

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto / Trabajo Fin de Carrera

**Análisis del autoconsumo eléctrico desde
la perspectiva del consumidor final**

Analysis of the electrical self-consumption
from the perspective of the final consumer

Para acceder al Título de

**INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL ESPECIALIDAD
ELECTRONICA —**

Autor: Mónica González Quintana.

Septiembre -2016



E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

CALIFICACIÓN DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

Realizado por: Mónica González Quintana.

Director del PFC: Mario Mañana

**Título: “Análisis del autoconsumo eléctrico desde la perspectiva del
consumidor final”**

Presentado a examen el día: 30 de Septiembre de 2016

Para acceder al Título de

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Composición del Tribunal:

Presidente (Apellidos, Nombre):

Secretario (Apellidos, Nombre):

Vocal (Apellidos, Nombre):

Este Tribunal ha resuelto otorgar la calificación de:

Fdo.: El Presidente

Fdo.: El Secretario

Fdo.: El Vocal Fdo.:

El Director del PFC
(Sólo si es distinto del Secretario).

Vº Bº del Subdirector

Proyecto Fin de Carrera Nº
(A asignar por Secretaría).

1. Introducción.

1.1. Las energías renovables.

1.1.1. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?

1.1.2. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.

2. Motivaciones.

3. El autoconsumo.

3.1. Autoconsumo eléctrico: Una propuesta inteligente.

3.2. Beneficios e inconvenientes del autoconsumo.

3.3. Condicionantes del desarrollo del autoconsumo en España.

3.4. Aplicación del autoconsumo al caso español.

3.5. Toma de decisión para montar una instalación de autoconsumo.

3.6. Penetración del autoconsumo en España con la regulación vigente.

4. Análisis del autoconsumo domestico – casos reales.

5. Consumidor – Generador.

5.1. Generación distribuida y autoconsumo.

5.2. Implicaciones económicas para el auto-consumidor y el conjunto del sistema.

5.2.1. ¿Cuál sería la decisión económica de un auto-consumidor?

5.2.2. ¿Esta decisión es eficiente/equitativa desde el punto de vista social?

5.2.3. ¿Qué costes se ahorra el sistema con el autoconsumo?

5.2.4. Coherencia entre pagos fijos/variable y costes fijos/variables.

5.2.5. ¿Quién paga los costes fijos que los consumidores dejan de pagar por su autoconsumo?

5.2.6. Costes no relacionados con el suministro y autoconsumo.

5.2.7. La paridad de red.

5.2.8. Impacto económico en el sistema y en la Administración Pública.

5.2.9. ¿La “panacea” del autoconsumo?

6. El Real Decreto de autoconsumo eléctrico o la paradoja de pagar por generar energía.

6.1. Concepto y tipos de autoconsumo.

6.2. Paradojas del Real Decreto 900/2015 o del por qué se dice que la norma desincentiva el autoconsumo.

7. Verdades y falsedades sobre autoconsumo.

7.1. Los consumidores de la red tradicional contribuyen como cualquier otro consumidor a su mantenimiento.

7.2. Como se mantiene el sistema. La factura de la luz.

7.3. El sistema no corre peligro por el autoconsumo.

7.4. Los auto-consumidores pagarán más mantenimiento del sistema que los consumidores tradicionales.

7.5. El peaje de respaldo, acabará de hecho con el auto consumo.

7.6. Es posible mantener la industria fotovoltaica con un impacto mínimo sobre el sistema.

7.7. Los beneficios del autoconsumo.

7.8. Hipótesis de trabajo.

8. Análisis normativo del sector eléctrico español y del autoconsumo.

8.1. Análisis del marco normativo del sector eléctrico español, desde su liberalización hasta la actualidad.

8.2. Análisis del marco normativo que regula el autoconsumo de energía eléctrica en España.

9. Marco normativo de la energía fotovoltaica.

9.1.1. Desarrollo sostenible y energías renovables.

9.1.2. El futuro de la energía solar fotovoltaica.

9.1.3. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en el mundo.

9.1.4. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en Europa.

9.1.5. El autoconsumo en otros países.

9.1.6. Unión Europea.

9.1.7. Resto del mundo.

9.1.8. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en España.

9.1.9. Situación de la fotovoltaica en el marco legal vigente.

9.1.10. La normativa legal del Autoconsumo Fotovoltaico en España.

10. Soluciones comerciales para el autoconsumo.

10.1. Una solución adaptada para cada necesidad.

10.2. Autoconsumo instantáneo con control sobre la inyección a red.

10.3. Autoconsumo diferido con acumulación de energía.

10.3.1. Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

10.3.2. Instalaciones con acoplamiento DC a la red.

10.3.3. Instalaciones con acoplamiento AC a la red.

10.4. Autoconsumo instantáneo con inyección cero.

10.4.1. Descripción.

10.4.2. Ventajas de los kits.

10.5. Autoconsumo instantáneo o diferido con inyección cero.

10.5.1. Descripción.

10.5.2. Ventajas de los kits.

10.6. Autoconsumo diferido aislado de red.

10.6.1. Descripción.

10.6.2. Ventajas de los kits.

10.7. Autoconsumo diferido con acumulación. Acoplamiento DC.

10.7.1. Elementos internos.

10.7.2. Aplicaciones.

10.8. Autoconsumo diferido con acumulación. Acoplamiento AC.

10.8.1. Elementos internos.

10.8.2. Aplicaciones.

10.9. Combiner Box para protección y gestión de instalaciones solares.

10.9.1. Descripción.

10.10. Autoconsumo instantáneo.

10.10.1. Autoconsumo con acumulación.

10.10.2. Perfiles de consumo.

10.11. Diseño de instalaciones con Sunny Design.

11. Elementos constitutivos de una instalación fotovoltaica.

11.1. Generador Fotovoltaico.

11.2. Inversor.

11.3. Equipo de medida.

11.4. Estructura de soporte de las placas.

11.5. Caja General de Protección

11.6. Puesta a tierra.

11.7. Cableado de Interconexión.

11.8. Equipos de protección.

11.8.1. Fusibles.

11.8.2. Interruptor magneto-térmico.

11.8.3. Interruptor diferencial.

11.9. Mantenimiento de la instalación.

11.10. Nuevas tecnologías relacionadas con la energía solar fotovoltaica.

11.10.1. Paneles solares con forma de tejas.

11.10.2. Paneles transparentes.

11.10.3. Paneles solares cilíndricos.

11.10.4. Persianas que captan energía e iluminan de noche.

11.10.5. Ventanas solares.

11.10.6. Nuevas células solares con forma esférica.

11.10.7. Paneles fotovoltaicos orgánicos y CIGS.

11.10.8. Lonas fotovoltaicas.

12. Análisis del proyecto de R.D de autoconsumo. (Se incluye en Cd adjunto).

13. Normativa actual R.D 900/2015 del 9 de Octubre. (Se incluye en Cd adjunto).

14. INFORME ANUAL 2015. UNEF (Unión Española Fotovoltaica).

(Se incluye en Cd adjunto).

15. Solar Power Europe: Global Market Outlook (2016). (Se incluye en Cd adjunto).

16. REE: Informe del Sistema Eléctrico Español 2015. (Se incluye en Cd adjunto).

17. IRENA: Potencial de reducción de costes para solar y eólica (2016).

(Se incluye en Cd adjunto).

18. Conclusiones.

19. Conclusiones finales.

20. Biografía.

1. Introducción.

El incremento de precios de la electricidad, el abaratamiento de ciertas tecnologías renovables y las políticas de fomento de la energía limpia han promovido la idea del auto-abastecimiento energético entre los consumidores de todo el mundo.

La producción de energía eléctrica generada en el interior de la red de un consumidor para su propio uso empieza a resultar atractiva para muchos. Entre los retos a los que se enfrenta el sector energético, el autoconsumo es un nuevo elemento que puede reconfigurar la industria.

¿Cómo debemos incorporar el autoconsumo en la estructura de nuestro sistema eléctrico para que beneficie al conjunto de los ciudadanos?.

En España es objeto de debate: la polémica en torno a la regulación del autoconsumo ocupa el espacio informativo y la arena política, una cosa está clara, el modelo energético fotovoltaico está cambiando, lo que se creía imposible hace unos años es hoy una realidad: el autoconsumo eléctrico, producir y gestionar la energía de una manera sencilla, limpia y rentable.

Poco a poco, gracias a la rápida evolución del sector fotovoltaico y a la continuada bajada en los costes de producción nos hemos aproximado a la paridad de red, y es ahora cuando se plantean diferentes preguntas:

¿Hasta qué grado reduce la factura eléctrica la instalación de un sistema de autoconsumo basado en la fotovoltaica?

¿Cuál es la forma más óptima y rentable de utilizarla energía solar?

Una respuesta efectiva a todas estas preguntas es el autoconsumo fotovoltaico.

La capacidad de producir, gestionar y consumir la energía generada mediante energía fotovoltaica, ya sea con o sin acumulación de la misma.

Desde viviendas residenciales, hasta hoteles, negocios e industrias, hoy día con un sistema fotovoltaico podemos ser capaces de producir nuestra propia energía y satisfacer en gran medida los consumos energéticos que tengamos.

Como propietario de una instalación fotovoltaica ¿qué ventajas le ofrece este nuevo modelo frente al tradicional?

- Una gestión de la energía consumida mucho más precisa, un mayor control de su producción y consumo y por tanto un ahorro considerable.
- Adaptar los consumos de su negocio, industria u hogar a la generación fotovoltaica, evitando en gran medida el consumo de corriente de la red.
- Contribuir a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y por tanto evitar el sobrecalentamiento del planeta.

De todos es conocido el enorme crecimiento que está sufriendo el consumo de energía eléctrica a lo largo de los últimos años.

Este crecimiento del consumo, se ha de suplir con la consiguiente generación de esta energía, hace unos años, los métodos más usuales de producción de energía, emitían muchas emisiones nocivas para el medio ambiente, pero la creciente importancia por la sostenibilidad del medio ambiente, ha obligado a buscar numerosas medidas para reducir estas emisiones, favoreciendo la investigación en el desarrollo de nuevas formas de generación de energía más limpia, como las consideradas como energías renovables.

Es evidente que las formas de generación tradicionales, no pueden desaparecer, pues las energías renovables, aunque más limpias, no son capaces de suplir por sí solas el ingente consumo eléctrico.

Es por ello, que debido a que existe una necesidad de convivencia entre las energías renovables y las tradicionales, aún existe unas elevadas emisiones, un ejemplo de producción de energía eléctrica mediante energías renovables como ya hemos dicho, es la energía fotovoltaica, consistente en el aprovechamiento de la energía de la radiación solar, para transformarla en energía eléctrica, esta forma de generación, posee numerosas ventajas, como son:

- Materia prima gratuita, renovable y sostenible, ya que la materia prima para la producción de energía eléctrica, no es más que la energía solar.

- Ausencia mínima de emisiones nocivas respecto a las instalaciones con energías agotables convencionales. Las emisiones nocivas solo se producen en mínima cantidad en la fase de producción de los elementos de las instalaciones y en su reciclaje.

- Bajo mantenimiento, debido a la simplicidad de las instalaciones.

Estas ventajas, entre otras, hacen evidente, la importancia del buen desarrollo de esta tecnología, ya que teniendo en cuenta que la radiación solar, es un factor que no se puede manipular, es de suma importancia el estudio de estas instalaciones, para conseguir la máxima eficiencia, y poder así producir más energía limpia y reducir de este modo las emisiones, además de mejorar su competitividad frente a otras alternativas.

En los últimos años en España ha existido un muy rápido desarrollo de las instalaciones fotovoltaicas.

En consecuencia desde aproximadamente el año 2008 se dispone de datos de funcionamiento de estas instalaciones, que nos pueden dar una información relevante para la mejora del diseño, operación y mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas y así adquirir experiencia práctica.

El modelo de desarrollo económico actual, basado en el uso intensivo de recursos energéticos de origen fósil, provoca impactos medioambientales negativos y desequilibrios socioeconómicos que obligan a definir un nuevo modelo de desarrollo sostenible.

El concepto de desarrollo sostenible fue acuñado por el Informe Brundtland, en 1987, como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

En definitiva, el desarrollo sostenible es aquel que trata de garantizar tres objetivos principales de manera simultánea:

El crecimiento económico, el progreso social y el uso racional de los recursos.

Parece impensable un mundo futuro en el cual aparezcan carencias del tipo energético como por ejemplo falta de suministro eléctrico, sobre todo si nos fijamos en lo presente que esta la energía eléctrica en la actualidad.

Nuestra visión para el futuro es que todos los países que están aún por desarrollar lleguen a un estatus similar a la de los países ya desarrollados con la utilización de los recursos disponibles en su entorno ya demás que los países que llamamos desarrollados controlen de alguna manera la forma de gestionar dichos recursos para que otros puedan utilizarlos en el futuro.

Resulta evidente que el nivel de consumo actual de los países desarrollados no permite asegurar el abastecimiento futuro de energía ni facilita el acceso a la energía de los países en desarrollo.

Entre las políticas que pueden articularse para asegurar la sostenibilidad del modelo energético, la política de fomento de las energías renovables se cuenta entre las principales.

Para asegurar dicha sostenibilidad y el desarrollo sostenible se elaboró un convenio marco de las naciones unidas sobre el cambio climático que acabo en la elaboración del conocido Protocolo de Kioto cuyos objetivos son tres;

- 1- Conseguir reducciones de emisiones al coste más efectivo posible.
- 2- Facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones.
- 3- Apoyar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo a través de la transferencia de tecnologías limpias.

1.1 Las Energías Renovables.

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica.

La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas y se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas.

Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse.

La principal ventaja de este tipo de energías es que son energías ecológicas, es decir este tipo de energías son distintas a las de combustibles fósiles o centrales nucleares debido a su diversidad y abundancia, se considera que el sol abastecerá estas fuentes de energía (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años.

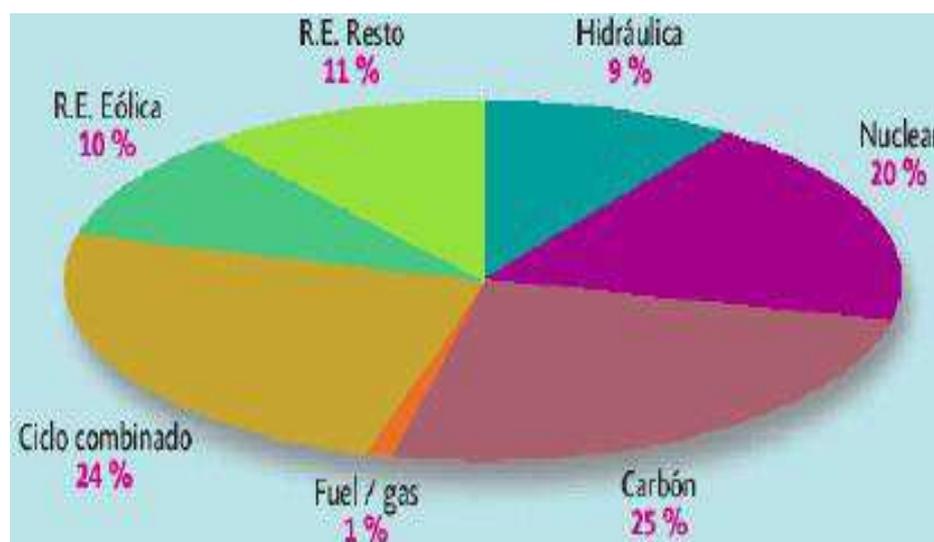
La primera ventaja de una cierta cantidad de fuentes de energía renovables es que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con los combustibles, sean fósiles o renovables.

Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.

Pero debemos tener en cuenta que este tipo de energías no carecen de inconvenientes, los más dignos de mención son:

- 1- Su naturaleza difusa, puesto que ciertas fuentes de energía renovable proporcionan una energía de una intensidad relativamente baja, distribuida sobre grandes superficies, son necesarias nuevos tipos de "centrales" para convertirlas en fuentes utilizables.

- 1- La irregularidad, la producción de energía eléctrica permanente exige fuentes de alimentación fiables o medios de almacenamiento, así pues, debido al elevado coste del almacenamiento de la energía, un pequeño sistema autónomo resulta raramente económico, excepto en situaciones aisladas, cuando la conexión a la red de energía implica costes más elevados.



Cobertura de la demanda anual de energía eléctrica por tecnologías.

Figura 1. Fuente: Red Eléctrica de España. www.ree.es.

En España, actualmente un 20% de la energía demandada por los consumidores es producida por energías renovables de las cuales, las más importantes son eólica e hidráulica.

1.1.1 ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?

La energía solar fotovoltaica consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado “célula solar”.

La conversión de la energía de la luz solar en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como “efecto fotovoltaico”.



Figura 2. Esquema de sistema fotovoltaico. Fuente: Sofos energía. www.sofos.es

Presenta características peculiares entre las que se destacan:

- 1- Elevada calidad energética.
- 2- Pequeño o nulo impacto ecológico.
- 3- Inagotable a escala humana.

La energía solar fotovoltaica permite un gran número de aplicaciones, ya que puede suministrar energía en emplazamientos aislados de la red (viviendas aisladas, faros, postes SOS, bombeos, repetidores de telecomunicaciones, etc.) o mediante instalaciones conectadas a la red eléctrica, que pueden ser de pequeño tamaño (instalación en vivienda individual) o centrales de gran tamaño (en España existen proyectos de hasta 48 MW de potencia).

