

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Elèctrica

Títol: Instal·lació fotovoltaica per un grup d'habitatges aïllats.

Document: Resum

Alumne: Marc Comas Clariana

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): setembre/2017

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	2
2	DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS.....	4
3	EVOLUCIÓ DELS PREUS.....	5
4	ELEMENTS PRINCIPALS	8
5	INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES	11
6	CONCLUSIONS	16

1 INTRODUCCIÓ

L'encariment progressiu de les energies fòssils, la poca estabilitat dels mercats, les polítiques de gestió del medi ambient, entre d'altres, són factors que, sumats a la creixent sensibilització sobre la contaminació del medi ambient dels usuaris a tots els nivells, provoca que, cada cop més per a les noves instal·lacions o reformes importants, l'usuari final es plantegi la utilització total o parcial d'alguna forma d'energia renovable. És cert, que els beneficis globals del canvi d'energies convencionals a energies renovables són més important en instal·lacions de grans consums, però, a petita escala també podem trobar beneficis, sobretot de reducció de contaminació, i en menor escala o a llarg temps, econòmics.

L'objecte del present projecte és realitzar una instal·lació fotovoltaica comú per subministrar energia elèctrica a un grup de quatre habitatges, per una família formada per 4 integrants que respectivament viuran tot l'any a cada habitatge, per tal de valorar si és possible competir amb la connexió típica a la xarxa d'un habitatge, tan tècnica com econòmicament i gaudir de les mateixes comoditats en referència al consum d'energia elèctrica que les vivendes connectades a la xarxa elèctrica de la companyia pertinent.

Darrerament, s'han començat a comercialitzar noves tecnologies, per aquest fet i també per valorar si el fet d'utilitzar una instal·lació fotovoltaica per alimentar el grup d'habitatges, es realitzaran dos estudis addicionals, aconseguint una capacitat de comparació més alta. Per tant, es realitzaran els estudis per tres instal·lacions, utilitzant el mateix model d'habitatge per totes elles. La primera instal·lació (instal·lació 1), serà un sol habitatge aïllat, utilitzant bateries de plom-àcid Gel, la segona instal·lació (instal·lació 2), serà un sol habitatge aïllat amb bateries d'ió de liti i la darrera instal·lació serà pel grup de quatre habitatges aïllats amb bateries d'ió de liti.

D'aquesta forma podrem comparar diferents aspectes. Primerament l'aspecte tecnològic, per tal d'analitzar les diferències principals en la utilització de les instal·lacions segons les tecnologies instal·lades per la captació, tractament i emmagatzemament de l'energia. Seguidament, podrem analitzar els avantatges o desavantatges de la instal·lació fotovoltaica per un sol habitatge aïllat en comparació amb un grup d'habitatges amb instal·lació comú. També com és evident, un dels punts més importants és la part econòmica, amb la que podem valorar si econòmicament té una importància rellevant l'ús de noves tecnologies i els costos d'unir les instal·lacions en una de sola per a més d'un habitatge, comparant amb el cost de realitzar una escomesa pel subministrament elèctric de les vivendes, i els costos de la factura elèctrica mensual i associats.

S'utilitzarà de forma principal l'energia solar per l'obtenció d'energia elèctrica, que es generarà i es consumirà de forma individual, i per tant, dins la classificació d'habitatge/es aïllats. El motiu principal és que l'habitatge, es troba en una zona on no hi arriba el subministrament elèctric, però també, l'interès per la utilització d'energies renovables en la mesura més gran possible i seguidament el desvinculament de les contínues variacions en les factures del subministrament elèctric. A més, es valorarà la possibilitat d'instal·lar un grup electrogen de suport en relació a les emissions produïdes o el sobredimensionament necessari per suplir-lo.

També es realitzarà el dimensionament i càlcul la instal·lació elèctrica interior dels habitatges, per tal d'adaptar al màxim les característiques de consum d'energia de cada habitatge i dimensionar així de forma més acurada la instal·lació fotovoltaica.

2 DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

Es tracta d'un habitatge de dues plantes situat als afores de Torroella de Montgrí. En la zona on es troba, no es disposa de xarxa per al subministrament elèctric.

L'habitatge tipus disposa d'una superfície útil de 246 m², repartits en 154 m² per a la planta baixa i 92 m² per la primera planta que es una coberta transitable utilitzada com a terrassa de l'habitatge.

La planta baixa es distribueix en dues zones, la zona de nit, amb una habitació de matrimoni amb WC doble privat, dues habitacions individuals, un WC comú i un distribuïdor. La zona de dies amb cuina-menjador, sala d'estar, garatge i el distribuïdor principal. La primera planta, és una superfície amb petites inclinacions per l'evacuació de les aigües pluvials, protegida amb una barana a tot el perímetre.

