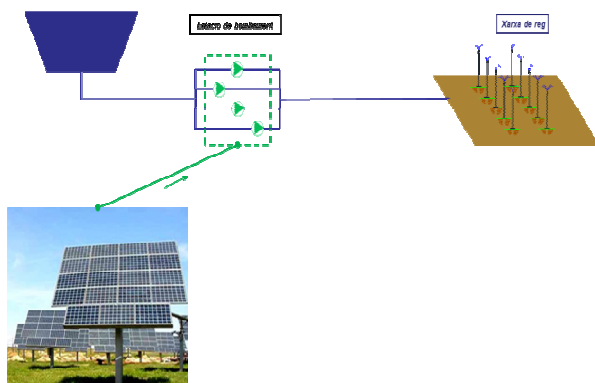


Figura 8.- Esquema de bombament solar directe a la xarxa de reg.

Cal tenir en compte que, tot i l'important desenvolupament dels sistemes de bateries, a data d'avui no es considera que la seva utilització sigui viable en la majoria de casos de bombaments solars.

## 05. Principals elements d'un bombament solar

A continuació es descriuen els principals elements d'un sistema de bombament solar.

### 05.01 Planta fotovoltaica

Una planta fotovoltaica està constituïda per un conjunt de mòduls fotovoltaics de silici d'una potència determinada. La potència dels panells es mesura per la potència pic (kWp), que és la potència que generen els panells solars en condicions de màxima insolació ( $1.000 \text{ W/m}^2$ ) i a  $25^\circ\text{C}$ . Així, la potència de la planta fotovoltaica és la suma de la potència dels panells solars que la integren.

Aquests panells poden estar situats sobre el terreny o sobre coberta, depenent de l'existència d'aquesta. En els cas d'estar situats sobre el terreny, poden estar situats sobre estructures fixes orientades a sud, o bé sobre estructures mòbils que segueixen el moviment del sol. Es poden distingir 2 sistemes de seguidors, els d'un sol eix (rotació al voltant d'un eix horitzontal orientat en la direcció Nord-Sud) o els de 2 eixos, en els quals hi ha un màxim seguiment del sol durant tot l'any. En el cas de bombaments solars, els més utilitzats són les estructures fixes i els seguidors en un sol eix.

La planta solar subministra corrent elèctric continu al variador de freqüència.

### 05.02 Variador de freqüència

Dispositiu electrònic que permet ajustar els cabals bombats a la producció fotovoltaica en cada moment. Aquests equips actuen regulant la velocitat de gir dels motors elèctrics, adaptant el seu consum a la generació de la planta fotovoltaica. Així en els moments de poca generació fotovoltaica, les bombes funcionen a baixa velocitat i per tant els volums d'aigua bombats són reduïts i, a mesura que la generació va augmentant, la velocitat de les bombes també ho fa, fins arribar a la velocitat nominal de treball on es bombeja el cabal màxim.

El variador és alimentat per la planta fotovoltaica amb corrent contínua i aquest subministra a la bomba corrent elèctric altern trifàsic. En instal·lacions que incorporen grups electrògens, la connexió del grup amb el sistema es realitza en el mateix variador.

### 05.03 Bomba

Pels bombaments solars es solen utilitzar les mateixes tipologies de bombes centrífugues que per un bombament convencional, per tant es poden instal·lar tant les bombes submergibles com les horitzontals o verticals, habitualment accionades per motors elèctrics de corrent alterna trifàsica a 400V. És indispensable una bona selecció de la corba de la bomba, que permeti el màxim ajust, mitjançant la utilització dels variadors de freqüència, a la generació fotovoltaica.

### 05.04 Sistema de control

El bombament incorporarà un sistema de control que permetrà una òptima gestió de la generació fotovoltaica, del funcionament del grup de bombament i del control les condicions de subministrament d'aigua.

#### Autors:

**Xavier Guixà Martorell / Joan Latorre Pifarré**

Divisió d'Obres Hidràuliques

Infraestructures.cat

[xguixa@infraestructures.cat](mailto:xguixa@infraestructures.cat) /

[jmlatorre@infraestructures.cat](mailto:jmlatorre@infraestructures.cat)