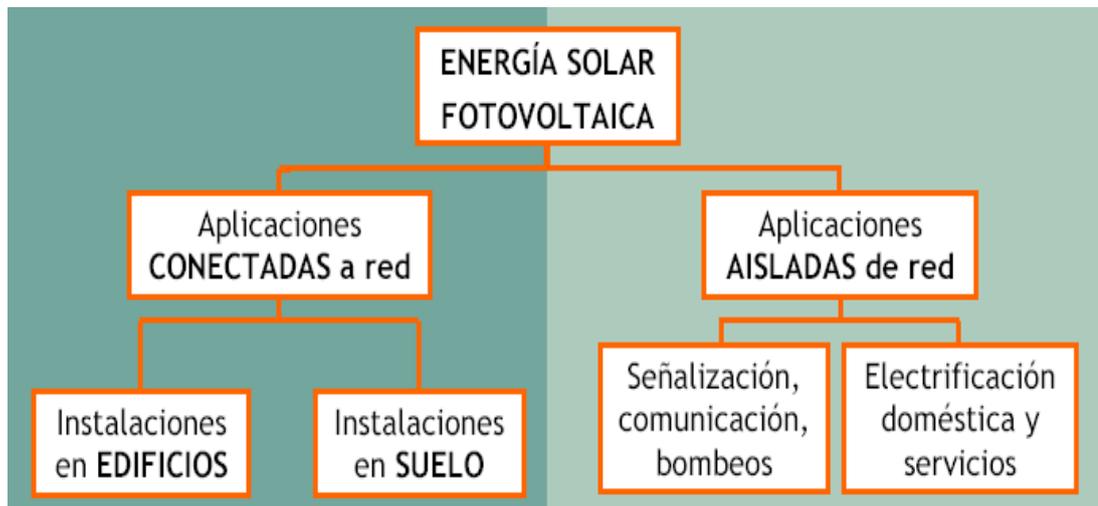


Figura 3. Fuente: Sofos energía. www.sofos.es

1.1.2 Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.

Un punto importante que debemos destacar es que cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente 1kg de CO₂, en el caso de compararlo con generación eléctrica con carbón, o aproximadamente 0,4kg de CO₂ en el caso de compararlo con generación eléctrica con gas natural.

Esto es de gran ayuda para la reducción de emisiones que se propone en el Protocolo de Kioto citado anteriormente.

Debemos tener en cuenta que las energías renovables son la alternativa más limpia para el medio ambiente, se encuentran en la naturaleza en una cantidad ilimitada y, una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial.

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), frente a las fuentes convencionales, las energías renovables son recursos limpios cuyo impacto es prácticamente nulo y siempre reversible.



Figura 4. Tipologías de sistemas fotovoltaicos. Fuente: Sofos energía. www.sofos.es

Las energías renovables son recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones dañinas para el medio ambiente como las emisiones de CO₂, como ya hemos recalado anteriormente, algo que sí ocurre con las energías no renovables como son los combustibles fósiles.

Una de sus principales desventajas, es que la producción de algunas energías renovables es intermitente ya que depende de las condiciones climatológicas, como ocurre, por ejemplo, con la energía eólica.

Con todo, el IDAE apunta que por su carácter autóctono, este tipo de energías "verdes" contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los suministros externos, aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de empleo.

Entre los principales tipos de energías renovables encontramos los siguientes:

- Energía hidráulica. Es la producida por la caída del agua. Las centrales hidroeléctricas en presas utilizan el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura. El agua en su caída pasa por turbinas hidráulicas, que transmiten la energía a un alternador, el cual la convierte en energía eléctrica.
- Energía eólica. Es la energía cinética producida por el viento, a través de los aerogeneradores o molinos de viento se aprovechan las corrientes de aire y se transforman en electricidad, dentro de la energía eólica, podemos encontrar la eólica marina, cuyos parques eólicos se encuentran mar adentro.
- Energía solar. Este tipo de energía nos la proporciona el sol en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente). El uso de la energía del sol se puede derivar en energía solar térmica (usada para producir agua caliente de baja temperatura para uso sanitario y calefacción) solar fotovoltaica (a través de placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar), etc.
- Energía geotérmica. Es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas y se encuentra almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor y ligada a volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres, por tanto, es la que proviene del interior de la tierra.
- Energía mareomotriz. El movimiento de las mareas y las corrientes marinas son capaces de generar energía eléctrica de una forma limpia, si hablamos concretamente de la energía producida por las olas, estaríamos produciendo energía undimotriz, otro tipo de energía que aprovecha la energía térmica del mar basado en la diferencia de

temperaturas entre la superficie y las aguas profundas se conoce como maremotérmica.

- Energía de la biomasa. Es la procedente del aprovechamiento de materia orgánica animal y vegetal o de residuos agroindustriales, incluye los residuos procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, así como los subproductos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera.

En el siguiente grafico podemos observar la potencia instalada en el sistema eléctrico peninsular con la diferente proporción de tecnologías a 31 - 12 - 2015 según datos de Red Eléctrica.

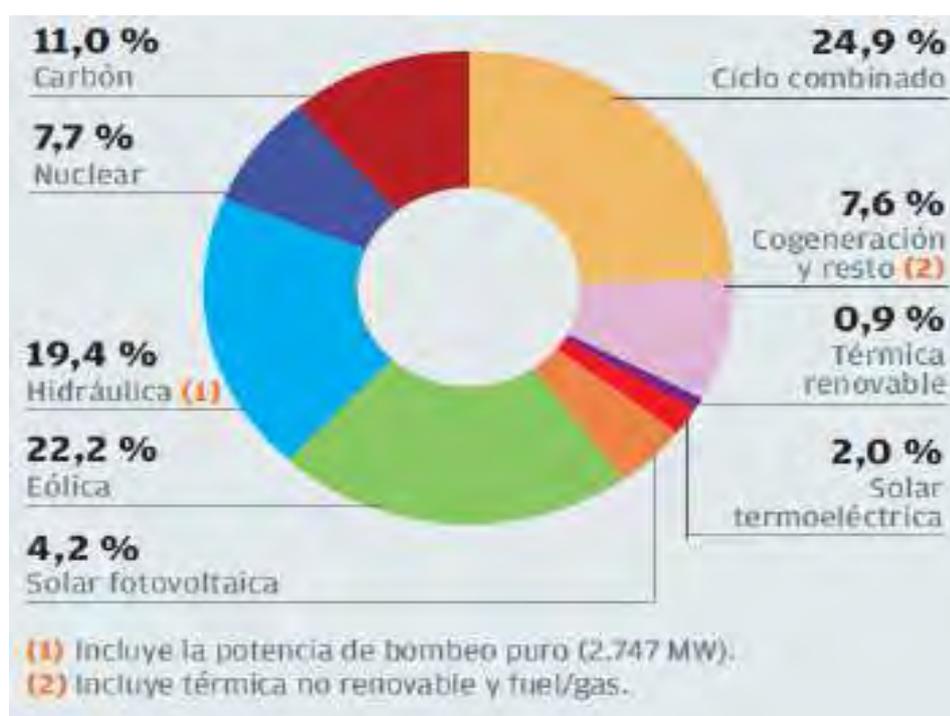


Figura 5. Fuente: Red Eléctrica de España. www.ree.es.

2. Motivaciones.

La coyuntura actual en cuanto a llevar a cabo un avance tecnológico consecuente, concretamente en el dominio de la producción de energía eléctrica a partir del sol, una fuerte y creciente demanda energética y, por consiguiente, una elevada presión industrial, inducen un contexto favorable a la investigación y a la innovación, con el objetivo de aportar soluciones rentables, seguras y duraderas a los problemas energéticos actuales.

Es pertinente recalcar también que la cuestión de la producción de la energía eléctrica hoy en día de forma autónoma es un aspecto que cada vez está adquiriendo una mayor importancia y notoriedad, no sólo únicamente para el autoconsumo, sino también para aportar una parte a la red y obtener eventuales beneficios económicos.

De hecho, se trata de probar una innovación que tiene como objetivo el abandono de un producto cuya tecnología ha sido satisfactoria y cuyo rendimiento es el mejor de todos en cuanto a células solares.

Tarea que no es sencilla dado que se trata de un lanzamiento al estudio y concepción de un método de conversión fotoeléctrica que tiene como objetivo primordial el reemplazamiento de un tipo de células contaminantes y cuyo coste de producción está estimado a aumentar con el transcurso del tiempo.

Por otro lado, cabe mencionar que la problemática analizada es idéntica a aquella que acapara la cuestión energética hoy en día: ¿Cuáles son los medios que hay que tener en cuenta para continuar produciendo suficiente o incluso más electricidad y a la vez responder a las exigencias medioambientales de durabilidad y competitividad económica?.

Si bien es cierto que la experiencia muestra que el impacto del desarrollo de nuevas tecnologías para responder a nuestras exigencias crecientes es

difícilmente cuantificable de forma numérica, la generación de energía de forma independiente podría ser una de las soluciones con vistas al futuro a este problema.

Si resumimos lo desarrollado en los párrafos anteriores de éste apartado, se pueden extraer dos tipos de motivaciones.

Una motivación de la energía fotovoltaica es la medioambiental, no obstante no hay que olvidar que hay ventajas de carácter económico que deben ser también tenidas en cuenta.

En cuanto a la motivación medioambiental, cabe mencionar que la energía solar fotovoltaica constituye una fuente inagotable de energía, es menos contaminante que aquella extraída de los combustibles fósiles y, salvo la producción ligada a las células solares que se van a utilizar, se trata de una energía no contaminante, concretamente no es necesario realizar obras de ingeniería dedicadas a la extracción de ésta como se realiza con el petróleo o el gas natural, sino que comprende únicamente la instalación de éste tipo de tecnología.

Hagamos ahora un pequeño análisis de los efectos de la implantación de una instalación solar fotovoltaica para el autoconsumo de una vivienda unifamiliar:

Modificación del paisaje: si bien es cierto que la instalación de los paneles solares puede modificar la estética de un edificio y que es un aspecto que se debe tener en cuenta, al fin y al cabo, la instalación no se realiza en medio del terreno, sino que normalmente se instalan en los tejados de las viviendas, es por ello que a pesar de que pueda haber cierta modificación de carácter estético, ésta no entraña molestia alguna ni para el ser humano ni para el medioambiente.

Contaminación acústica: es preciso mencionar que las instalaciones solares fotovoltaicas típicamente no generan ruido alguno ya que los conductos que

transportan el líquido que se encarga del transporte del calor suelen estar bien aislados, además, es necesario recordar también que la tecnología destinada a la producción de energía eléctrica a partir del sol va evolucionando con el paso del tiempo, con el objetivo, entre muchos otros, de reducir al mínimo el impacto acústico producido.

Clima y recursos naturales: en primer lugar, como se ha comentado anteriormente, no hay un impacto climático que entrañe emisión alguna durante el proceso de producción de energía, ya que, entre otras cosas, no se llevan a cabo procesos de combustión que pudieran entrañar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

La motivación económica pasa por el bajo coste que supone el mantenimiento de dichas instalaciones, además existen ayudas y subvenciones estatales y autonómicas, es por eso que se pueden llegar a obtener beneficios a corto plazo.

Éste último párrafo en el que se comenta la motivación económica no anima únicamente a la realización de una instalación fotovoltaica restringida al autoconsumo, sino que motiva también a una posible continuación del proyecto añadiendo lo necesario para poder aportar el excedente energético a la red y ser bonificados por ello.

3. El autoconsumo.

Dentro de la generación distribuida, la producción para *autoconsumo* se presenta como la principal vía de desarrollo de este cambio de modelo, se trata de llevar la generación embebida a su máximo exponente, donde el productor es a la vez consumidor de esa energía, este cambio de filosofía no quiere decir que consuma exclusivamente la energía que produce, ni tampoco implica que se realice una actividad económica como productor, sino que el consumidor puede seguir conectado a la red y se producen

intercambios de energía que se pueden regular de distintos modos. Se define la energía auto-consumida como aquella que se consume a través de generación local.

En el esquema tradicional, los consumidores y generadores están en lados opuestos de la cadena del mercado eléctrico (generación, transporte, distribución, comercialización).

Los consumidores contratan la electricidad a través de los comercializadores, ya sea en el mercado liberalizado o acogiéndose a la Tarifa de Último Recurso (TUR), según sean sus condiciones particulares, a continuación se puede ver el esquema del autoconsumo particularizado para una vivienda con placas fotovoltaicas, donde se genera y consume electricidad al mismo tiempo.

La energía requerida por el consumidor que no se pueda auto-producir se seguirá suministrando por los mecanismos habituales, mientras que la energía eléctrica sobrante se puede tratar de varias maneras, como se verá a posteriori.

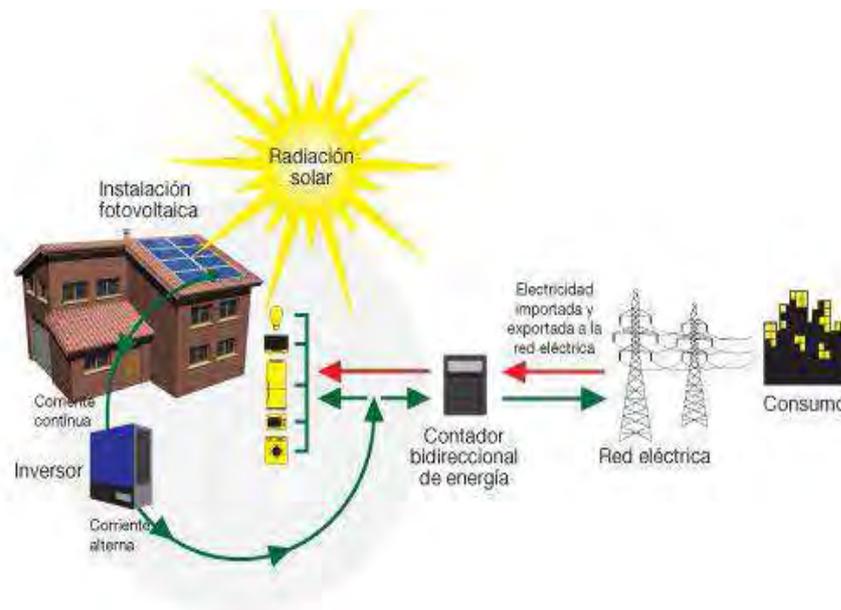


Figura 6. Esquema del autoconsumo. Fuente: www.sud.es (empresa energías renovables).

El autoconsumo brinda una serie de oportunidades y ventajas para todos los agentes que intervienen en proceso de manera directa o indirecta, tanto que se habla de la “democratización” de la energía eléctrica.

Para el sistema, supone implantar un modelo más distribuido, con todas las ventajas expresadas en el punto anterior, como el ahorro generado al evitar pérdidas por transporte y distribución, que supone un coste anual de cerca de 2.000 millones de euros, y las menores necesidades de infraestructura de red.

Para la figura del productor y consumidor, este sistema supone un ahorro energético, y por tanto económico, a partir de una inversión inicial, lo que permite convertir el ahorro privado en una inversión beneficiosa para la economía nacional.

Según estimaciones del Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía, la factura eléctrica se podría reducir entre un 60 y un 80%, si a esto le sumamos la accesibilidad cada vez mayor de la tecnología fotovoltaica y la subida de precios de la electricidad (un 40% desde el 2005 hasta el 2012), el mismo IDAE calcula que auto-producir energía será más rentable que comprarla a partir de 2018, alcanzando por tanto la paridad de red.

Por otro lado, el autoconsumo daría a los usuarios una mayor independencia frente al sistema eléctrico y las empresas del sector, además, el consumidor puede adaptar su curva de generación y demanda lo máximo posible para auto-consumir la energía que produce.

Si se habla de la contribución del autoconsumo a la industria, se potencia esta actividad económica y su tejido industrial, pudiéndose orientar hacia el desarrollo de la investigación tecnológica y el aumento de competitividad de

las empresas del país. Esto desembocaría en la creación de empresas de servicios energéticos para la instalación y mantenimiento de estas centrales, y por tanto en la creación de empleo.

La UNEF calcula que la reactivación del sector fotovoltaico mediante el autoconsumo crearía “30.000 empleos locales, estables y de calidad”.

Con este tipo de generación se elevaría la cuota de energías renovables, con los consecuentes beneficios que ello implica: medioambientales, reducción de la dependencia energética del exterior y del uso de combustibles fósiles, etc., en los hogares, por ejemplo, se podrían utilizar fuentes renovables tales como la mini-eólica, mini-termo-solar, la biomasa o la solar fotovoltaica, particularizando para esta última, a su favor destacan su avanzado nivel de desarrollo, que permite conectar las placas solares a la red doméstica, y la tendencia de los precios a la baja, ya que el coste de los paneles solares ha caído un 70% desde el 2008 al 2015.

Además, auto-producir parte de su electricidad puede servir para que el ciudadano se conciencie con el coste de la misma, estableciendo el ahorro como uno de sus objetivos cotidianos y fomentando así un comportamiento responsable y ecológico.

En el lado opuesto, mientras que en el sistema tradicional solo hacía falta registrar el dato de energía eléctrica consumida a la hora de aplicar la factura a los consumidores, para el consumidor-productor habrá que tener en cuenta la cantidad de energía producida que se inyecta en la red, la auto-consumida y la que consume de la manera que se venía haciendo hasta ahora.

Esto conlleva un mayor esfuerzo administrativo y de gestión, pero también tecnológico, ya que los sistemas deben estar preparados para recibir e inyectar energía, así como realizar mediciones en ambos sentidos.

Por su parte, con el uso de energías renovables tiene lugar un desvío entre la curva de generación y la de consumo, por lo que se deberán gestionar esos desvíos y sus costes asociados.

Es necesario definir qué se hace con la energía sobrante: almacenarla, traspasarla a la red, y si es así en qué condiciones.

Otro problema añadido es la dificultad de llevar a cabo una previsión fidedigna de estos desvíos.

Para ello se requiere la aplicación de técnicas de gestión de la demanda eléctrica y de predicción de generación renovable a corto plazo.

Otro posible inconveniente a salvar es la reticencia de los consumidores a la hora de instalar este sistema, dado a que conlleva una inversión inicial que puede ser una barrera, tanto por la cifra como por el miedo a no recuperar la inversión, para que esto no ocurra es necesaria una comunicación eficaz a la sociedad.

3.1 Autoconsumo eléctrico: Una propuesta inteligente.

Un paso importante en el camino hacia la optimización de la producción de energía eléctrica y hacer de la energía renovable no solo energías limpias sino también lo más eficientes y rentables posibles es el llamado autoconsumo eléctrico.

En su momento se publicó en el BOE, el Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, que en su Disposición Adicional segunda establece que *“el Ministro de Industria Turismo y Comercio, en el plazo de cuatro meses desde la entrada en vigor del presente Real Decreto, elevará al Gobierno, una propuesta de Real Decreto cuyo objeto sea la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la*

energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.”