L'habitatge disposa d'una segona coberta, no transitable, a un nivell superior al de la primera planta, que presenta una inclinació de 25°, inclinació que s'aprofitarà per a la instal·lació fotovoltaica en major mesura, ja que també es col·locaran mòduls a la coberta planta esmentada.

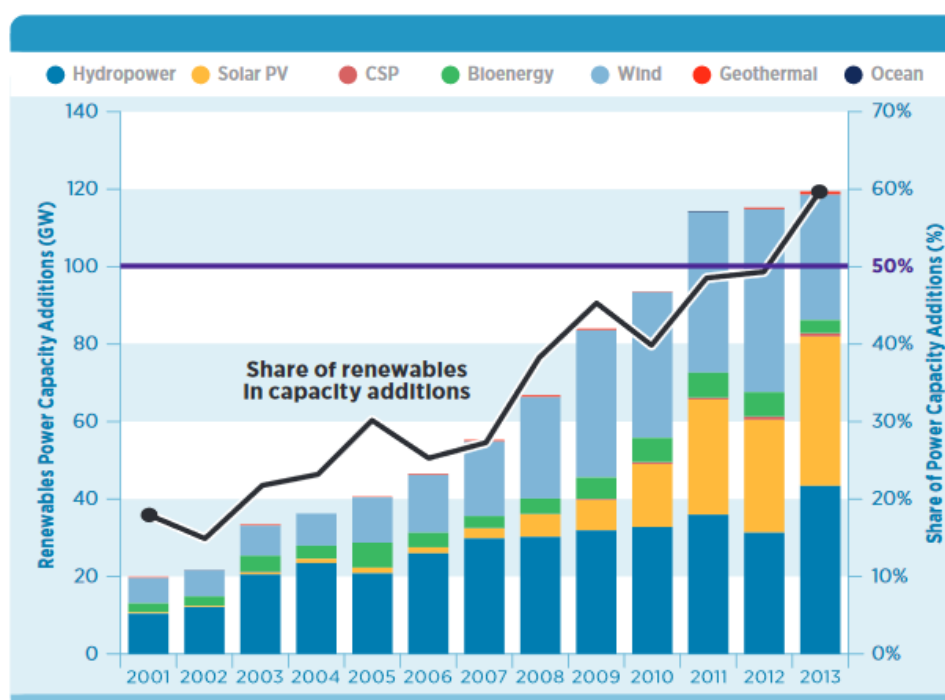
L'habitatge disposa de les façanes de les estances més utilitzades orientades al sud per ajudar a mantenir la temperatura i la il·luminació natural de l'interior de la vivenda, reduint el consum d'energia. Es preveu una potència de la instal·lació elèctrica interior d'aproximadament 5 kW, i un consum d'energia de gairebé 11 kWh diaris, energia elèctrica, que s'haurà d'obtenir amb la instal·lació fotovoltaica.

En relació a la instal·lació pel grup de quatre d'habitatges, s'utilitzarà el model exposat, per a les quatre vivendes, utilitzant una sala de trasters comú, situada a la part posterior dels habitatges, per ubicar-hi la instal·lació fotovoltaica pel subministrament elèctric i els captadors es col·locaran al sol de la parcel·la en comptes de col·locar-los sobre teulada com en els altres casos.

3 EVOLUCIÓ DELS PREUS

Per tal de poder valorar la viabilitat de les instal·lacions fotovoltaïques, s'ha realitzat una anàlisi de l'evolució dels preus i de les tecnologies per la captació, tractament i emmagatzemament de l'energia.

Basant-nos de forma principal en estudis de l'IRENA (International Renewable Energy Agency), s'ha analitzat primerament el creixement de la població mundial relacionada amb el creixement associat del consum d'energia elèctrica, deixant patent que, des de l'any 1974 fins al 2011 es va produir un augment de la població del 75% amb el que el consum d'energia elèctrica va augmentar un 250%, i per la dinàmica de creixement es preveu que augmenti un 67% més fins al 2030, (IRENA Rethinking, 2014).



Gràfic 1. Evolució de la potència instal·lada per tecnologies, IRENA Rethinking 2014.