Esta nueva norma, da por tanto lugar a la posibilidad de instauración de lo que se entiende como autoconsumo eléctrico, sistema por el cual un consumidor queda suministrado por la energía eléctrica producida en el interior de su red, posibilitando además, que aquella energía eléctrica generada que exceda de su consumo, pueda ser vertida a la red y ser compensada por ulteriores consumos de energía procedente de la red exterior.

Este mecanismo de generación distribuida (1) presenta beneficios económicos y técnicos para el sistema eléctrico, reduciendo las inversiones en red y las pérdidas en la misma y mejorando la garantía de suministro, así como para el consumidor, que se ve beneficiado por la posibilidad de verter a la red la energía que en un principio generó para su consumo y que por la imposibilidad actual de almacenarla, quedaría desperdiciada.

Además, este sistema supone una forma de apoyo las energías renovables, distinto del controvertido régimen de retribución primada actual, contribuyendo, además, a la concienciación del consumidor sobre la posibilidad de su contribución activa a la lucha contra el cambio climático de forma individual.

Para hacer posible el autoconsumo eléctrico como técnica eficiente dentro del sistema eléctrico, se debe poner en marcha el mecanismo de balance neto (o net metering) que, conectando a la red de generación eléctrica una instalación o propiedad particular, permite medir, además de la energía consumida, aquella sobrante del consumo e inyectada a la red exterior.

(1) Se entiende como generación distribuida a la modalidad de generación de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cerca posible del lugar de su consumo y conectadas directamente a la red de distribución.

Es importante señalar que el sistema de autoconsumo eléctrico, ligado al *net metering*, orientado al consumidor, no pretende convertir a éste en productor. Es decir, por la energía excedentaria vertida a la red no obtiene un beneficio económico contable, como el que la vende directamente, sino unos derechos de poder disminuir en su medidor de consumo la cantidad de energía previamente vertida.

En la próxima regulación sobre autoconsumo eléctrico y balance neto, deberán tenerse en cuenta algunos aspectos:

En primer lugar, para que el autoconsumo eléctrico suponga un incentivo para el consumidor es necesario invertir en contadores inteligentes que sean capaces de medir “para adelante y para atrás”, además de regular cuidadosamente los requisitos técnicos de dichas instalaciones.

Además, para que el autoconsumo eléctrico y el neto de energía sean factibles cuanto antes, convendría simplificar los procedimientos administrativos de autorización de instalaciones y de conexión a la red y las licencias de obra o medioambientales, lo que hoy ya demanda también el sector de generación eléctrica en régimen especial, y aclarar algunas cuestiones que hoy son todavía una incógnita como la del establecer o no cupos de potencia instalada, o la de establecer obligaciones a las empresas distribuidoras en cuanto a la necesidad de hacer refuerzos en la red para poder facilitar la conexión de todos aquellos cuantos deseen unirse a este mecanismo, de igual forma que quedan regulados por normativa vigente los requisitos técnicos y de calidad del servicio que verterá el consumidor-productor.

En cuanto a las inversiones en la instalación de la tecnología necesaria para la producción de energía renovable en propiedad de consumidor, el mercado actual ha reducido el precio de los componentes de forma considerable lo que supone que una instalación de un máximo de 100 kW (lo máximo previsto para poder optar al autoconsumo) podría amortizarse en unos siete años, teniendo por otra parte una vida útil de más de veinticinco, estos datos suponen un gran atractivo para futuros inversores.

Eso sí, convendría establecer líneas de financiación para este tipo de proyectos, coherentes con los costes de la tecnología utilizada.

Por otra parte, para que este sistema de “pago” por la energía vertida sea lo más justo y fiable, el precio de la energía tendría que ser el mismo sea cual sea el sentido (de consumo o vertido) de la red que vaya, por eso, uno de los puntos que debería concretar la regulación es el precio de la energía, que al quedar al arbitrio de las partes puede dar lugar a cierta inseguridad jurídica y abuso por parte de las compañías distribuidoras.

No hay que olvidar que los sistemas de generación eléctrica destinados al autoconsumo no van a pertenecer al régimen especial de generación eléctrica, sino al régimen ordinario, ya que éstos no venden energía a la red a una tarifa preestablecida, sino que ahorran energía procedente de la red eléctrica, por lo que su tarifa de referencia será el precio de la electricidad convencional.

3.2 Beneficios e inconvenientes del autoconsumo.

Un análisis completo de beneficios e inconvenientes del autoconsumo exige una doble perspectiva, la del auto-consumidor y la del resto del sistema.

Desde la perspectiva del auto-consumidor, los beneficios derivan de una menor dependencia del sistema eléctrico, que lleva aparejada la reducción de los costes energéticos al no tener que pagar por la energía auto-consumida.

Adicionalmente, en sistemas donde existan zonas aisladas, el autoconsumo puede convertirse en la única solución para conseguir suministro eléctrico. La contrapartida, obviamente, es la inversión necesaria.

Desde la perspectiva del resto del sistema, el desarrollo del autoconsumo tendrá impacto sobre distintos agentes del sistema. Los efectos más relevantes estarán vinculados a la operación de la red, el comportamiento

del resto de generadores y, por supuesto, a los costes del sistema y los precios en el mercado que deben afrontar el resto de los consumidores.

La energía generada por una placa fotovoltaica depende fundamentalmente de la potencia instalada y de la radiación solar que llega a su superficie.

Al comparar esta producción solar, hasta cierto punto predecible, con la curva de demanda de un sistema puede calcularse la energía que tendría que aportar el resto de tecnologías no solares.

La penetración solar normalmente reducirá la demanda máxima del sistema (en la medida que dicha demanda se produzca en horas de sol), esta reducción es muy beneficiosa, ya que los sistemas eléctricos deben dimensionarse para dar servicio en el momento de máxima demanda y por lo tanto reducirla implicará menores inversiones.

Obviamente, este efecto es realmente relevante en aquellas regiones en las que la demanda máxima se produce durante el verano.

La contrapartida de este beneficio es que, para penetraciones altas, puede llegar a reducirse la demanda mínima del sistema, en estas circunstancias puede ser necesario limitar el número de plantas térmicas que se mantengan en funcionamiento, lo que reduce la capacidad de respuesta a desviaciones o a requerimientos puntuales del sistema (por tener menor flexibilidad).

Por otro lado, con una penetración de la generación solar de hasta un 25%, las pérdidas de energía en la red (y sus costes asociados) disminuyen, si bien para valores superiores este efecto desaparece.

Las razones fundamentales son:

- 1- Parte de la demanda se cubre con generación local y por lo tanto la demanda de la red de distribución es menor.

2- Ante un incremento local de generación distribuida puede ser necesario reforzar la red de distribución, lo que implica que las pérdidas de energía en la misma sean menores.

De acuerdo al mismo análisis, la penetración de la generación fotovoltaica de autoconsumo incrementará el coste de la red de distribución según aumente su penetración, ya que cada vez más redes locales se convertirán en generadores netos a ciertas horas.

Esto obliga a la red a soportar los flujos de energía tanto en momentos de máxima demanda, como de máxima generación y se hacen necesarias ciertas inversiones en elementos como protecciones bidireccionales, filtros activos, etc.

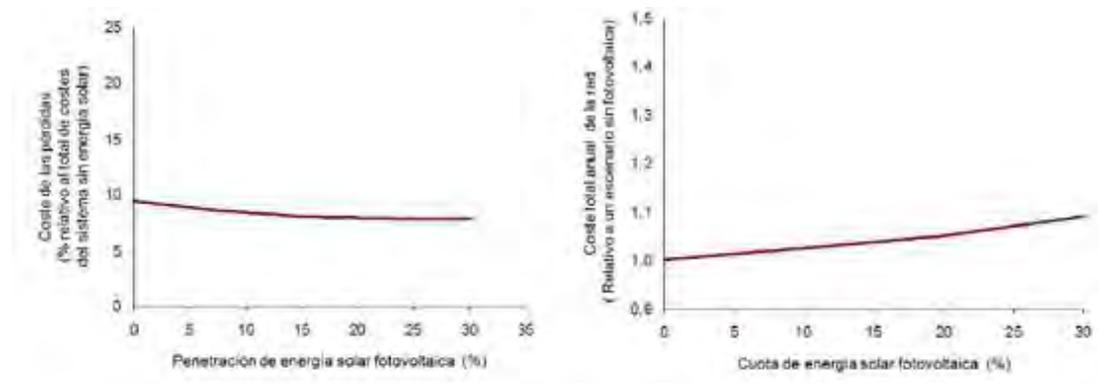


Figura 7. Coste de las pérdidas (%) y de la red, según la penetración de generación fotovoltaica. Fuente: The Future of Solar Energy. (MIT).

Otros problemas que la penetración de energía solar fotovoltaica puede generar en redes locales están vinculados a posibles incrementos puntuales de tensión, incremento de la complejidad de las protecciones o reducción de la vida útil de ciertos instrumentos de la red debido a su mayor uso.

Estos aspectos, si bien son parcialmente responsables del incremento de costes de la red, son técnicamente gestionables y simplemente exigirán mayor inversión en redes más inteligentes que incrementen la capacidad de gestión.

3.3 Condicionantes del desarrollo del autoconsumo en España.

Una vez valorados los beneficios e inconvenientes que puede provocar el desarrollo del autoconsumo en un sistema eléctrico, para valorar su aplicación en España, será necesario conocer las circunstancias concretas del sistema que pueden afectar a su desarrollo.

Existen distintos aspectos que pueden favorecer o desfavorecer el desarrollo del autoconsumo, algunos condicionarán el comportamiento de los consumidores y otros el incentivo del regulador a fomentarlo artificialmente o a dejar que su desarrollo se rija por las reglas del mercado.

El mayor impulsor del desarrollo del autoconsumo desde la perspectiva del consumidor es el alto coste de la energía en España, por encima de la media europea, el precio del mercado está en línea con el de otros países europeos, pero los componentes incorporados a la tarifa incrementan significativamente el precio final y hacen que este sea superior.

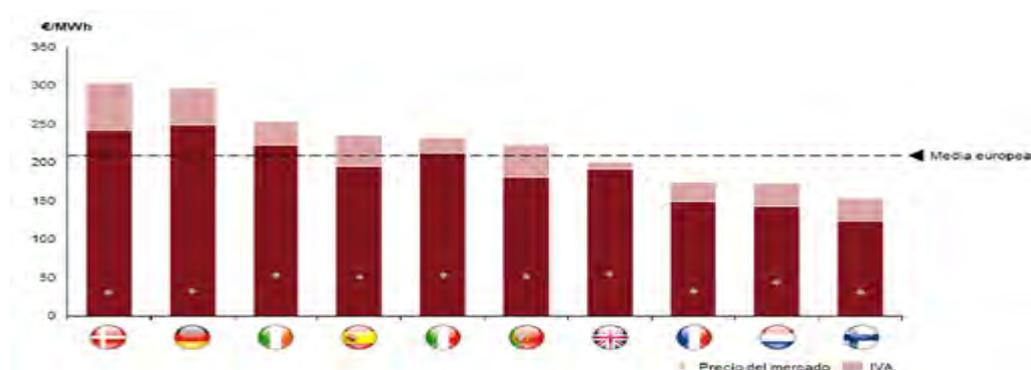


Figura 8. Coste de la energía eléctrica para un consumidor doméstico. Segunda mitad del 2014. Fuente: Eurostat.

Así mismo, el regulador puede verse incentivado a fomentar su desarrollo por razones tales como su contribución al cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones, el impacto que tendría en la disminución de la dependencia energética del exterior o la dinamización de sectores tales como la construcción, los instaladores, etc.

Por otro lado, alguno de los beneficios que tiene el autoconsumo en ciertos sistemas eléctricos no se materializarán de forma significativa en el caso español:

- 1- No existen zonas aisladas en la red, al menos no de forma significativa y por lo tanto el autoconsumo no es necesario para dar acceso a la electricidad a dichas regiones.
- 2- En el sistema español, la demanda máxima horaria se produce en invierno, por lo tanto la penetración de la energía solar no implicará una reducción de la punta de demanda y no se reducirá la capacidad de generación necesaria.
- 3- Dada la sobrecapacidad actual del sistema, no existe una señal económica de necesidad de incrementar la potencia instalada para los próximos años.

Por último, además de los beneficios e inconvenientes del autoconsumo mencionados y aplicados al sistema español, es necesario tener en cuenta la situación económica del mismo y el principio de sostenibilidad económica y financiera del sistema definido en la Ley del Sector Eléctrico, según esta, toda medida normativa que suponga un incremento de coste deberá incorporar una reducción equivalente de otras partidas que asegure el equilibrio del sistema.

Este mecanismo condicionará a futuro cualquier nueva actividad que se ponga en marcha en el sistema eléctrico o cualquier cambio regulatorio que tenga un impacto en sus ingresos y/o costes.

3.4 Aplicación del autoconsumo al caso español.

Caracterización del mercado potencial

España es uno de los países de la Unión Europea que reciben mayor radiación solar. Si bien, hay una cierta dispersión de su incidencia en función de la zona.

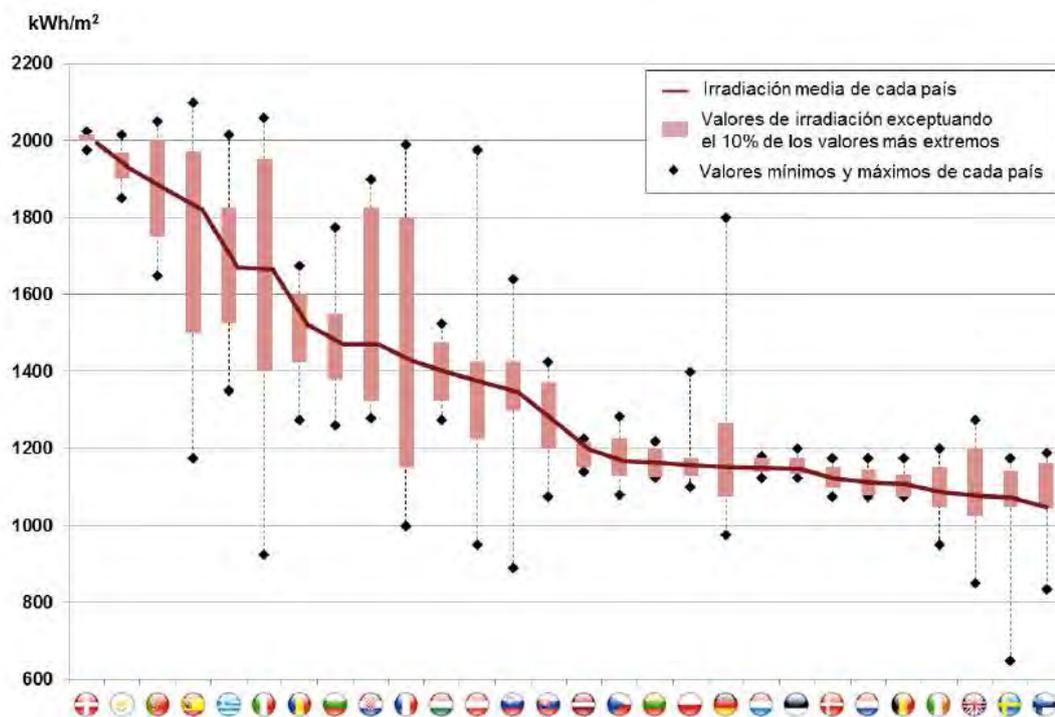


Figura 9. Irradiación anual sobre un módulo fotovoltaico óptimamente inclinado en los 28 países miembro de la UE. Fuente: Joint Research Centre

España tiene caracterizadas cinco zonas en función de la radiación solar que recibe, lo que permite calcular la generación potencial que tendría una instalación de autoconsumo en cada una de estas zonas.

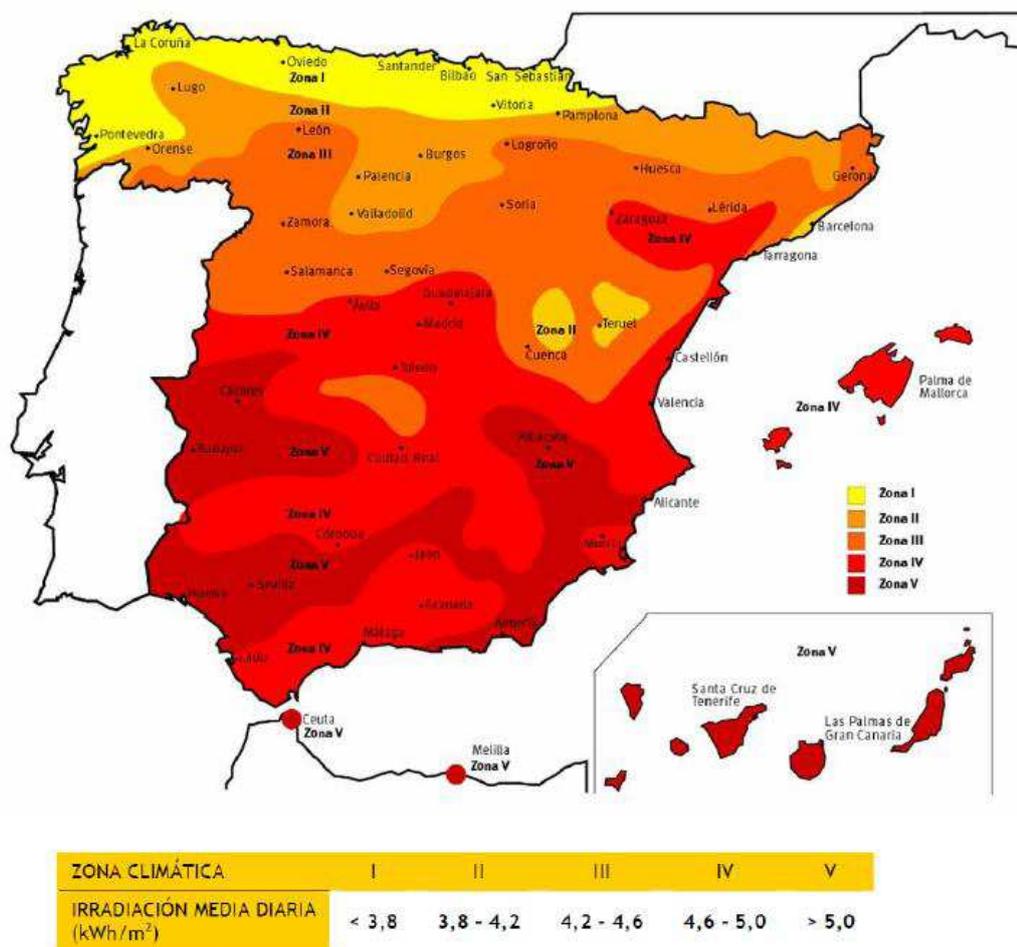


Figura 10. Irradiación media diaria de España según zonas climáticas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. www.mitur.gob.es.

Como se ha mencionado previamente, los consumidores españoles hacen frente a los costes regulados del sistema eléctrico a través de los cargos y peajes que se incluyen en la factura de la luz.

Estas partidas reguladas de la factura eléctrica mantienen una estructura de reparto entre parte fija y variable (en función de la energía consumida) que trata de reflejar el reparto de los costes del sistema.

Por otro lado, existe una distribución de los consumidores en distintos grupos tarifarios en función del nivel de tensión al que están conectados y su potencia contratada.

El grupo mayoritario es el de los consumidores con menor consumo unitario, que afrontan la factura más alta y tienen un mayor coste de suministro porque normalmente están conectados en niveles más bajos de tensión, lo que hace más costoso distribuirles la electricidad, estos grupos, obviamente, tendrán un mayor incentivo para reducir su consumo.

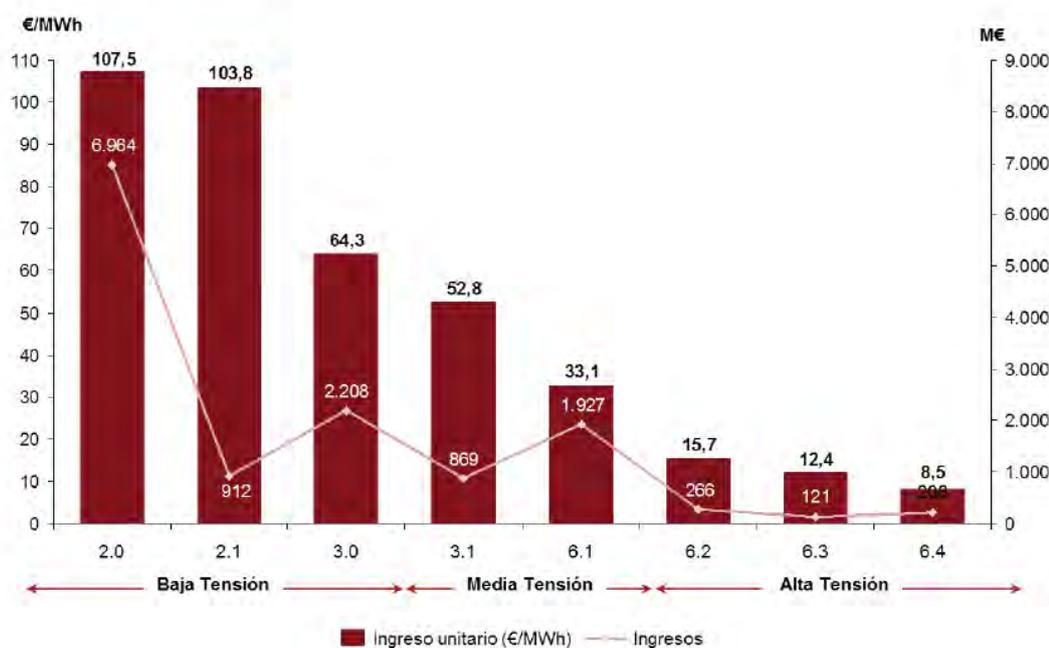


Figura 11. Ingresos unitarios y totales previstos por grupo tarifario. Fuente: CNMC

Es previsible que el desarrollo del autoconsumo se produzca fundamentalmente en los segmentos doméstico y comercial conectados en baja tensión.

Las curvas de consumo de estos consumidores son muy distintas entre sí. El impacto que una instalación solar fotovoltaica tendría sobre ellos será diferente, ya que el consumo eléctrico en un comercio será más elevado en las horas de sol mientras que una parte importante de la demanda de un consumidor doméstico se produce en horario de tarde y noche.

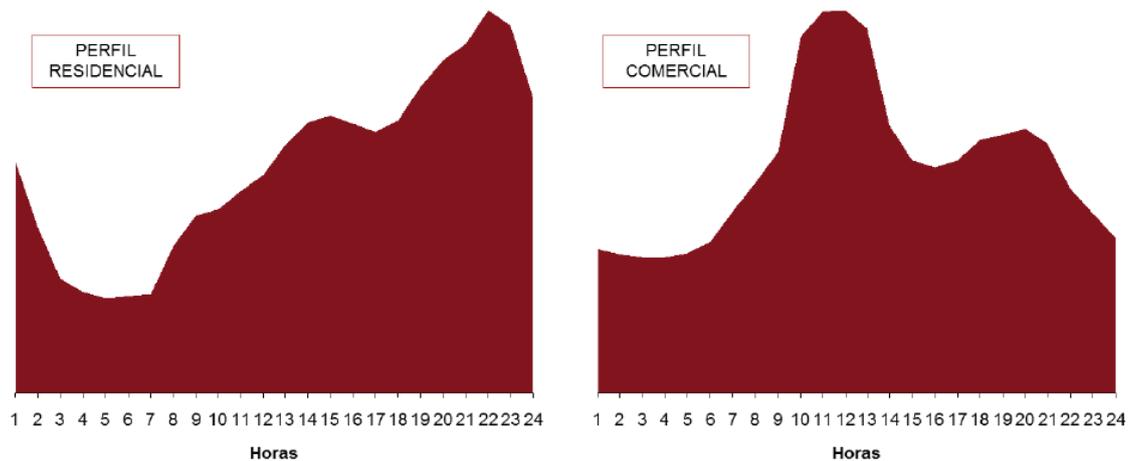


Figura 12. Perfiles medios diarios residencial y comercial de consumo. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. www.minitur.gob.es.

3.5 Toma de decisión para montar una instalación de autoconsumo.

El desarrollo del autoconsumo en España estará condicionado por la existencia de soluciones comerciales que se adapten a las necesidades de los potenciales compradores.

Cualquier consumidor que se plantee montar una solución de autoconsumo deberá analizar si el coste realmente compensa los ahorros que obtendrá y evaluar si existe una solución ofertada por las empresas que presten estos servicios: instaladores, empresas de servicios energéticos, etc.

A la hora de valorar la instalación fotovoltaica a montar, un cliente final tendrá en cuenta distintos criterios:

1- La relación entre la energía auto-consumida y el excedente de energía que generará la instalación.

Esta relación es importante ya que por cada MWh auto-consumido se ahorrará el coste variable de la electricidad (peajes y cargos, coste de la energía e impuestos), mientras que por cada MWh de excedente, en caso de que exista, el ingreso que percibirá será inferior ya que recibirá solo el

precio de la energía en el mercado, dado que la inversión necesaria es proporcional a la potencia instalada, existirá un incentivo a maximizar el autoconsumo y minimizar el excedente.

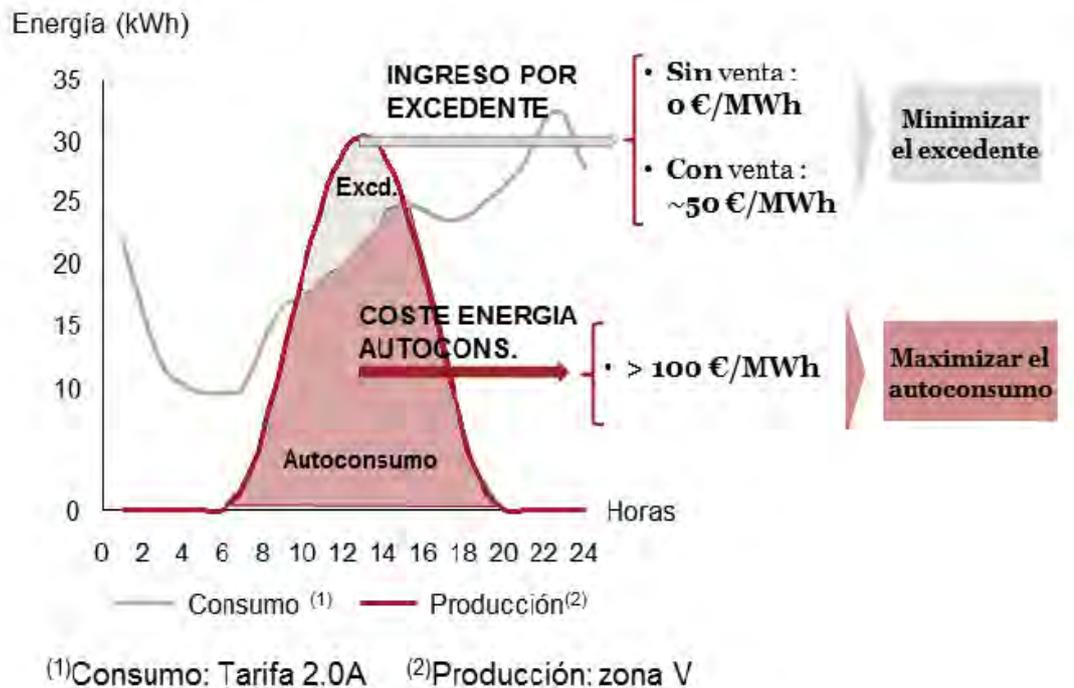


Figura 13. Racional de decisión para definir la potencia instalada de autoconsumo (criterio uno). Fuente: Análisis de PwC. www.pwc.es.

3- La relación entre la generación fotovoltaica de la instalación y el consumo anual.

Aplicando solamente el criterio anterior, un cliente podría estar tentado a infra-dimensionar su instalación, de forma que el excedente fuera nulo.

Sin embargo estas instalaciones resultarían muy pequeñas, con una obtención de ahorros mínima y podría darse el caso de que no existan en el mercado soluciones comerciales de ese tamaño.

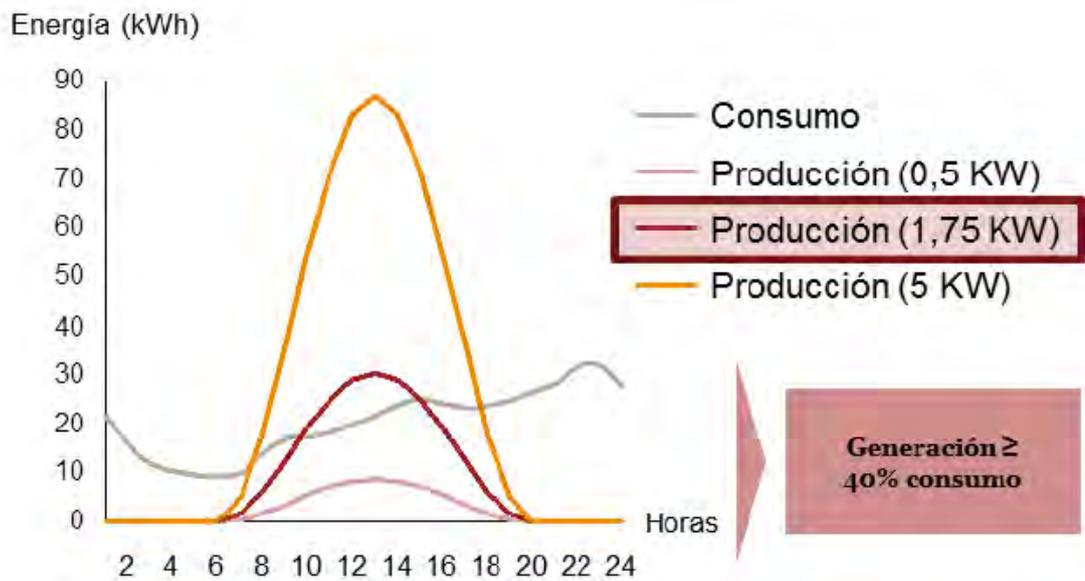


Figura 14. Racional de decisión para definir la potencia instalada de autoconsumo (criterio dos). Fuente: Análisis PwC. www.pwc.es.

En la caracterización del sistema que se ha realizado para este informe se ha empleado como criterio que cualquier consumidor que monte una instalación de autoconsumo exigirá que su generación cubra al menos un 40% de su consumo.

3- El ahorro anual obtenido en la factura gracias a la instalación.

En línea con lo mencionado en el apartado anterior se entiende que ahorros anuales por debajo de un umbral no serían considerados por las empresas de servicios energéticos que desarrollen y ofrezcan soluciones de autoconsumo.

En la caracterización del sistema realizada para este informe se ha empleado como criterio que dicho umbral será un 20%.

4- La inversión necesaria.

Un consumidor solo montará una instalación de autoconsumo en su casa o negocio si los ahorros obtenidos con ella compensan el coste de la instalación en un periodo que considere suficientemente atractivo, es decir,

exigirá recuperar su inversión en un plazo y minimizará la inversión para conseguirlo.

En el presente informe, se ha considerado que un consumidor residencial tendrá unas exigencias mayores (entre 7 y 10 años) que las de instalaciones montadas en locales comerciales de mayor consumo (en torno a 15 años), dado que en estos casos el decisor puede ser una Empresa de Servicios Energéticos que ofrezca realizar la inversión.

Criterios de inversión.

- 1- Maximizar auto-consumo – minimizar excedente.
- 2- Generación superior al 40% del consumo.
- 3- Ahorros anuales del 20%.
- 4- Paybacks de entre 7 y 10 años para residenciales y 15 para comerciales.

Resumen de criterios de inversión para la instalación de autoconsumo.

Estos criterios de decisión se han evaluado para las distintas tipologías de consumidores residenciales y comerciales y para todas las zonas de irradiación de España, obteniendo una instalación tipo para cada uno de ellos.

3.6 Penetración del autoconsumo en España con la regulación vigente.

Tal y como se ha mencionado, el gobierno ha planteado una regulación que abre la puerta a un desarrollo gradual y controlado del autoconsumo, de momento, y a falta de un desarrollo normativo posterior, se han establecido unos cargos transitorios (uno fijo y otro sobre la energía auto-consumida). Con el objetivo de facilitar el desarrollo, se ha planteado una exención del cargo variable a los consumidores con potencias contratadas de menos de

10 kW, lo que permitirá que la industria de la instalación y servicios a clientes fotovoltaicos comience a desarrollarse de forma paulatina y controlada, por otro lado, se prevé que el resto de consumidores puedan vender la energía generada que no es auto-consumida, el excedente, de acuerdo a la normativa en vigor.

En estas circunstancias, la penetración previsible del autoconsumo sería de 4 GW y algo más de la mitad se produciría en el segmento residencial debido a la exención mencionada.

La generación de estas instalaciones supondría 6,4 TWh, de los que más del 70% sería energía auto-consumida.

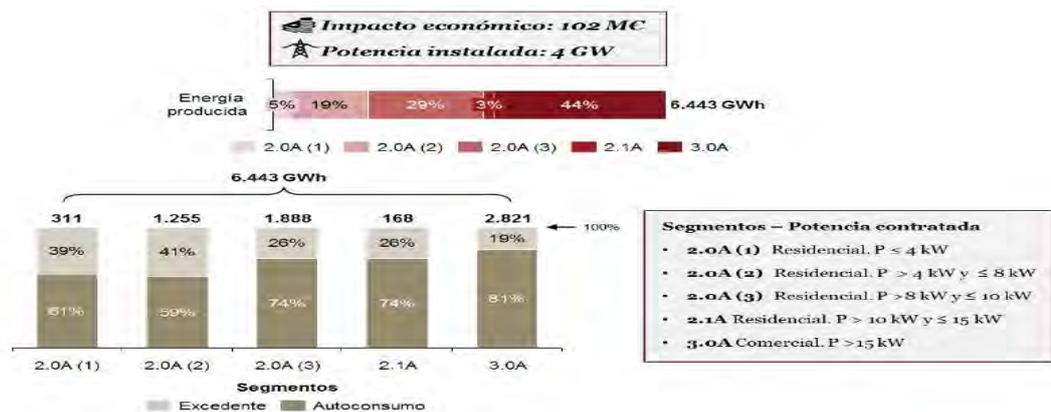


Figura 15. Autoconsumo y excedente por tipología de consumidor, caso del RD 900/2015 (GWh). Fuente: Análisis PwC. www.pwc.es

En la siguiente figura se muestra el plan de negocio vinculado a la instalación de un consumidor residencial.

Consumidor 2.0 Zona V.

- 1- 74% de la energía es auto-consumida.
 - 2- Generación = 50% del consumo.
 - 3- Ahorro anual = 23% (330 €).
 - 4- Payback 9,2 años.
- Plan de negocio, consumidor 2.0.

Para obtener el mercado mencionado sólo se han tenido en cuenta los criterios económicos de decisión, obviamente hay una serie de condicionantes adicionales muy relevantes que limitarían la cifra anterior, los más destacados serían los siguientes:

- 1- Limitaciones físicas: no todos los consumidores a los que les resulte económicamente atractiva la instalación dispondrán de la superficie necesaria para montarla, tendrán la superficie libre de sombras, estarán orientados de forma que se maximice la irradiación, etc.
- 2- Limitaciones para la toma de decisión: especialmente en el caso de comunidades de propietarios, donde la toma de decisión para este tipo de instalaciones asociadas a los servicios comunes debe ser consensuada.
- 3- Limitaciones económicas y/o de crédito: aunque los costes de inversión se han ido reduciendo paulatinamente a lo largo de los últimos años, todos los consumidores no tendrán poder adquisitivo suficiente o no dispondrán de acceso al crédito para invertir la cantidad necesaria para montar instalaciones de autoconsumo.

La introducción del autoconsumo en un sistema conlleva una serie de implicaciones que afectan al resto de consumidores. Quizás la más destacable es el impacto económico que tendrían en el sistema los peajes que se dejarían de facturar a los auto-consumidores por la energía que no han tomado del sistema.

El sistema eléctrico pasará a tener dos tipos de usuarios, los que toman de la red el cien por cien de la energía consumida y los auto-consumidores que emplearán la red como respaldo cuando la energía del sol no cubra su consumo, esta forma de operar afectará al resto de consumidores que tendrán que afrontar en solitario el pago del total de los peajes puesto que los costes del sistema serían los mismos.