Podem contrastar doncs que, el consum de l'energia elèctrica augmenta cada any de forma important, i relacionat amb l'augment del consum de l'energia elèctrica i la creixent conscienciació de la població per la protecció del medi ambient, així com els diferents tractats internacionals per la reducció dels gasos d'efecte hivernacle, s'analitza la capacitat de generació d'energia elèctrica provinent de fonts renovables i l'evolució d'aquesta. Podem contrastar que les energies renovables han pres un protagonisme progressiu creixent, (REthinking 2014, IRENA) on es destaca els darrers anys, 2013 a 2015 un dels creixements més importants (més del 20% de la

capacitat instal·lada) de la capacitat de generació d'energia elèctrica mitjançant la tecnologia fotovoltaica, que és la tecnologia que s'anirà analitzar pel present projecte. Per tant, podem concloure a grans trets, el constant augment de l'ús de la tecnologia fotovoltaica el qual pot desenvolupar en una millora de les tecnologies utilitzades i una disminució dels costos d'aquestes.

Un cop analitzada la dinàmica de creixement es procedeix a analitzar l'evolució dels costos de les instal·lacions fotovoltaiques domèstiques de diferents països, per contrastar l'esmentat anteriorment i comprovar si realment es produeix una reducció dels costos. Per a diferents països de la Unió Europea, com França i Alemanya, on es pot contrastar que de 2010 a 2014, es va passar d'un cost de generació de 0,8 dòlars/kWh a 0,45 dòlars/kWh i de 0,35 dòlars/kWh a 0,20 dòlars/kWh, (Renewable power generation costs in 2014, IRENA 2014), contrastant doncs una reducció molt important en el cost directe de la generació del kWh en instal·lacions fotovoltaiques.

La important reducció dels costos de les instal·lacions es deuen principalment en la disminució del cost de mòduls fotovoltaics i dels acumuladors d'energia de les instal·lacions fotovoltaiques. Els dos elements esmentats són els que s'han de substituir en períodes fixats d'entre 10 i 25 anys i per tant, prenen una importància addicional respecte la resta d'elements.

Els mòduls fotovoltaics han patit un descens molt important en el cost directe de cada captador gràcies principalment a com s'ha contrastat, el gran augment de l'ús dels equips fotovoltaics i a l'evolució de les tecnologies de captació. Aquesta reducció de cost es comprova en l'aportació sabent que s'assolia un cost de 35 dòlars cada Wp en dates de 1974, fins a assolir els 2,13 dòlars cada Wp instal·lat el 2011, (Sun above the horizon, Meteoric rise of the solar energy, Peter F. Varady, 2013).

En relació a l'altre element principal esmentat, els acumuladors, també han patit una evolució molt important en la tecnologia dels sistemes d'acumulació, el desenvolupament de les bateries d'ió de liti. La comercialització d'aquests acumuladors s'ha revolucionat gràcies principalment a l'indústria automobilística, la qual ha provocat la necessitat en l'estudi d'aquestes tecnologies i per aquest fet grans companyies han desenvolupat els seus propis acumuladors generant una competència creixent. Tal com indica l'estudi UNEF, informe anual 2016, El tiempo de la energía solar fotovoltaica, els darrers 5 anys, s'ha produït un descens en el cost dels sistemes d'acumulació del 62%, produint-se un 35 % dels esmentats en el període de 2014 a 2015.

L'objectiu doncs, d'aquest anàlisi de les evolucions dels costos de les instal·lacions fotovoltaiques és establir la dinàmica que han seguit els darrers anys els preus, per poder definir en primera

instància tal com podem afirmar, que està disminuint el cost de les instal·lacions fotovoltaïques, convertint-se en una molt bona opció per generar energia elèctrica de forma sostenible i mitjançant l'energia renovable del sol. A més, es pot contrastar el gran creixement de les tecnologies en constant desenvolupament i la normalització d'aquestes instal·lacions que cada cop seran més comuns, contribuint en una normalització dels preus i constituint una de les millors opcions per a vivendes aïllades.

4 ELEMENTS PRINCIPALS

Tota instal·lació fotovoltaica per un habitatge o aplicació aïllada, disposa dels equips principals de captació, tractament i emmagatzemament de l'energia. Aquests equips són principalment, els mòduls fotovoltaics, regulador, inversor i acumuladors. Tot i que les noves tecnologies existents al mercat poden fer variar la configuració típica.

Els mòduls fotovoltaics són els encarregats de realitzar la captació de la irradiació solar, i generar una intensitat gràcies a les cèl·lules típicament de silici. Els mòduls es confeccionen a partir de la unió de diferents nombres de cèl·lules de silici monocristal·lí o policristal·lí, en funció de les necessitats de potència a aconseguir i l'espai disponible.