En el caso evaluado, dado que parte de los auto-consumidores estarían haciendo frente a parte de los costes del sistema a través de los cargos transitorios establecidos en el Real Decreto 900/2015, la “transferencia” de costes al resto de los consumidores ascendería a 102 millones de euros. Es decir, los auto-consumidores en baja tensión con potencias contratadas inferiores a 10 kW dejarán de pagar peajes por la energía auto-consumida y el resto deberán asumir el ahorro conseguido por los auto-consumidores como un incremento de los peajes incluidos en su factura eléctrica, ya que los costes del sistema retribuidos por los peajes son eminentemente fijos.

4. Análisis del autoconsumo domestico – casos reales.

4. Casos reales y conclusiones Oficinas – Tarifa 2.0

Gasto eléctrico anual	20.000 €
Superficie necesaria	500 m ²
Potencia instalación FV	20 kW
Energía anual generada	30.000 kWh
Energía generada 25 años	700.000 kWh
Precio “llave en mano”	40.000 €
Precio pack energía 25 años	7,2 c€/kWh
Preu compra electricidad actual	16,9 c€/kWh



4. Casos reales y conclusiones

Explotación agropecuaria – Tarifa 3.0

Gasto eléctrico anual	50.000 €
Superficie necesaria	1.000 m ²
Potencia instalación FV	50 kW
Energía anual generada	83.000 kWh
Energía generada 25 años	1.800.000 kWh
Precio "llave en mano"	100.000 €
Precio pack energía 25 años	6,8 c€/kWh
Precio compra electricidad	14,9 c€/kWh



4. Casos reales y conclusiones

Cámaras frigoríficas – Tarifa 3.0

Gasto eléctrico anual	100.000 €
Superficie necesaria	2.000 m ²
Potencia instalación FV	100 kW
Energía anual generada	165.000 kWh
Energía generada 25 años	3.600.000 kWh
Precio "llave en mano"	190.000 €
Precio pack energía 25 años	6,4 c€/kWh
Precio compra electricidad	14,9 c€/kWh



4. Casos reales y conclusiones

¿Cuál es mi caso?

Gasto eléctrico anual	Superficie necesaria	Coste total instalación FV	Precio c€/kWh (25 años)	Potencia instalación FV
20.000 €	500 m ²	40.000 €	7,2 c€	20 kW
50.000 €	1.000 m ²	100.000 €	6,8 c€	50 kW
100.000 €	2.000 m ²	190.000 €	6,4 c€	100 kW
900.000 €	20.000 m ²	1.700.000 €	5,9 c€	1.000 kW

Conclusiones.

- 1- Auto consumo energético actualmente viable.
- 2- Reducción de la factura eléctrica.
- 3- Reduce la dependencia de las compañías eléctricas.
- 4- Reducción de pérdidas en la red.
- 5- Fuente limpia e inagotable.
- 6- 0% de emisiones de CO₂.
- 7- Mejor posicionamiento – Responsabilidad Social Empresarial.
- 8- Instalación rápida y sencilla.
- 9- Bajo coste de mantenimiento.

5. Consumidor – Generador.

En la actualidad está surgiendo un nuevo agente en el sistema eléctrico, el “consumidor-generador”. Se trata de un agente que realiza dos actividades distintas, (generar de forma distribuida + consumir).

A continuación, se analiza el papel de este nuevo agente y sus implicaciones económicas en el conjunto del sistema.

5.1 Generación distribuida y autoconsumo.

El concepto de generación distribuida ha surgido con mayor fuerza los últimos años, se trata de unidades generadoras de reducido tamaño situadas cerca o incluso en el mismo punto de consumo.

Es importante señalar que el empleo de este tipo de generación no es algo nuevo. Se ha utilizado tradicionalmente para suministrar electricidad en cogeneraciones industriales y en puntos aislados del sistema eléctrico en los que, por su lejanía o difícil acceso a la red eléctrica, resulta más económico que construir las redes que permitan suministrarse del sistema eléctrico.

Una evolución de la generación distribuida es el nuevo agente “consumidor generador” o “auto-consumidor”, donde es el propio consumidor (hogar, empresa o ente público) el que instala pequeños generadores para producir parte o toda la energía que necesita para su consumo pero permanece a su vez conectado al sistema para asegurarse el suministro, por ejemplo cuando su instalación no esté disponible o no sea suficiente para cubrir sus necesidades, o para inyectar al sistema los excesos de producción que no necesite para sus necesidades.

Este tipo de generación tiene diversas ventajas, como son, por ejemplo, la posible reducción de pérdidas en la red al estar situadas cerca de los puntos de consumo y su contribución al cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de CO₂ o la mejora de la dependencia exterior al tratarse, en su mayoría, de tecnologías de generación renovables.

Sin embargo, también presenta algunos inconvenientes, en primer lugar, se genera en un alto número de emplazamientos y su control no está centralizado en el operador del sistema, lo que complica la operación del sistema.

En segundo lugar, al no poder aprovechar economías de escala, sus costes son, generalmente, mayores.

Cabe destacar, además, que complica y encarece la gestión administrativa y estadística a la hora de conocer la energía producida ya que, por ejemplo,

se necesitan dos contadores para poder medir consumo y generación –lo que es necesario para estadísticas nacionales o de cumplimiento de objetivos de CO2– renovables o eficiencia.

Por otra parte, obliga a aumentar considerablemente los sistemas de control y protecciones en las redes de distribución, ya que se generan flujos de energía en dos direcciones (dirección transporte distribución consumidor como hasta ahora y en sentido contrario cuando el consumidor inyecta energía al sistema).

Por último, se pueden generar situaciones de riesgo físico al poder estar en tensión líneas desconectadas del sistema, por ejemplo para mantenimiento, pero con generación distribuida produciendo.

5.2 Implicaciones económicas para el auto-consumidor y el conjunto del sistema.

Para poder analizar económicamente el auto-consumo hay que hacerlo desde la doble vertiente del auto-consumidor y del sistema, para ello, en primer lugar se analiza cuándo será económicamente rentable el autoconsumo (decisión para un consumidor de poner o no instalaciones de generación) y, en segundo lugar, se analizan las implicaciones económicas del autoconsumo para el sistema eléctrico en su conjunto, incluyendo a aquellos consumidores sin instalaciones de autoconsumo.

5.2.1 ¿Cuál sería la decisión económica de un auto-consumidor?

Desde el punto de vista económico, un consumidor conectado al sistema decidirá instalar generación en sus instalaciones cuando el coste de auto-producir sea inferior al coste de adquirirlo directamente de la red.

Si el consumidor se suministra del sistema paga, por un lado, un término fijo que depende de su potencia contratada (€/kW) y, por otro lado, un término variable que depende del consumo efectivamente realizado (€/kWh).

En el Gráfico siguiente se ha incluido un ejemplo de un consumidor doméstico, aunque este análisis es trasladable a cualquier tipo de consumidor. Este consumidor paga en su factura 177 €/MWh (67 €/MWh (1) + 110 €/MWh).

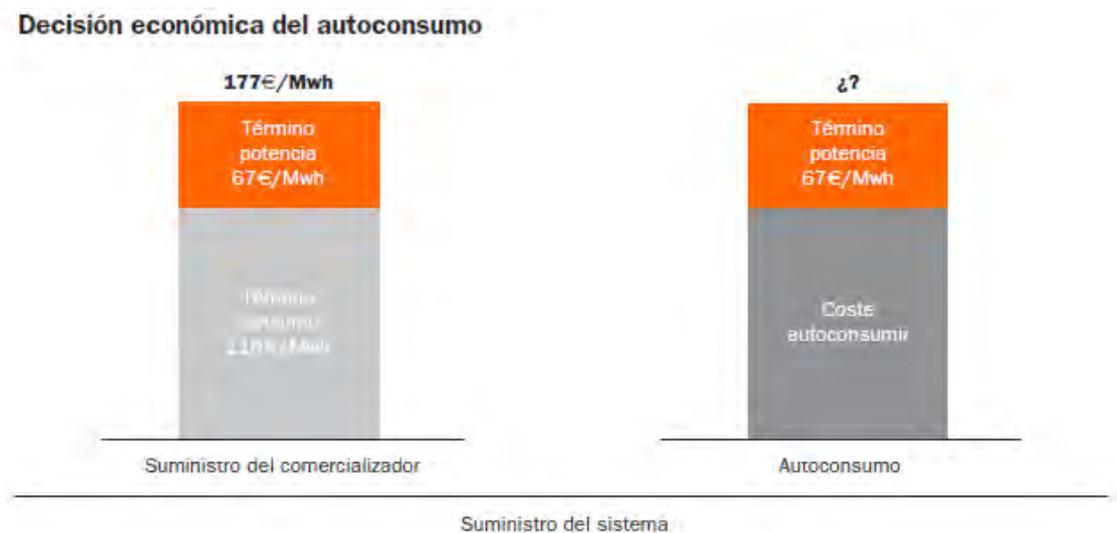


Figura 16. Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

En el caso de que este consumidor dispusiera de una instalación de producción para autoconsumo, debería pagar el mismo término fijo y se ahorraría el término variable de su factura, es decir, con autoconsumo ese mismo consumidor pagaría el término de potencia, 67 €/MWh, y el coste de auto-producir su propia energía, con lo que, por lo tanto, le compensaría producir su propia energía cuando el coste de auto-producir fuera inferior al término de consumo.

(1) Aunque el término de potencia depende de la potencia contratada (€/MW), se ha convertido a €/MWh suponiendo un consumo medio para poder comparar.

5.2.2 ¿Esta decisión es eficiente/equitativa desde el punto de vista social?

Para dar respuesta a esta pregunta es necesario analizar primero qué costes paga el consumidor.

Los consumidores pagan a través de su factura (término de potencia y término de energía) dos conceptos fundamentales: el coste de la energía y los costes de acceso.

El coste de energía es fundamentalmente el coste de la compra de energía por parte de los comercializadores en el mercado mayorista, (más su margen: el coste de los servicios complementarios del operador y los pagos por capacidad que se destinan a asegurar la disponibilidad de centrales para garantizar la seguridad de suministro; lo que constituye un coste fijo del sistema).

Los costes de acceso son fijados por el Ministerio, es decir, son costes regulados.

Estos costes de acceso sirven para pagar las actividades reguladas:

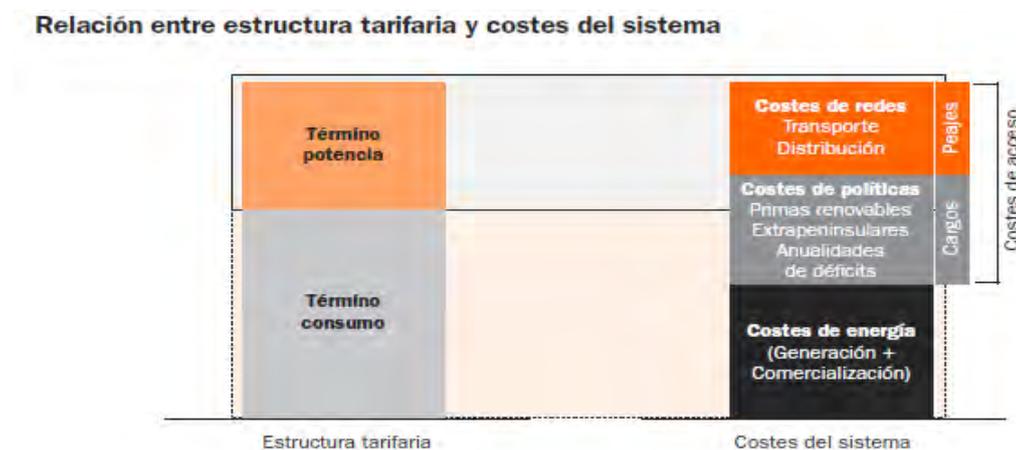


Figura 17. Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

Redes de transporte y distribución (peajes) y el resto de costes de diferentes políticas medioambientales (p. ej., desarrollo de renovables), industriales (p. ej., fomento de la cogeneración, residuos...), sociales (p. ej.,

fomento del carbón nacional, compensación de sistemas extra-peninsulares...), económicas (p. ej., anualidades de déficits de años anteriores), etc.

Sin embargo, como podemos observar en el Gráfico anterior, no existe una relación clara entre los términos de consumo y potencia de la factura del consumidor (término variable y fijo) con estos conceptos de coste.

5.2.3 ¿Qué costes se ahorra el sistema con el autoconsumo?

Para seguir profundizando en este estudio, se analizan los costes que el sistema se ahorraría cuando un consumidor genera su propia energía (Gráfico siguiente).

El sistema se ahorraría los costes de la energía que se adquiere en el mercado sólo si ésta se consume.

Sin embargo, no se ahorraría ni los costes de las redes (2) ni los costes de las políticas, ya que éstos son costes fijos que se tienen que sufragar independientemente de que el consumidor genere o no su propia energía.

- (2) Dado que la mayor penetración de autoconsumo es con energía fotovoltaica y que ésta no se produce por la noche, cuando en España la punta de demanda es entre las 20:00 y 22:00 horas, consideramos que los consumidores necesitan la misma red para suministrarse del sistema cuando no hay sol, a menos que instalasen una potencia de generación suplementaria y baterías de almacenamiento, con los que la instalación se encarecería notablemente y probablemente dejara de ser rentable.

Costes que se evita el sistema si hay autoconsumo

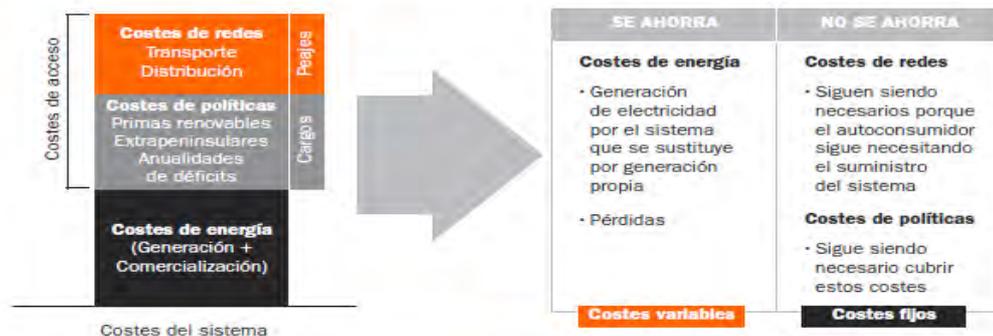


Figura 18.Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

5.2.4 Coherencia entre pagos fijos/variable y costes fijos/variables.

Cuando un consumidor auto-consume paga el término fijo y se ahorra el término variable.

Sin embargo, como ya hemos visto, el sistema sólo se ahorra la energía, por lo que deja de pagar los costes fijos del sistema que estaba pagando anteriormente con el término variable, esto ocurre (ver Gráfico siguiente) porque con la recaudación del término de consumo se pagan, además de los costes de la energía, parte de costes de acceso, que son fijos en su totalidad.

En resumen, el consumidor deja de pagar parte de los costes fijos por la energía auto-consumida, lo que supone una subvención implícita y un incentivo ineficiente para sus promotores.

Estructura tarifaria y autoconsumo. Implicaciones



Figura 19. Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

5.2.5 ¿Quién paga los costes fijos que los consumidores dejan de pagar por su autoconsumo?

Estos costes fijos que los consumidores dejan de pagar por el autoconsumo no desaparecen del sistema, de modo que se tendrán que recaudar del resto de los consumidores para cumplir el principio de suficiencia tarifaria, así, se producirá una transferencia de estos costes al resto de los consumidores del sistema, lo que implicará una subida de tarifas al ser menos consumidores para hacer frente a los mismos costes fijos y seguir cumpliendo el principio de suficiencia tarifaria.

Esto genera un círculo vicioso, ya que la subida de tarifas hace más competitivo el autoconsumo, llevando a que más consumidores decidan auto-consumir y a que, en consecuencia, haya menos consumidores en el sistema para soportar los mismos costes fijos.

Las tarifas eléctricas deben permitir una decisión eficiente desde el punto de vista del sistema evitando su insostenibilidad económica

Para evitar que el sistema eléctrico caiga en este círculo vicioso, es preciso modificarla estructura actual de las tarifas: los costes fijos del sistema se deben recuperar mediante cargos fijos (término de potencia) y los costes variables mediante cargos variables (término de consumo).

Hasta febrero de 2014, en la estructura de tarifas los costes de acceso estaban repartidos un 60% en el término variable y un 40% en el término fijo (Tarifa “inicial ineficiente”), con lo que el auto-consumidor dejaba de pagar un 60% de los costes fijos que le correspondían, pero a partir de dicha fecha los pesos se han invertido, de tal manera que, actualmente, el término fijo representa aproximadamente el 60% y el variable, el 40% (Tarifa actual).

A pesar de este cambio normativo, sigue existiendo un 40% de costes fijos que el consumidor está dejando de pagar al auto-consumir.

Siendo ello así de manera transitoria, hasta que exista una estructura de tarifas “bien diseñada” en la que exista correlación entre los costes fijos y variables.

La propuesta de Real Decreto de autoconsumo de julio de 2013 proponía establecer una tarifa de respaldo sobre la energía auto-consumida que recuperara la parte de costes fijos que se dejan de ingresar.



Figura 20. Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

La propia Comisión Nacional de los Mercados y de la Competencia (CNMC), en su informe sobre esta propuesta de Real Decreto del autoconsumo, puso de manifiesto que estos consumidores debían “pagar los peajes de transporte y distribución y adicionalmente los cargos correspondientes por los costes regulatorios” para eliminar subsidios cruzados entre agentes.

Además, propone a su vez un mecanismo basado en lo que sería un nuevo término fijo por cliente para financiar los costes regulados distintos a las redes: “los cargos para financiar los costes regulados distintos a las redes de los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo podrían ser recuperados a partir de un término fijo por cliente”.

Otras referencias importantes que hizo la CNMC sobre el autoconsumo en este informe se destaca lo siguiente:

La posible introducción de un término fijo en la tarifa para recuperar todos los costes fijos; la no discriminación entre consumidores, que se produciría con la actual estructura tarifaria y autoconsumo; y que todos los consumidores deberían pagar todos los costes para que no se produzca

discriminación entre ellos, además de que no deben existir subvenciones implícitas como las que sí se producirían en el caso de autoconsumo con una inadecuada estructura tarifaria.

5.2.6 Costes no relacionados con el suministro y autoconsumo.

Como se ha visto anteriormente, los costes de acceso incluidos en la tarifa incluyen el coste de las redes de transporte y distribución y otros no relacionados directamente con el suministro, sino que responden a diferentes políticas; medioambientales (p. ej., desarrollo de renovables), industriales (p. ej., fomento de la cogeneración, residuos...), sociales (p. ej., fomento del carbón nacional, compensación a los sistemas extra-peninsulares...), económicas (p. ej., anualidades de déficits de años anteriores), etc.

Esto encarece el precio que pagan los consumidores eléctricos, empeorando su competitividad e incentivando de manera ineficiente el autoconsumo.

Por lo tanto, para eliminar estas ineficiencias en las decisiones del consumidor se debería eliminar de la tarifa eléctrica todos estos costes no relacionados con el suministro y recuperar los costes de red exclusivamente en el término fijo del peaje, pudiendo incluso reducirlo notablemente.

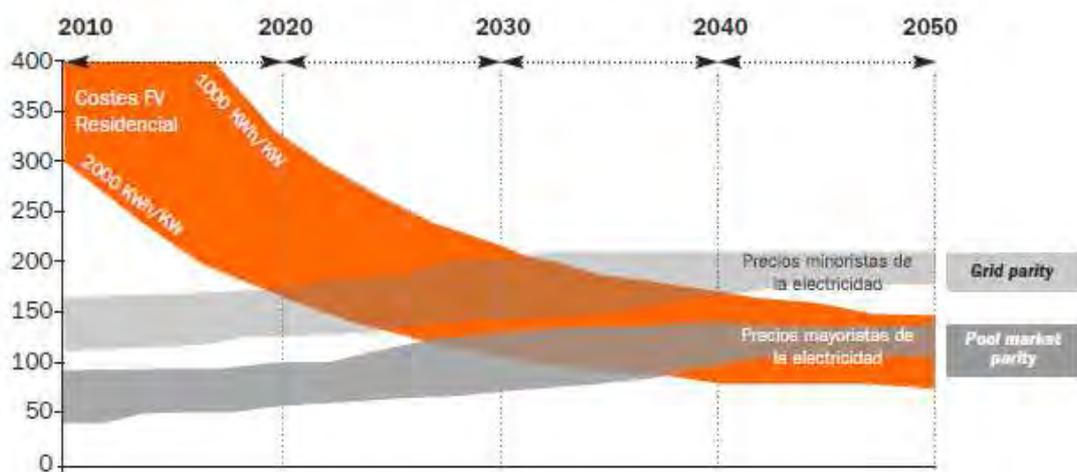
5.2.7 La paridad de red.

Para poder analizar las implicaciones económicas que tiene el autoconsumo para el consumidor y el sistema es necesario comprender el concepto de paridad de red (gridparity), ligado a la generación distribuida y, en concreto, al autoconsumo.

Se entiende que una fuente de generación habrá alcanzado la paridad de red cuando su coste de producir sea igual o inferior al coste de consumir esa energía directamente del sistema eléctrico. ¿Dónde se produce este punto de inflexión? Podemos hablar de dos tipos de paridad de red (Gráfico siguiente):

- Cuando el coste de producir la propia energía es igual o inferior al coste total del suministro convencional, el cual incluye los costes de generación, transporte y distribución y otros costes que deban ser cubiertos (Gridparity).
- Cuando el coste de producir la propia energía es igual o inferior al coste de generación de un suministro convencional (Pool –Energy-Parity).

Análisis prospectivo sobre la “paridad de red” de la solar fotovoltaica



Fuente: Technology Roadmap. Solar Photovoltaic energy. Agencia Internacional de la Energía, 2010.

Figura 21. Fuente: Agencia Internacional de la Energía. www.iea.org.

Tras el análisis realizado en los apartados anteriores podemos concluir que la referencia no es el coste total, ya que éste incluye costes que se evitan por el autoconsumo.

Si las tarifas dan señales eficientes, lo correcto es el *pool* market-parity, de forma que la generación del autoconsumo compita con la del sistema.

Esto es así ya que todos los consumidores conectados al sistema deben pagar, como ya se ha visto, los costes de las redes y el resto de costes fijos del mismo que no dependen de su consumo.

Por lo tanto, el precio del *pool* es, básicamente, el que realmente debe servir como referencia para analizar la competitividad de las fuentes de generación distribuidas.

5.2.8. Impacto económico en el sistema y en la Administración Pública.

Adicionalmente, el consumo tiene impacto en las recaudaciones destinadas a las Administraciones Públicas.

Para realizar una estimación económica del impacto del autoconsumo, se ha establecido como hipótesis que en tres años se podría producir una penetración del autoconsumo equivalente a un 10% del mercado de baja tensión y de los pequeños consumidores de alta tensión (hasta la tarifa 3.1.A), lo que equivale a 12,3TWh (5,4% del consumo total).

Esto equivaldría a la instalación, en estos tres años, de casi 7GW de paneles fotovoltaicos (en el año 2008 se instalaron aproximadamente 3GW, por lo que la cifra, aunque ambiciosa, es más que factible).

¿Qué deja de recibir el sistema y la Administración Pública?	
	SISTEMA ELÉCTRICO (M€)
Peaje, por el término de consumo	364
Ley 15/2012 (7% + Carbón)	152
Peaje generación (0,5 €/MWh)	7
TOTAL	523
	ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (M€)
Impuesto electricidad (→ CCAA)	60
Tasa de ocupación de dominio público (1,5% → Ayuntamientos)	28
TOTAL	88

Figura 22. Fuente: Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.

Este autoconsumo tendría impacto económico en el sistema y en la Administración Pública, ya que existen ciertos gravámenes que actualmente

soportan los generadores y que los auto-consumidores, si no está bien regulado, dejarían de pagar.

Como vemos en el Cuadro anterior, el sistema eléctrico dejaría de percibir 523 M€ y la Administración Pública, 88 M€.

Otro efecto económico sería la cantidad de inversión que estas instalaciones requerirían, ya que supondría una detracción de recursos económicos para otras actividades: 17.000 M€ (2,5 M€/MW).

5.2.9 ¿La “panacea” del autoconsumo?

El desarrollo de la generación distribuida, como ya hemos visto, no es algo nuevo; la novedad que se presenta en la actualidad es una ventana de oportunidad que se ha abierto por la aparente ausencia de necesidad de cualquier tipo de ayudas o subsidios para esta modalidad de generación/consumo debido, principalmente, a dos motivos:

1. La utilización keynesiana y fiscal de la tarifa eléctrica: en los últimos años se han ido incorporando costes ajenos al suministro en la tarifa eléctrica que responden a políticas medioambientales, sociales, territoriales, económicas..., lo que ha encarecido el precio que los consumidores pagan por su consumo de electricidad, a pesar de que los costes directamente relacionados con el suministro (generación de energía, redes y comercialización) han permanecido relativamente estables.

Los altos precios de la electricidad están distorsionando, por ejemplo, las decisiones de consumo, haciendo que el sistema eléctrico esté perdiendo competitividad respecto a otras formas de energía, incluido el autoconsumo.

En el Gráfico siguiente, Eurelectric muestra la evolución de los principales componentes del precio final que pagan los consumidores en Europa: la energía, las redes y las tasas e impuestos.

Se puede observar que el precio de la energía ha decrecido, el coste de las redes ha crecido de una forma moderada y, sin embargo, las tasas e impuestos han sufrido un crecimiento muy importante, acentuándose aún más en los últimos años, principalmente, por las ayudas al desarrollo de renovables y cogeneración.

España ha sido uno de los países europeos donde más se ha acentuado este efecto, además de existir otro tipo de costes no relacionados con el suministro, como la recuperación de déficits de años anteriores o los costes de las subvenciones a la producción con carbón nacional.

Costes incluidos en los precios finales de la electricidad en Europa

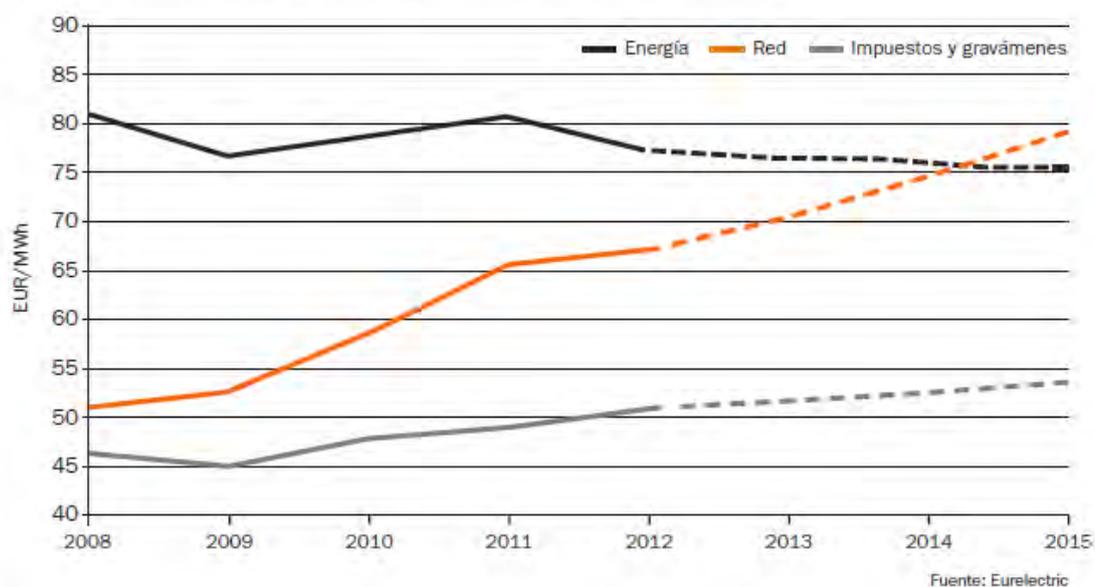


Figura 23. Fuente: Eurelectric.

2. La espectacular reducción de costes de la electricidad fotovoltaica incluso a escalas pequeñas, según la AIE, el coste de los paneles fotovoltaicos podría reducirse un 50% o más a 2025 en su escenario 2DS (ver gráfico siguiente).

Coste de los paneles fotovoltaicos

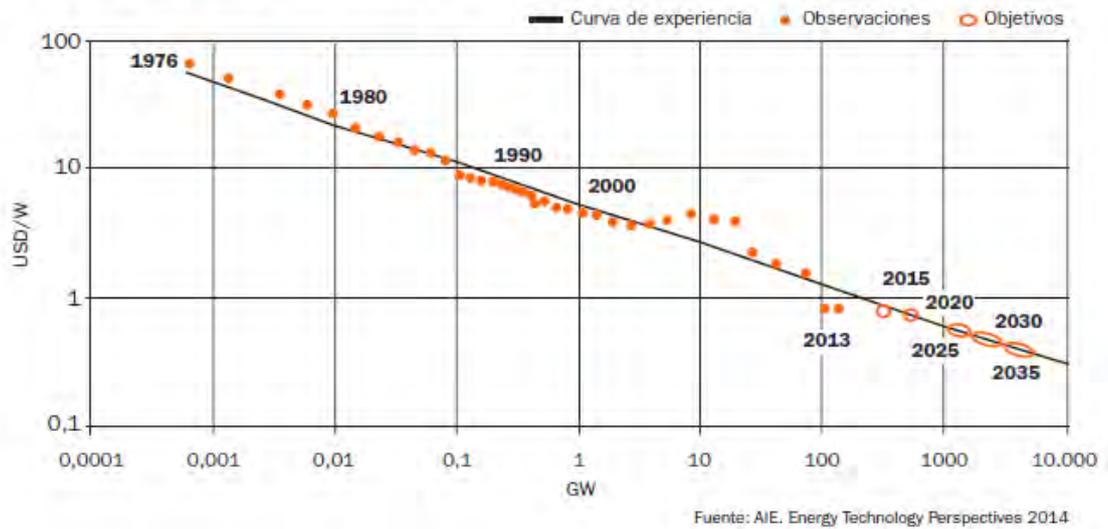


Figura 24. Fuente: AIE. Energy Technology Perspectives. www.iaea.org.

Pero el autoconsumo va mucho más allá de una lógica económica y tecnológica: tiene un fuerte componente ideológico, lo que hace que haya numerosas corrientes a favor de su desarrollo y otras, sin embargo, en contra.

Un ejemplo de esta nueva visión social lo podemos encontrar en las ideas del conocido economista Jeremy Rifkin, que suele relacionar lo económico, lo ambiental y lo social con las nuevas tecnologías.

Para Rifkin, estamos inmersos en la tercera revolución industrial: la de Internet y las energías renovables, observa ya grandes cambios en los hábitos de las personas, que gracias a las nuevas tecnologías cooperan y comparten productos y servicios realizando un consumo más eficiente y necesitando menos recursos para el día a día.

En su último libro (5), se pone de manifiesto este nuevo sistema económico que está apareciendo en la escena mundial: el procomún colaborativo.

Según Rifkin, este nuevo concepto transformará nuestra forma de organizar la vida económica, así, pone de manifiesto que el desencadenante de estas transformaciones es el llamado coste marginal cero, el coste de producir

unidades adicionales de un producto o servicio, surge también una revolución tecnológica que reducirá los costes marginales a cero, consiguiendo así que la información, la energía y muchos bienes y servicios físicos dejen de estar sometidos a las fuerzas del mercado y sean abundantes y casi gratuitos.

Este nuevo fenómeno está teniendo un fuerte impacto en los sectores de la información, pero también se aplica al mundo de la energía, en el que las renovables tienen un coste de producción, una vez hecha la inversión inicial, cercano a cero.

Este planteamiento debe ser, en cualquier caso, matizado, no hay que perder de vista que un inversor necesita recuperar todos los costes, tanto los variables como los fijos, y para producir más energía, por mucho que el coste variable de las renovables sea casi nulo, hay que hacer inversiones para tener más fuentes de producción.

En otro de sus libros, La tercera revolución industrial (6), Rifkin expone su visión de cómo hay que hacer una apuesta por una economía verde, donde la generación de energía sea a través de fuentes renovables que, al estar al alcance de todos, supondrán un cambio del modelo económico generando una sociedad horizontal y distributiva.

Según este autor, las energías renovables unidas a las nuevas tecnologías de internet están creando una nueva forma de suministro eléctrico que se almacena y distribuye de forma individual.

En poco tiempo se estará en condiciones de generar energía verde en casa, en la oficina... y se podrá compartir de la misma manera que ahora se comparte la información a través de Internet, en pocos años, millones de edificios e incluso de ciudades serán autosuficientes energéticamente y marcarán el fin de la era de los combustibles fósiles.

Como podemos ver, todo lo referente a la energía tiene un componente ideológico muy fuerte con un sesgo actual claramente a favor del autoconsumo, en el día a día podemos oír o leer frases sobre el autoconsumo en publicaciones especializadas o generales, incluso de destacados líderes políticos como:

El autoconsumo...

- “Es libertad para los ciudadanos y las empresas”.
 - “Representa mayor independencia para los ciudadanos, las empresas y las Comunidades Autónomas”.
 - “Es motor de crecimiento y de empleo”.
 - “Mejora la independencia energética de España”.
 - “Es un vector de eficiencia energética”.
 - “Promueve el uso eficiente de los recursos”.
-
- “Contribuye decididamente contra el calentamiento global del planeta”.
 - “Promueve el desarrollo tecnológico”.
 - “Es parte del nuevo modelo económico”.

Mensajes todos con un calado y una percepción social muy positiva.

En la encuesta “Demasiadas trabas”, realizada por la OCU en octubre 2014 con el objetivo de conocer las percepciones de los españoles sobre las energías renovables y la satisfacción, costes y problemas de quienes tienen en su casa un sistema energético que se alimenta de ellas, se ve claramente esta satisfacción.

Por ejemplo, cuando se les pregunta en qué tipo de energías renovables deberían invertir más las autoridades, un 67% responde que en energía solar, a pesar de que hay otras formas de energía renovable que hoy por hoy son más económicas, como la eólica terrestre.

Pero todas estas ideas no tienen realmente en cuenta su viabilidad y repercusiones técnicas y económicas que, para el caso del autoconsumo, hemos analizado en el apartado anterior.

También están presentes tecnologías ultra-económicas y sin impacto medioambiental que hoy por hoy no están disponibles.

El autoconsumo no se debe ver como una cuestión de consumidores contra el sistema ni de consumidores contra las empresas eléctricas que forman el

sistema, sino que es una cuestión de qué costes deben pagar todos los consumidores y qué efectos tiene el autoconsumo para los autoconsumidores, pero también para el resto de consumidores, es decir, de reglas equitativas, iguales para todos, en un mercado correctamente diseñado.

Se debe establecer un equilibrio entre los objetivos medioambientales, de seguridad de suministro y de coste, teniendo en cuenta la relevancia del coste del abastecimiento energético de nuestra sociedad, con implicaciones en la competitividad de la economía y en la capacidad adquisitiva de los ciudadanos.

El Estado es el que se debe encargar de deslazar todos los conceptos de coste ajenos al sistema y de reubicar los que permanezcan entre el término de potencia y el término de consumo según su naturaleza (fijo o variable) para la nivelación del terreno de juego y la eficiencia de las señales emitidas a todos los agentes del sector.

Y una vez que se hayan establecido unas reglas equilibradas para todos los agentes, empresas eléctricas y consumidores fundamentalmente, y que den señales eficientes, deberá ser el juego de mercado y la libre iniciativa quienes decidan qué tecnologías se establezcan y cómo, dejando que las tecnologías actuales vayan mejorando su eficiencia o que nuevas maneras de hacer las cosas irruman en el mercado proporcionando nuevos productos y servicios.

(5) Jeremy Rifkin, *La sociedad de coste marginal cero: el Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Paidós Ibérica, 2014.

(6) Jeremy Rifkin, *La tercera revolución industrial*. Paidós Ibérica, 2011.

6. El real decreto de autoconsumo eléctrico o la paradoja de pagar por generar energía.

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

El BOE del pasado 10 de octubre publica el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

El Gobierno ha estado más de dos años trabajando sobre un proyecto de Real Decreto regulador del autoconsumo que en sus sucesivas versiones ha despertado las iras de todos los implicados —excepto de las compañías eléctricas—.