Els mòduls formats amb silici policristal·lí o monocristal·lí es diferencien pel rendiment que ofereixen en relació a la puresa del silici utilitzat en les cèl·lules del mòdul. Els mòduls monocristal·lins ofereixen un rendiment més alt fins al 18%, però a canvi, també són més costosos. Mentre que el silici policristal·lí, ofereix rendiments menors però a un cost més baix, essent un dels més utilitzats per la relació rendiment/cost. Bàsicament es decideix l'ús d'un tipus o l'altre en funció de l'espai disponible i les necessitats de potència a instal·lar. Si es disposa de poc espai, serà necessari utilitzar un mòdul amb un rendiment més alt per tant un mòdul monocristal·lí, mentre que si disposem d'espai suficient, es podrà optar per un mòdul policristal·lí.

Segons el nombre de cèl·lules que confeccionen el mòdul s'estableixen les tensions de treball de cada mòdul que típicament ofereixen 12 o 24 V per tal d'adaptar-ho amb facilitat al sistema d'acumulació. La unió en sèrie o en paral·lel de més d'un mòdul fotovoltaic s'anomena generador fotovoltaic, del qual s'obté la potència total instal·lada (Wp) i s'hauran de controlar els paràmetres del mateix per tal d'assegurar que s'adapta a la resta d'instal·lació i compleix les condicions de seguretat pels elements connectats. Els paràmetres del generador són, I_{Gsc} , Intensitat de curtcircuit del generador (A), U_{Goc} , tensió de circuit obert del generador (V), U_{Gmpp} , tensió en el punt de màxima potència del generador (V), I_{Gmpp} , intensitat en el punt de màxima potència del generador (A), P_{Gmax} , potència màxima del generador (W).

El següent element a esmentar és l'inversor, que té la funció de transformar el corrent continu subministrat pel generador fotovoltaic a corrent altern per l'habitatge o aplicació concreta.

Podem trobar inversors que transformen el corrent directament en sortida del generador, inversors per sortida del regulador i inversors carregadors, per tal de carregar les bateries mitjançant un grup electrogen.

L'inversor a de transformar la tensió provinent del generador o del sistema d'acumuladors a 230 V de corrent altern. Per aplicacions amb consums de fins a 5 kW de potència instal·lada, s'utilitzaran inversors monofàsics i per potències més elevades més de 10 kW inversors trifàsics.

Per habitatges, és una característica molt important en l'inversor proporcionar la tensió en corrent altern constant, tot i la poca constància en la generació, la resta de paràmetres a tenir en compte a l'hora d'escollir un inversor són, la tensió d'entrada del costat de CC s'ha d'adaptar amb la tensió del sistema d'acumuladors i la tensió del regulador si se'n disposa. Potència nominal (comparat amb la potència de la instal·lació interior), capacitat de sobrecàrrega (els electrodomèstics poden doblar la potència en intervals molt curts de temps), forma d'ona de sortida i rendiment, establirà la potència real de subministrament.

Seguidament, comentarem els acumuladors, que són la part més important, i que requereix més precisió en el càlcul del dimensionament. Els acumuladors són els encarregats d'emmagatzemar l'energia excedentària provinent del generador que no es consumeix de forma instantània per la instal·lació interior d'usuari.

Pel desenvolupament d'aquest apartat, s'ha realitzat un petit estudi per establir les característiques principals dels tipus d'acumuladors més rellevants dels que es disposa al mercat actualment. Els tipus d'acumuladors estudiats són bateries AGM, plom-àcid, plom-àcid gel, i Liti. Amb els que s'ha establert la necessitat de manteniment, profunditat de descàrrega de cada tipus d'acumulador, vida útil i característiques de funcionament, per tal d'establir quin tipus d'acumulador s'ajusta més a les necessitats que s'han de complir en un consum com el d'un habitatge.

Els acumuladors representen l'element més car de tota la instal·lació, i caldrà prendre totes les mesures per ajustar al màxim la capacitat d'acumulació d'energia tenint en compte els diferents règims de descàrrega al que es poden sotmetre.

Seguidament comentarem la funció del regulador en les instal·lacions fotovoltaïques. Com s'ha comentat, en funció de les tecnologies utilitzades, es pot variar la configuració típica de les instal·lacions fotovoltaïques, ja que en utilitzar bateries de liti, el regulador que s'utilitza

normalment desapareix, convertint-se en un inversor de bateries. En el cas d'utilitzar les bateries convencionals de plom-àcid, el regulador és l'equip encarregat de gestionar l'energia provinent del generador fotovoltaic (treballant en corrent continu), i mitjançant diferents fases de càrrega per tal d'oferir la càrrega màxima i mantenir-la el màxim temps possible per allargar al màxim la vida útil dels acumuladors. Diferents paràmetres de configuració permeten gestionar diferents tipus de bateries, que en funció de l'electròlit, necessitaran un tipus de fases de càrrega per assegurar la seguretat de funcionament.