El Real Decreto finalmente aprobado ha generado numerosas críticas y ha provocado la firma de un pacto entre todos los partidos políticos excepto el partido del Gobierno— para su derogación tras las elecciones generales.

6.1. Concepto y tipos de autoconsumo.

El concepto de «autoconsumo energético» es un concepto polisémico en el que caben distintas acepciones, cada una de ellas sometidas a regulación diferente.

Se puede hablar de autoconsumo en el sentido de instalación aislada, no conectada a la red eléctrica, que queda fuera del ámbito de aplicación de la regulación del autoconsumo.

Por otra parte, también cabe hablar de autoconsumo en el sentido de instalación conectada al sistema eléctrico, si la instalación de producción de energía eléctrica o de consumo está conectada total o parcialmente al sistema eléctrico, los titulares de ambas estarán sujetos a las obligaciones y derechos previstos en la normativa del sector eléctrico.

Todos los consumidores, grandes o pequeños, pueden acogerse al autoconsumo o sistema de producción distribuida.

El artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, define el autoconsumo como «el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor» y distingue varias modalidades de autoconsumo.

El Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo desarrolla este artículo 9.3 de la Ley del Sector Eléctrico.

Se establecen las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo definidas en los apartados a, b y c del artículo 9.1 de la Ley, que son las que, por el desarrollo de la tecnología, existen en la actualidad.

En la nueva regulación, se distinguen las siguientes modalidades de autoconsumo:

- a) Modalidades de suministro con autoconsumo (tipo 1). Cuando se trate de un consumidor que disponga de una instalación de generación destinada al consumo propio, conectada en el interior de la red de su punto de suministro y que no esté dada de alta en el correspondiente registro como instalación de producción.

En este caso, existirá un único sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, que será el sujeto consumidor. En la terminología del Real Decreto 900/2015 se habla de «modalidad de autoconsumo tipo 1» (art. 4.1a).

Se trata de pequeños consumidores (por ejemplo, viviendas, bares o pequeños comercios con molinos eólicos o paneles solares en sus

tejados), cuyas instalaciones son de menos de 100 kilovatios de potencia (art. 5.1a) ya los que se les permitirá verter a la red el sobrante de la energía que generen, pero no percibirán retribución económica por ella.

- b) Modalidades de producción con autoconsumo(tipo 2). Cuando se trate de un consumidor asociado a una instalación de producción debidamente inscrita en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica conectada en el interior de su red.

En este caso existirán dos sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley del Sector Eléctrico: el consumidor y el productor.

El Gobierno ha establecido las condiciones económicas para que las instalaciones de producción acogidas a esta modalidad de autoconsumo vendan al sistema la energía no auto-consumida, en la terminología del Real Decreto 900/2015 se habla de «modalidad de autoconsumo tipo 2» (art. 4.1b).

- c) Modalidades de producción con autoconsumo de un consumidor conectado a través de una línea directa con una instalación de producción (tipo 2).

Cuando se trate de un consumidor asociado a una instalación de producción debidamente inscrita en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica a la que estuviera conectado a través de una línea directa.

En este caso, como en el anterior, existirán dos sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley: el consumidor y el productor.

Igualmente, en la terminología del Real Decreto 900/2015, esta modalidad se incluye en la «modalidad de autoconsumo tipo 2» (art. 4.1b).

Los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo de tipo 2 son aquellos cuyas instalaciones de producción tienen una potencia instalada superior a los 100 kilovatios, éstos percibirán una retribución económica por la energía excedentaria, que se remunerará al precio que marque el mercado a la hora a la que se vierta la energía a la red.

- d) Cualquier otra modalidad de consumo de energía eléctrica proveniente de una instalación de generación de energía eléctrica asociada a un consumidor.

El artículo 5 del Real Decreto comentado detalla los requisitos generales para acogerse a cada una de las modalidades de autoconsumo.

6.2. Paradojas del Real Decreto 900/2015 o del por qué se dice que la norma desincentiva el autoconsumo.

Aunque se ha presentado como una norma de fomento de las energías renovables y del sistema de producción distribuida, lo cierto es que la regulación del régimen del autoconsumo contenida en el Real Decreto 900/2015 plantea numerosos escollos que permiten vaticinar una escasa implantación de este sistema en el futuro.

Éstos son algunos de los aspectos más conflictivos de la norma:

- a) Sólo los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo de tipo 2 tienen derecho a percibir una retribución por la energía vertida a la red.

Los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo de tipo 1 no tienen derecho a percibir retribución alguna por la energía excedentaria, e incluso se podrán establecer límites a la generación de este tipo de energía por orden del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (vid. disp.

Adicional . 4.^a).

b) La implantación de mecanismos de eficiencia energética no garantiza a los consumidores ventaja alguna a los efectos el Real Decreto, al contrario, sólo de forma excepcional se autoriza el vertido a la red, se prohíbe que la energía producida sea inferior a la energía consumida y el consumidor tendrá que pagar el coste de respaldo por la energía que produce.

Así, según la disposición adicional segunda del Real Decreto 900/2015, los consumidores de energía eléctrica conectados en alta tensión que realicen una actividad cuyo producto secundario sea la generación de energía eléctrica y que, debido a la implantación de un sistema de ahorro y eficiencia energética dispongan en determinados momentos de energía eléctrica que no pueda ser consumida en su propia instalación, podrán ser autorizados excepcionalmente por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a verter dicha energía a la red, siempre que cumplan los requisitos establecidos en la disposición, entre los que se encuentra la presentación de un proyecto de las medidas de ahorro y eficiencia que vayan a adoptar, en el que indiquen la incidencia en su consumo de energía eléctrica.

Resulta llamativo que a estos efectos no se consideren sistemas de ahorro y eficiencia energética aquellos que incluyan la instalación de un generador o una batería o sistema de almacenamiento de energía.

En caso de que se autorice el vertido, la facturación del suministro y de los peajes de acceso a las redes se efectuará sobre la demanda horaria (saldo neto horario de energía eléctrica recibida de la red de transporte o distribución) y sobre toda la potencia demandada, conforme a lo establecido

en el artículo 9 del Real Decreto 1164/2001 y utilizando a estos efectos el contador situado en el punto frontera de la instalación.

La demanda horaria no podrá ser en ningún caso negativa.

La facturación de los cargos u otros precios que resulten de aplicación de acuerdo con la normativa en vigor se llevará a cabo sobre la demanda de energía y sobre toda la potencia demandada registrada en el contador situado en el punto frontera de la instalación.

En otros términos, el consumidor deberá pagar por la energía eléctrica excedentaria el cargo por otros servicios del sistema (cargo de respaldo), de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 del Real Decreto.

A la vista de esta regulación, cabe concluir que el reglamento incentiva escasamente la implantación de mecanismos de eficiencia energética.

c) Prohibición de asociaciones de consumidores.

El titular del punto de suministro será el mismo que el de todos los equipos de consumo e instalaciones de generación conectados a su red (art. 5.1 y 5.2).

En ningún caso, un generador se podrá conectar a la red interior de varios consumidores (art. 4.3 RD 900/2015). Los detractores de la norma critican esta prohibición, que perjudica a las comunidades de propietarios.

e) Aplicación de peajes de acceso, costes del sistema y costes de respaldo a la energía auto-producida.

El artículo 18 del Real Decreto comentado regula uno de los aspectos más polémicos del régimen del autoconsumo, son los denominados «costes de respaldo del sistema», también llamados «impuesto al sol», cuantía correspondiente al cargo por otros servicios del sistema que se define como

el pago por la función de respaldo que efectúa el conjunto del sistema eléctrico para posibilitar la aplicación del autoconsumo.

Este cargo se aplica sobre el autoconsumo horario, es decir, sobre el consumo horario neto de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o de un productor con el que se comparten instalaciones de conexión a la red o conectados a través de una línea directa, no obstante, las exenciones previstas en el reglamento con carácter transitorio mitigan en parte el impacto económico negativo de este cargo sobre las instalaciones de autoconsumo (cfr. disp. transitoria. 1.^a).

7. Verdades y falsedades sobre autoconsumo.

7.1 Los consumidores de la red tradicional contribuyen como cualquier otro consumidor a su mantenimiento.

Los auto-consumidores conectados a la red eléctrica tradicional contribuyen al mantenimiento del sistema como cualquier otro consumidor, la eficiencia energética que se logra con una instalación fotovoltaica es un ahorro que no puede ser penalizado, al igual que no lo es el uso de una bombilla de bajo consumo.

El ciudadano tiene derecho a generar y consumir su propia energía: con una chimenea, con una dinamo o con una placa fotovoltaica.

Los organismos reguladores del estado les dan la razón: CNE, CNC y Consejo de Estado. También la Unión Europea y la mayoría de las CCAA, las asociaciones de consumidores como OCU o FACUA...

7.2 Cómo se mantiene el Sistema. La factura de la luz.

La factura de la luz es el resultado de dos conceptos: El término de potencia y el término de energía.

La razón de ser de esta diferenciación es incentivar la eficiencia energética y el ahorro de energía, los peajes que pagan los costes del sistema se dividen entre dos conceptos:

- Término de potencia: Un peaje fijo en función de la potencia contratada. Paga los fundamentales costes del sistema.
- Término de energía: En él se incluye:
 - Otro peaje: Que también paga ciertos costes del sistema.
 - Precio de la electricidad (coste eléctrico resultante del mercado).

Como cualquier otro consumidor de la red tradicional, aquel que disponga además de placas fotovoltaicas pagará siempre sus peajes correspondientes: El fijo del término de potencia y el que le corresponda en función de su consumo del término de energía.

El auto-consumidor que vierte a la red, paga además como productor otro peaje para el mantenimiento del sistema: el peaje de acceso.

7.3 El Sistema no corre peligro por el autoconsumo.

Existen varios tipos de consumidores de la red tradicional.

Los costes del mantenimiento del sistema se reparten entre los términos de potencia (fijo) y energía (variable) en distintos porcentajes:

APORTACIÓN AL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONVENCIONAL DE ALGUNOS TIPOS DE CONSUMIDOR		
TIPO CONSUMIDOR	T. POTENCIA (FIJO)	T. ENERGÍA (VARIABLE)
TUR (DOMÉSTICO)	50%	50%
3.0 (SERVICIOS)	93%	7%
3.1 (REGADÍO)	90%	10%

Figura 25. Fuente: UNEF. Unión Española Fotovoltaica. www.unef.es .

CONSUMIDORES PARTICULARES (TUR)

En el hipotético e improbable caso de que TODOS los ciudadanos españoles (acogidos a la TUR) que, según datos de la CNE, representamos el 28,6% del total de ingresos al sistema, pusiéramos una instalación de autoconsumo (algo absolutamente imposible porque la propia regulación de urbanismo en las ciudades lo impide e incluso la disposición y estructura de los edificios lo hace técnicamente imposible) y auto-consumiéramos el 100% de la energía producida y nada de la convencional (de nuevo, algo absurdo, por la propias curvas de generación de la FV y porque si no la necesitásemos, no la tendríamos contratada), apenas supondría el 14,3% de los ingresos totales del sistema (unos 1.900 M€ de un total estimado en 14.100 M€). Y, recordemos: estamos hablando de un escenario TOTALMENTE IMPOSIBLE.

EMPRESAS (3.0 y 3.1)

Para el resto de consumidores que tienen otras tarifas contratadas (empresas de servicios, industrias o, en general, personas no físicas) los peajes de acceso son mayoritariamente satisfechos a través del término de potencia.

Si las empresas acogidas a las tarifas 3.0 y 3.1, que representan el 71,4% restante de los ingresos al sistema, auto-consumieran el 100% de su energía y nada del sistema (algo ilógico e imposible legal y técnicamente) en total, solo supondría una merma de los ingresos al sistema de entre el 7 y el 10%, y este escenario, recordemos, es IMPOSIBLE, pues técnicamente no se puede colocar una instalación en cualquier sitio.

AMBOS (PARTICULARES Y EMPRESAS)

En el escenario IRREAL en el que ninguno de los particulares ni empresas conectadas a la red tradicional la utilizase en ningún momento, pagando por tanto el total del término fijo de potencia y 0 en el variable de energía, el sistema percibiría tan solo una rebaja de ingresos para su mantenimiento

inferior al 25%, y recordemos: Este es un escenario COMPLETAMENTE IRREAL E IMPOSIBLE.

7.4. Los auto-consumidores pagarán más mantenimiento del Sistema que los consumidores tradicionales.

Con la reforma energética, para evitar la posibilidad IRREAL de que el sistema quiebre por el autoconsumo, se establece que los auto-consumidores sumen un nuevo peaje a los que ya pagan: El “peaje de respaldo”.

Este “peaje de respaldo” implicaría que los auto-consumidores pagasen más por el mantenimiento del sistema que cualquiera de los demás agentes: productores, comercializadores, transporte y distribución o consumidores tradicionales.

El peaje de respaldo (que supuestamente compensa el ahorro del consumidor en el peaje de energía) supone un incremento de los peajes por la energía consumida de entre un 5 y un 9 % con respecto a aquellos que no tienen autoconsumo.

Es absurdo que aquellos que menos utilicen la red, más paguen por ella.

PEAJES ANUALES QUE PAGA CONSUMIDOR DOMÉSTICO TRAS REFORMA (CON Y SIN AUTOCOSUMO) datos en €					
	PEAJE T. POTENCIA	PEAJE T. ENERGÍA	PEAJE GENERACIÓN	PEAJE RESPALDO	TOTAL PEAJES
TUR que también autoconsume	209	143	2	89	443
TUR convencional	209	213	-	-	422
Con el peaje de respaldo un consumidor doméstico estándar pagará por la energía consumida un 9 % más de peajes que un consumidor normal					
PEAJES ANUALES QUE PAGA CONSUMIDOR SERVICIOS TRAS REFORMA (CON Y SIN AUTOCOSUMO) datos en €					
	PEAJE T. POTENCIA	PEAJE T. ENERGÍA	PEAJE GENERACIÓN	PEAJE RESPALDO	TOTAL PEAJES
3.0 que también autoconsume	1.588	47	5	167	1.807
3.0 convencional	1.588	125	-	-	1.713
Con el peaje de respaldo un consumidor PYME estándar pagará por la energía consumida un 7 % más de peajes que un consumidor normal					
PEAJES ANUALES QUE PAGA CONSUMIDOR REGADÍO TRAS REFORMA (CON Y SIN AUTOCOSUMO) datos en €					
	PEAJE T. POTENCIA	PEAJE T. ENERGÍA	PEAJE GENERACIÓN	PEAJE RESPALDO	TOTAL PEAJES
3.1 que también autoconsume	5.060	192	22	632	5.906
3.1 convencional	5.060	553	-	-	5.613
Con el peaje de respaldo un consumidor para regadío estándar pagará por la energía consumida un 5 % más de peajes que un consumidor normal					

Figura 26. Fuente: UNEF. Unión Española Fotovoltaica. www.unef.es .

7.5 El peaje de respaldo, acabará de hecho con el autoconsumo.

El peaje de respaldo hace que el autoconsumo, según los términos establecidos, no resulte atractivo, si ya era una inversión que requería un largo plazo de recuperación , ahora se hace completamente desproporcionada, superando incluso los 35 años para un consumidor particular, algo absurdo teniendo en cuenta que la vida útil de una instalación ronda esos mismo años.

AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN		
TIPO CONSUMIDOR	Antes de la reforma	Tras la reforma
TUR	12 años	35 años
3.0 (SERVICIOS)	7,5 años	13 años
3.1 (REGADÍO)	7,75 años	13,5 años

Figura 27. Fuente: UNEF. Unión Española Fotovoltaica. www.unef.es .

7.6. Es posible mantener la industria fotovoltaica con un impacto mínimo sobre el Sistema.

Estudios proponen un crecimiento sostenido de las instalaciones de autoconsumo que garantice la sostenibilidad del sistema.

Se propone el establecimiento de unos cupos máximos anuales de potencia a instalar que garanticen un crecimiento sostenible y armónico de las instalaciones autoconsumo.

Bajo esta propuesta, el máximo de autoconsumo en nuestro país en 5 años, ni siquiera llegaría al 1% de la demanda eléctrica, ello supondría además una reducción mínima de ingresos para el sistema: apenas 36 millones de euros.

El peaje de respaldo es una respuesta desproporcionada a este mínimo impacto del autoconsumo sobre el sistema, con este peaje de respaldo los auto-consumidores pagarían para el manteniendo del sistema 63 millones

de euros, 27 millones de euros más de los que se recaudarían sin autoconsumo.

De nuevo, es absurdo que aquellos que menos utilicen la red, más paguen por ella.

7.7. Los beneficios del autoconsumo.

1- Favorece la independencia energética del país: El principal culpable de nuestro déficit de balanza comercial lo representan las importaciones de combustibles fósiles; Compramos al exterior más del 80% de la energía.

2- I+D: Los desarrollos tecnológicos permiten ya la integración masiva del autoconsumo en los sistemas eléctricos, la fotovoltaica ha bajado sus costes un 75% en los últimos años, la fotovoltaica tiene la mayor curva de aprendizaje de todas las tecnologías renovables.

3- Reduce las emisiones de gases a la atmosfera.

4- Permite el desarrollo de un nuevo modelo industrial, desde la fabricación de componentes adecuados a pequeñas instalaciones hasta la instalación y mantenimiento de las mismas.

5- Favorece la creación de empleo cualificado y además asociado a las zonas en las que se han llevado a cabo la instalación de pequeñas plantas para autoconsumo.

Se estima que cada megavatio instalado genera entre 12 y 15 puestos de trabajo fijos y estables.

7.8 Hipótesis de trabajo.

Para la elaboración de este trabajo se han utilizado tres tipos de suministros (TUR, 3.0 y 3.1). Tanto la potencia contratada como el consumo anual y su distribución en los distintos periodos están basados en datos reales. Para la distribución horaria de la generación fotovoltaica se han utilizado las radiaciones solares que se detallan en el RD 661/207.