5 INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES

Tal com s'ha explicat, es realitzaran un total de 3 instal·lacions, totes elles, partint de l'habitatge tipus comentat. La primera instal·lació serà una habitatge únic aïllat, en el que s'utilitzaran bateries de plom-àcid amb electròlit Gelificat, (OPvS). La segona instal·lació serà el mateix habitatge aïllat però en aquest cas, amb bateries d'ió de liti. En últim cas, la instal·lació objecte del projecte, un grup de quatre habitatges aïllats amb una instal·lació fotovoltaica comú.

La instal·lació s'ha calculat aplicant l'error d'inclinació per al pitjor més d'irradiació per l'emplaçament de la instal·lació, fet que, es realitza per tal d'assegurar el correcte funcionament i autonomia sigui suficient en períodes de males condicions climatològiques amb un mínim de 3 dies d'autonomia. Per a totes les instal·lacions objecte del projecte es preveurà una demanda d'energia d'aproximadament 11 kWh diaris i per habitatge, i una necessitat d'energia d'emmagatzematge diària de 8 kWh diaris.

La primera instal·lació doncs, constarà d'un total de 18 mòduls fotovoltaics de 300 W, de silici monocristal·lí, connectats en sis línies en paral·lel compostes per tres mòduls en sèrie cadascuna. Els mòduls s'han instal·lat a la teulada inclinada (16 mòduls), amb una inclinació de 58°, inclinació que, tot i no ser l'optima per al pitjor més, és la que ofereix menys pèrdues en els mesos de desembre, pitjor més per a la captació fotovoltaica, i dos mòduls més a la coberta plana.

Per al control de les càrregues de la bateria, s'utilitza un regulador de càrrega MPPT, de la casa Victron Energy, Smart solar, que permet amplificar la tensió per contribuir sobre el correcte funcionament de les bateries i allargar la seva vida útil, ja que, les bateries són la part més cara de la instal·lació. Permet aconseguir funcionar en punt de màxima potència del conjunt de mòduls (generador fotovoltaic) durant el major temps possible, augmentant el rendiment global de forma important, en comparació al regulador de càrrega PWM.

Les bateries són, com s'ha comentat, l'element més car de la instal·lació, en aquest cas, seran acumuladors solars de plom-àcid amb electròlit gelificat. Com indica l'IDAE, al Plec de condicions tècniques d'instal·lacions aïllades de la xarxa, el fet de per exemple escollir una bateria C20 en comptes d'utilitzar una bateria C100 porta a sobredimensionar els acumuladors fins a un 25% però es compensa amb la pèrdua de capacitat amb el temps.

Finalment, trobem l'inversor Victron Energy Quattro, que converteix l'energia de les bateries de corrent continu 48V a corrent altern 230V per al consum interior. L'inversor és inversor-carregador, i per tant, disposa de l'opció de connectar un grup electrogen. Aquest inversor genera una ona sinusoïdal pura, amb més qualitat que la que subministra la connexió típica a la xarxa, augmentant la qualitat del subministrament per a equips sensibles com els ordinadors.

La segona instal·lació estudiada, partirà del mateix model d'habitatge que l'explicat, una sola vivenda aïllada, però en aquest cas, s'utilitzaran acumuladors d'ió de liti, i els equips necessaris per a la gestió d'aquests acumuladors. Basant-nos en les mateixes necessitats d'energia, s'han disposat 18 mòduls de la casa Axitec, de silici monocristal·lí, en aquest cas connectats en dues cadenes en paral·lel formades per nou captadors en sèrie cadascuna. El fet d'utilitzar acumuladors de liti ens permet treballar amb intensitats menors, en no aparèixer la sulfatació dels acumuladors de plom-àcid.

Seguidament, un cop gestionat el generador fotovoltaic, hi trobarem l'inversor FV. Aquesta configuració fa variar la configuració típica on després del generador sempre s'hi troba el regulador. En aquest cas doncs, s'instal·la directament l'inversor a portes del generador de forma que es pot subministrar energia elèctrica, treballant amb CA directament a l'habitatge, sense passar per un element addicional com el regulador augmentant el rendiment de la instal·lació. Aquest equip serà de la casa SMA, el model Sunny Boy 5.000 TL, el qual s'ajusta a les necessitats de la instal·lació i constitueix un dels inversors més innovadors del mercat i amb un alt rendiment del 98 %.

Mitjançant un embarrat comú per la part de CA, s'hi trobarà l'inversor de bateries, que serà l'encarregat de gestionar la càrrega dels acumuladors, però en aquest cas, es rectificarà l'ona de CA a CC per a la càrrega de les bateries. Aquesta tasca la realitzarà l'inversor de bateries SMA Sunny Island 6.0 H, que permet una potència de sortida de fins a 4,6 kW de forma contínua, i permet la gestió de fins a 20,4 kWh del sistema d'acumuladors. Per les necessitats d'emmagatzemament d'energia serà necessari disposar dos equips connectats en paral·lel.

En referència al sistema d'acumuladors, es treballarà amb les bateries Axitec AxiStorage Li-7s, que és una bateria d'òxid de cobalt manganès níquel liti (NMC), que ofereixen unes característiques de funcionament i de vida útil altament superiors als seus competidors. Cada acumulador ofereix una capacitat nominal d'emmagatzemament de 6,8 kWh, amb una tensió de 55,5 V. Permeten una profunditat de descàrrega del 80 % DOD i una vida útil de fins a 6.600 cicles complets. S'instal·laran un total de 5 equips en total, oferint una capacitat

d'emmagatzematge de 34 kWh en total. Aquestes bateries són un canvi total respecte les de plom-àcid convencionals, ja que disposen de ventilació activa per mantenir la temperatura estable i es poden connectar mitjançant un bus CAN a l'inversor de bateries per recopilar els processos de càrrega i gestionar les alarmes que es puguin produir. No necessiten manteniment i no es desprenen gasos nocius.

Un cop realitzades les dues instal·lacions, amb les tecnologies més utilitzades fins ara, i la següent instal·lació amb les tecnologies més innovadores, s'ha pogut prendre la decisió d'utilitzar la segona opció per a la instal·lació fotovoltaica del grup d'habitatges, ja que s'ha pogut comprovar, que l'element més rellevant de la instal·lació, els acumuladors, s'han de substituir amb períodes més curts en el cas del plom-àcid (cada 10 anys) mentre que el liti dobla la vida útil (20 anys), aquest fet provoca que la primera opció pel que fa als acumuladors esdevingui més costosa que amb les bateries d'ió de liti.

Un cop decidides les tecnologies a utilitzar, es procedeix a realitzar el càlcul i dimensionament de la instal·lació pel grup d'habitatges aïllats, per comprovar si és una millor opció, respecte un sol habitatge.

Així doncs, s'utilitzarà el mateix model d'habitatge, amb les necessitats d'energia esmentades, per a quatre habitatges situats a la mateixa parcel·la, gràcies al fet de treballar amb la mateixa instal·lació pel subministrament elèctric, s'aplicarà un coeficient de simultaneïtat com indica la ITC-BT 10, a les necessitats d'energia diària, ja que entenem, que no tots els habitatges utilitzaran el màxim d'energia de forma diària, ni a les mateixes hores i per aquest fet, es pot reduir lleugerament la capacitat instal·lada. Assolirem doncs una potència instal·lada d'aproximadament 20 kW, amb una demanda d'energia de 41,8 kWh diaris pel sistema de captació i de 30,4 kWh diaris per l'emmagatzematge.

En aquest cas, s'instal·laran 90 mòduls Axitec, però en aquest cas, de 255 W i silici policristal·lí, assolint els 22,95 kWp, ja que aprofitant l'espai comú del qual disposen els habitatges, s'instal·laran al sol del terreny i per tant, en disposar de més espai es poden utilitzar més mòduls oferint l'opció de treballar amb mòduls menys potents i més econòmics.

El generador es disposarà en 6 cadenes de 15 mòduls en sèrie cadascun, les unions en paral·lel es disposaran en dues unions en paral·lel per a cada inversor i una cadena en sèrie. Per les necessitats d'energia serà necessari utilitzar dos inversors fotovoltaics, que es connectaran en paral·lel.

Com s'ha comentat, s'utilitzaran dos inversors fotovoltaics connectats en paral·lel per la part de CA. L'inversor escollit disposa de dues entrades A i B, que ens permetran realitzar les configuracions amb més facilitat. La sortida de CA es disposarà a un embarrat comú de coure. Una de les diferències principals d'aquesta instal·lació, és que per la potència instal·lada, que supera els 10 kW, els equips existents es disposen en sistema trifàsic. Per tant, cada inversor Sunny Tripower 15.000TL, ofereix una potència de fins a 15,3 kW, fet que ha fet necessari la instal·lació de dos equips idèntics, disposant d'una capacitat de fins a 30,6 kWp de generació, amb un rendiment de fins a 98,4%.

Mitjançant l'embarrat trifàsic comú per la part de CA, s'hi trobarà l'inversor de bateries, que serà l'encarregat de gestionar la càrrega dels acumuladors, es rectificarà l'ona de CA a CC per a la càrrega de les bateries. Aquesta tasca la realitzarà l'inversor de bateries SMA Sunny Island 8.0 H, que permet una potència de sortida de fins a 6 kW de forma contínua, i permet la gestió de fins a 27,4 kWh del sistema d'acumuladors. Per les necessitats d'emmagatzemament d'energia i el sistema trifàsic utilitzat serà necessari disposar sis equips en total, connectats en tres equips en paral·lel i tres equips addicionals connectats en paral·lel també. S'ofereix la capacitat de gestió de fins a 163,2 kWh, dels quals s'utilitzaran 129,2 kWh.

Pel sistema d'acumuladors, s'utilitzaran novament les bateries Axitec AxiStorage Li-7s. Cada acumulador ofereix una capacitat nominal d'emmagatzemament de 6,8 kWh, amb una tensió de 55,5 V. Permeten una profunditat de descàrrega del 80 % DOD i una vida útil de fins a 6.600 cicles complets. S'instal·laran un total de 19 equips en total, oferint una capacitat d'emmagatzematge de 129,2 kWh en total. Es disposaran tenint en compte que cada inversor de bateries accepta fins a quatre equips AxiStorage, i es connecten en paral·lel tres inversors, es tradueix en un màxim de 12 equips com a màxim, i en aquest cas s'instal·laran deu equips pel primer grup d'inversors de bateries i nou equips pel següent grup d'inversors, restant una capacitat d'ampliació de fins a cinc equips més.

És un fet a destacar la gran capacitat de gestió d'energia d'aquests sistemes respecte als equips convencionals que, davant de necessitats d'energia tan grans com l'objecte del projecte, són molt més complicades de trobar. A més, és molt important destacar que amb la tecnologia utilitzada per la darrera instal·lació, es pot ampliar la instal·lació fins a una capacitat d'emmagatzematge de fins a 980 kWh, traduint-se en fins a set vegades la instal·lació objecte del projecte, i obrint pas a l'opció de construir petits pobles o urbanitzacions utilitzant l'energia fotovoltaica, fet que fins ara no es podia assolir.

Cal esmentar també, que després de comprovar el gran cost dels acumuladors, s'ha optat per instal·lar grups electrògens en tots els casos, ja que, es redueix el cost de substitució dels acumuladors, allarga la vida d'aquests, ja que pot contribuir en qualsevol moment a carregar les bateries en cas de quedar amb una càrrega baixa i aporta una seguretat de subministrament davant de períodes de baixes irradiacions superiors als 3 dies calculats.

Per últim, cal fer un incís en els sistemes de monitoratge de les instal·lacions, ja que totes elles s'han equipat amb els equips suficients per disposar de capacitat de monitoratge en temps real de la instal·lació i el seu funcionament. La capacitat de monitoratge les instal·lacions en temps real, pot obrir una porta pels enginyers o instal·ladors, que poden controlar també el correcte funcionament de les instal·lacions i configurar la gestió d'alarmes per tal d'optimitzar i garantir al màxim les instal·lacions dissenyades, oferint una gran capacitat de reajustar els paràmetres necessaris per exemple passat un any de funcionament d'aquestes.

6 CONCLUSIONS

Després de realitzar l'estudi de les instal·lacions esmentades, en podem extreure diferents conclusions, primerament, i com és evident es podrà disposar d'energia elèctrica suficient per cobrir totes les necessitats de demanda diàries i per tant, la família o famílies podran viure tot l'any sense necessitat de connexió a la xarxa elèctrica amb unes condicions molt similars a les d'un habitatge situat per exemple, en un poble, i a més, gràcies a les instal·lacions solars, deixen d'estar afectats per les pujades constants del preu de la factura del subministrament elèctric, generant i consumint l'energia d'una forma sostenible.

En referència a les emissions de CO₂, en aquest cas relacionada amb l'estalvi produït, per la instal·lació fotovoltaica, en referència al grup d'habitatges objecte del projecte, es tradueixen en un estalvi anual d'emissions de CO₂ de 7,99 TCO₂ (tenint en compte el mix Espanyol de 2016 establert per l'oficina Catalana del Canvi Climàtic, 308 gCO₂/kWh). Mentre que es preveuen unes emissions de 1,4 TCO₂ produïdes pel grup electrogen, tenint en compte a l'alça un funcionament de 70 hores a l'any aproximadament. Per tant es conclou que amb una vida útil dels captadors fotovoltaics de 25 anys, i que les emissions produïdes per la confecció dels mòduls s'amortitzen en un any i mig aproximadament, es produirà un estalvi cada 25 anys de 152,77 TCO₂, essent un gran estalvi d'emissions i concloent en una instal·lació molt més sostenible envers el medi ambient, que un habitatge convencional.

L'aspecte econòmic és un dels punts a tenir més en compte en l'estudi d'aquest tipus d'instal·lació, gràcies al fet d'haver realitzat tres instal·lacions amb diferents configuracions, s'han pogut treure més conclusions per als diferents aspectes de la instal·lació. S'han comparat les inversions inicials necessàries de cada instal·lació fotovoltaica, el cost de la factura elèctrica, costos de manteniment, substitucions i el cost hipotètic d'instal·lar una escomesa d'aproximadament 1 km, de tipus aèria sobre pals de fusta.

Amb les bateries de plom-àcid s'obté una inversió inicial de 9.951,54 € (sense IVA) per obtenir una capacitat en C5 total de 50,06 kWh, dels quals se'n podran utilitzar el 60%. Per les bateries de liti de la instal·lació individual s'obté una inversió inicial de 16.246,94 € (sense IVA), per un total de 34 kWh dels quals se'n podrà aprofitar el 80%. En l'aspecte econòmic, la inversió inicial de les bateries de liti serà 6.295,4 € superior a les bateries de plom-àcid, però en les bateries de plom-àcid és necessari substituir-les als 3.500 cicles DOD (10 anys aprox.), mentre que les bateries de liti arriben fins als 6.600 cicles DOD (20 anys aprox.), cada 10 anys s'hauran de renovar les bateries de plom-àcid i cada 20 anys les d'ió de liti. Per tant, cada 20 anys, serà

necessària la substitució dues vegades les bateries de plom-àcid i una vegada les d'ió de liti, resultant en una inversió de 19.903,08 € (per les de plom-àcid) i de 16.246,94 €, es tradueix en un estalvi de 3.656,14 € cada 20 anys.

Per l'estalvi exposat i les baixades dels costos de les bateries d'ió de liti, es conclou una millor opció l'ús d'acumuladors de liti per a l'emmagatzematge d'energia per usos residencials.

Comparades les diferents tecnologies actuals i contrastant quina és la millor opció, es comprova també que, el fet de treballar amb més d'un habitatge amb una única instal·lació comú, permet treballar amb factors de simultaneïtat, que han contribuït en el fet que, econòmicament, tot i ser necessària una inversió inicial molt elevada (127.455,68 € sense IVA), si comprovem l'aportació de forma individual per als 4 habitatges, s'obté un total de 31.863,92 € d'inversió inicial per a cada habitatge. Amb aquesta dada, contrastem que, la inversió inicial és menor a la d'una vivenda individual aïllada, concretament 6.277,66 € menys per habitatge, però s'ha d'aclarir que aquest estalvi dependrà diferents aspectes com l'espai disponible per la instal·lació dels captadors que poden fer reduir aquest estalvi. Com a contra, l'augment de potència instal·lada provocat per la unió dels habitatges, obliga a treballar amb un sistema trifàsic, el qual augmenta el cost dels equips, tot i que certament fa augmentar la seguretat de la instal·lació.

Es conclou que una instal·lació fotovoltaica aïllada, no és una solució per deixar de pagar per obtenir energia elèctrica, ja que a termini mitjà, s'hauran de substituir parts de la instal·lació, fent necessària una nova inversió, que provoca que la instal·lació no s'arribi a amortitzar mai. La substitució d'equips es repetirà cada certs anys, tot i que les inversions properes seran inferiors a la realitzada en primera instància, que bàsicament, es destinarà a la substitució de bateries i a més llarg termini dels mòduls fotovoltaics. En aquest cas es conclou que, en cas de ser necessari un sistema aïllat pel subministrament elèctric, la millor opció serà unir més d'un habitatge amb una instal·lació comú per a tots ells i utilitzar acumuladors de liti.

En els casos en què, la distància fins a la xarxa elèctrica és molt elevada o per condicions tècniques d'instal·lació és inviable, l'ús de l'energia solar guanya un pes molt important, ja que permet l'obtenció d'energia necessària sense contaminació en la generació ni producció de soroll en comparació amb generació utilitzant grups electrògens únicament, tot i que és altament recomanable disposar d'una font auxiliar, ja que d'aquesta forma es garanteix el subministrament elèctric davant avaries, falta d'irradiació solar i processos de manteniment o avaries.