Las hipótesis utilizadas son:

Suministro		Instalación fotovoltaica	
Tipo de consumidor	TUR	Potencia instalada	3
Potencia contrato	6,6	% energía que se autoconsume al instante	33%
Consumo anual estimado (kWh)	4.000	Producción kWh	3.983

Suministro		Instalación fotovoltaica	
Tipo de consumidor	3.0	Potencia instalada	6,5
Potencia contrato	20	% energía que se autoconsume al instante	56%
Consumo anual estimado (kWh)**	10.125	Producción kWh	10.075

* Datos utilizados correspondientes a un suministro real

** Consumo repartidos de la siguiente manera: P1 23%, P2 61% y P3 17%

*** Producción repartida de la siguiente manera: P1 30%, P2 69% y P3 1%

Suministro*		Instalación fotovoltaica	
Tipo de consumidor	3.1	Potencia instalada	30
Potencia contrato	50	% energía que se autoconsume al instante	62%
Consumo anual estimado (kWh)**	47.617	Producción kWh	44.130

* Datos utilizados correspondientes a un suministro real

** Consumo repartidos de la siguiente manera: P1 29%, P2 62% y P3 9%

*** Producción repartida de la siguiente manera: P1 30%, P2 69% y P3 1%

Figura.28. .Fuente: UNEF. Unión Española Fotovoltaica. www.unef.es .

8. Análisis normativo del sector eléctrico español y del autoconsumo.

El marco normativo del sector eléctrico española ha sido sometido a continuos cambios tras su liberalización en 1997, lo que está asociado a una gran complejidad normativa, inseguridad jurídica e incertidumbre regulatoria, sin olvidar la situación del déficit tarifario que condiciona parte de la política energética.

La proliferación de normas nacionales y la trasposición de directivas europeas, siguen una tendencia análoga, enfatizando en los últimos tiempos en formas de generación de energía eléctrica sostenibles y disminuyendo la dependencia de la generación centralizada.

Así se desarrolla un marco normativo para el autoconsumo cimentado sobre las energías renovables, dando cabida al cumplimiento de los objetivos descritos en las directivas europeas, así como el impulso de la generación

eléctrica sostenible, eficiente y diversificada con nociones como del suministro eléctrico por Balance Neto.

8.1. Análisis del marco normativo del sector eléctrico español, desde su liberalización hasta la actualidad.

El marco normativo del sector eléctrico español, está constituido por la transposición de objetivos europeos, enfocados hacia la creación de un mercado común.

Estos objetivos nacen en el Tratado de Roma de 1957, así se establece en su preámbulo (6) la necesidad de eliminar las barreras que imposibilitaban; tanto desde el punto de vista histórico, como regulatorio, la apertura de los mercados nacionales de energía eléctrica de los países de la U.E hacia una progresiva liberalización y la creación de un mercado interior de la electricidad.

(6) En el preámbulo del Tratado de Roma de 1957, se pueden encontrar signatarios como: *“reconocer que la eliminación de los obstáculos existentes exige una acción concertada para garantizar un desarrollo económico estable, un intercambio comercial equilibrado y una competencia leal”, “desear reforzar la unidad de sus economías y asegurar su desarrollo armonioso, reduciendo las diferencias entre las diversas regiones y el retraso de las menos favorecidas”.*

Este proceso se inicia con la Directiva 90/547/CEE del Consejo, de 29 de octubre de 1990, relativa al tránsito de electricidad por las grandes redes, aunque no es hasta 1997 cuando uno de los objetivos fundacionales de la U.E, como es la construcción de un mercado común de electricidad, es igualado al resto de prioridades, *“Produciéndose una equiparación en el tratamiento de la energía eléctrica con otras mercancías y servicios”*), promulgándose para ello la Directiva 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de diciembre de 1996 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, cuyos objetivos se centraban en una progresiva liberalización de las actividades de generación de energía eléctrica y comercialización, orientadas hacia la creación de un mercado

comunitario de electricidad en la U.E. Con el fin de adaptarse a las corrientes liberalizadoras y los correspondientes objetivos europeos, se lleva a cabo la transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 96/92/CE, a través de la publicación de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

El objetivo esencial de la Ley 54/1997, consiste en establecer la regulación del sector eléctrico nacional, *“regulando todas las actividades involucradas en el suministro eléctrico”*, sentándose en tres pilares elementales:

El primero se forja en disminuir el coste asociado al servicio eléctrico, reduciendo el precio que deben pagar los consumidores.

El segundo en garantizar la máxima calidad del suministro de energía eléctrica, además de la disminución de las externalidades negativas sobre el medioambiente por medio del *“fomento de energías renovables”*.

Por último, el tercero consiste en garantizar el suministro de energía eléctrica, mediante obligaciones de servicio público para garantizar la seguridad del abastecimiento.

Para ello es preciso realizar una disociación jurídica entre las actividades reguladas (transporte y distribución) y aquellas en régimen de libre competencia (generación y comercialización), a partir de ese momento se perpetra en la fase de comercialización una gradual liberalización de la contratación, sustentada sobre los principios de libre contratación y elección del suministrador por parte de los consumidores finales de energía eléctrica.

Con la nueva regulación se introduce la utilización del sistema de peajes para lograr la libertad de acceso a redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Para sustentar la Ley 54/1997, es preciso la aprobación de un marco normativo que mengue la incertidumbre regulatoria asociada a este cambio

de paradigma dentro del sector eléctrico, para ello se publicaron una serie de Reales Decretos, otorgando mayor consolidación a ciertos aspectos técnicos, administrativos y económico.

Así, se publicaron el Real Decreto 2017/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento, estableciendo el periodo de transacción a la competencia en su artículo 1110, con el límite de 10 años concluyendo en el año 2007.

El Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica, instaurando como puntos significativos; las características técnicas de los equipos de medición, recogidas en el artículo 8; la determinación de los puntos de medida, establecidas en el artículo 5 y la instalación, operación y costes, acopiada en el artículo 20, recalcando el Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica, que relaciona el suministro de energía eléctrica con la compra y venta de energía eléctrica en el mercado de producción y define los tipos de mercados de producción.

El Artículo 11, del Real Decreto 2017/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento, se refiere a la duración del periodo transitorio, estableciendo que *“el periodo transitorio será como máximo de diez años, comprendido entre el 1 de enero de 1998 V el 31 de diciembre del 2007, no obstante, si las condiciones del mercado hacen aconsejable, una vez cumplidas las condiciones V compromisos establecidos en la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, del sector eléctrico, el citado periodo transitorio podrá reducirse mediante Real Decreto”*.

Existen diversos tipos de mercados de producción enunciados en el artículo 2 del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica, así se establece: *“El mercado de producción de energía eléctrica se estructura en mercado diario y mercado de servicios complementarios, integrándose también en él los contratos bilaterales físicos”*. Adicionalmente, existirá un mercado...que se denomina mercado intradiario”.

Es necesario seguir reforzando el marco regulatorio tras la entrada en vigor de la Ley 54/1997, para ello se aprueban el Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, determinado la retribución por energía vertida, recogida en el artículo 21 para régimen ordinario y 22 para régimen especial, así como incentivando las instalaciones con una potencia no superior a 50MW desarrollada en el precepto e instaurando en el artículo 2, las características para que las instalaciones con una potencia no superior a 50MW puedan acogerse al régimen especial.

Al igual que el Real Decreto 2819/1998, de 23 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica, proponiendo que la actividad de *“transporte y distribución que tienen carácter de reguladas y deberán ser llevadas a cabo por sociedades mercantiles que tengan como objeto social exclusivo el desarrollo de las mismas”*, recogido en el artículo 1, del Real Decreto 2819/1998, de 23 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.

Con la entrada del siglo, se aprueba el Real Decreto Ley 6/2000, de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios, manteniendo las líneas del proceso de liberalización del sector eléctrico a través de la flexibilización del marco económico en el que operan los agentes productivos.

En este mismo año se aprueban entre otros el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, donde se encuentran *“las mínimas de la calidad del servicio eléctrico”*, así, como el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, simplificando los trámites de conexión en el Capítulo II.

El cambio de paradigma del sector eléctrico nacional está unido a la aparición de externalidades negativas para la sociedad, por ello es preciso cierta regulación medioambiental llevada a cabo por la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

En este periodo se aprueba la Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, que modifica el artículo 91, 92 y 94 de la Ley 54/1997, configurando las técnicas para la reforma o aprobación de la tarifa eléctrica de referencia.

En 2003, se culmina el proceso de liberalización del sector eléctrico nacional, disminuyendo el plazo establecido por las directivas europeas, debido a que *“las leyes españolas son más liberalizadoras que las directivas europeas”*

No obstante, la creación del marco regulatorio prosigue y así se aprueba la Directiva 2003/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de junio de 2003 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 96/92/CE, aunque no es transpuesta al ordenamiento jurídico nacional hasta el año 2007.

Con esta directiva las instituciones europeas proporcionaron un nuevo impulso al proceso de liberalización del sector eléctrico, otorgando una regulación más estricta en las condiciones de acceso a las redes de transporte y distribución, a través de la figura del regulador independiente, la

cual ya existía en España aprobada en la Ley 54/1997 a pesar de no ser condición necesaria en la primera directiva.

Al igual se aprueban ciertas normas significativas para el sector eléctrico, entre ellas se pueden subrayar el Real Decreto 1349/2003, de 31 de octubre, sobre ordenación de las actividades de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (ENRESA), y su financiación y Real Decreto 1747/2003, de 19 de diciembre, por el que se regulan los sistemas eléctricos insulares y extra-peninsulares.

Las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial, sufren una serie de modificaciones llevadas a cabo por el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

A partir de este momento los titulares de las instalaciones pueden decidir qué hacer con su energía producida, para ello el artículo 22 recoge los mecanismos de retribución, posibilitando vender la electricidad a la empresa distribuidora a tarifa regulada o vender la energía eléctrica de forma libre en el mercado.

En este intervalo de tiempo se aprueba el Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico. Realizando las reformas precisas para que la sistematización del mercado eléctrico cumpla los criterios de seguridad y reduzca el impacto económico sobre las unidades de producción y consumo.

El periodo comprendido entre los años 2005 y 2006, está caracterizado por el surgimiento de un fuerte déficit tarifario, derivado de la aparición de “*síntomas de agotamiento*” en la Ley 54/1997, para combatirlos, se llevan a cabo una serie de reformas normativas como; el Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones

relativas al sector eléctrico, el Real Decreto-ley 3/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el mecanismo de casación de las ofertas de venta y adquisición de energía presentadas simultáneamente al mercado diario e intradiario de producción por sujetos del sector eléctrico pertenecientes al mismo grupo empresarial y Real Decreto-ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.

A partir del cual se modifican algunos preceptos de los artículos 9, 10, 13, 16, 25, 30 de la Ley 54/1997, añadiendo las disposiciones adicionales vigésima y vigésima primera y suprimiendo la disposición transitoria sexta y octava.

En 2007 se publica la Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

Como inicialmente menciona esta ley que transpone la Directiva 2003/54/CE, es preciso matizar que gran parte de las medidas ya se encontraban incorporadas a la regulación del sector eléctrico español, como la separación de las actividades que conforman el sector eléctrico, para evitar “*subvenciones cruzadas*”.

La modificación más relevante consiste en la eliminación de las tarifas integrales y la introducción de la actividad de suministro de último recurso recogidas en el artículo 18, implantando el precio máximo que deben cobrar las comercializadores de energía eléctrica.

La TUR se concibe como la garantía de suministro eléctrico en la U.E asentado sobre el principio de universalidad, disminuyendo debilidad de los consumidores y creando un “*suministro completamente liberalizado*”.

Es preciso destacar el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Derogando la retribución de las instalaciones con respecto a la Tarifa media o de referencia, e instaurando la retribución en relación al IPC, fijando en la sección tercera, los requisitos para ser destinatario de prima, aumentando los límites de potencia de 100 kW hasta los 10 MW, y sin olvidar los Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración y el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

La incertidumbre regulatoria es una característica propia de la regulación del sector eléctrico nacional, una muestra clara de esta inseguridad jurídica se despliega en el Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica y el Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Este segundo establece la clasificación de los tipos de instalaciones objeto de esta norma, enunciadas en el artículo número 3, además concreta los mecanismo de pre-asignación de retribución y los cupos anuales de potencia incrementados anualmente, recogidos en el Capítulo II artículos 4 y 5.

El proceso de creación normativa por parte de la U.E continúa a un ritmo constante, con la Directiva 2009/28/CE, la cual pone la primera piedra para fomentar la producción de energía eléctrica a través de fuentes renovables, abriendo el camino al sistema de suministro de energía eléctrico por Balance Neto.

Sin embargo aunque en 2011, fue transpuesta al ordenamiento jurídico español, algunos preceptos entre ellos el Balance Neto sigue sin ser regulado, a nivel nacional se publicaron el Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, por el que se regula la puesta en marcha del suministro de último

recurso en el sector de la energía eléctrica, continuación del principio aprobado en periodos anteriores.

Además, del Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social, creando un auge de la producción de energía eléctrica mediante fuentes de energías renovables y estableciendo una senda para la eliminación del déficit tarifario a través de topes anuales en 2013.

En 2010 se aprueba una gran cantidad de normas las cuales aumentan la inseguridad jurídica del sistema energético español, al no cumplirse las normas, como el Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico, instaurando una nueva ruta de control del déficit.

Una de las novedades de esta norma se halla en la disposición adicional primera, que determina el límite de horas equivalentes para el funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas en correlación a la zona climática donde se encuentren instaladas, catalogadas según el nivel de radiación solar, así, como el Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Estas medidas responden a dificultades coyunturales, buscando remedios a corto plazo en vez de indagar en soluciones sistemáticas que afecten a todos los agentes del sistema eléctrico nacional.

En el 2011, la actividad normativa fue productiva, adaptando progresivamente en los años futuros la regulación del sector eléctrico a la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, publicándose el Real Decreto 302/2011, de 4 de marzo, por el que se regula la venta de productos a liquidar por diferencia de precios por determinadas instalaciones de régimen especial y la adquisición por los comercializadores de último recurso del sector eléctrico y el Real Decreto 1699/2011, de 18 de

noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, racionalizando y sintetizando de los procedimientos administrativos para instalaciones de pequeña potencia, recogidas en el artículo 2, fijando el límite de 100 kW, disminuyendo el plazo de acceso y solicitud de conexión mediante el procedimiento abreviado pasando 89 semanas como se desarrolla en el peor de los casos en el artículo 8, al plazo de 30 días recogidos en el procedimiento abreviado recopilado en el artículo 9.

El procediendo abreviado será aplicado en instalaciones de hasta 100 kWn, las instalación con un potencia no superior a 10 kW quedan exentas de aval.

De modo que se abre la puerta al suministro de energía por Balance Neto, estableciendo todos los requisitos tanto administrativos, como económicos para desarrollar la conexión a la red de las instalaciones de hasta 100 kWn.

La trasposición al ordenamiento jurídico nacional del contenido de diversas directivas europeas, se realiza mediante el Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas, y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista, encaminándose a solventar la difícil situación del déficit tarifario y siguiendo los protocolos de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible se lleva cabo la suspensión de los incentivos fiscales a las instalación de producción de energía electricidad encomendadas al régimen especial.

A través del Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica.

En el año 2013, se ha aprobado el Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero, introduciendo nuevos mecanismos para corregir los desencajes entre los costes del sector eléctrico y los ingresos obtenidos a partir de los precios regulados, realizando una serie de ajustes en determinados costes del sector eléctrico y modificando el Real Decreto 661/2007.

Este cambio regulatorio se enmarca dentro de las últimas medidas adoptadas ante el crecimiento de costes del sistema eléctrico, provocando el gradual crecimiento del déficit tarifario.

El marco normativo del sector eléctrico español, está caracterizado por la sucesiva transposición de normas europeas al ordenamiento jurídico nacional, así como la constante proliferación de normas nacionales, enfocadas en un primer momento a la liberalización del sector eléctrico nacional, a través de la liberalización de la comercialización y la generación de energía eléctrica, sin olvidar la importancia desde 2002 del control del déficit tarifario, cuantificado en una cifra de 1.910 millones de euros, el cual ha aumentado progresivamente hasta la cifra de 5.069 millones de euros en 2102 y cuyos problemas se arrastran hasta la actualidad.

Destacando en 2007 el fomento de la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables, debido al objetivo de disminuir las emisiones de CO₂, enfatizando a partir en el 2009, en la necesidad de disminuir la dependencia de la generación eléctrica centralizada, impulsando la generación sostenible y las pequeñas instalaciones de generación, logrando una mayor diversidad de fuentes de generación y minorando el efecto dañino de la producción de energía eléctrica hacia el medio ambiente.

No obstante todos estos cambios regulatorios, están cimentado sobre el telón de fondo de la complejidad normativa, la inseguridad jurídica y la incertidumbre regulatoria.

8.2. Análisis del marco normativo que regula el autoconsumo de energía eléctrica en España.

La primera referencia a este sistema de producción de energía eléctrica destinada al autoconsumo, nace tras la publicación de la Ley 38/1992, de Impuestos Especiales, en cuyo artículo 65, quinto referido a las exenciones, se determina que estarán eximes de impuestos especiales las operaciones de *“la fabricación de energía eléctrica en instalaciones acogidas al régimen especial que se destine al consumo de los titulares de dichas instalaciones y la fabricación, importación o adquisición intracomunitaria de energía eléctrica que sea objeto de autoconsumo en las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica...”*.

Así se reconoce la eventualidad de que el autoconsumo de energía eléctrica no esté sujeto al régimen de impuestos especiales, al igual que el autoconsumo en instalaciones tanto de producción, transporte como de distribución.

La Ley 54/1997, que inicia el proceso de liberalización del sector eléctrico nacional, continua con este marco regulatorio, en su Título II artículo 9, donde irradia la posibilidad de elección en cuanto al destino final de la producción de energía eléctrica, implementando dos opciones.

La primera consiste en destinar la producción de energía eléctrica al autoconsumo, bien de forma total o parcial, mientras que la segunda otorga la posibilidad de la venta de la energía eléctrica a la red, este precepto abre la puerta hacia el interrogante del autoconsumo o la venta a la red, destinando la producción de energía eléctrica a terceros.

El acceso a la red nacional de distribución de energía eléctrica se convierte en un derecho para productores, así queda definido tras la publicación del Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de

autorización de instalaciones de energía eléctrica. Instaurando en el artículo 60, la posibilidad de producción tanto para autoconsumo total como parcial, así, como la posibilidad de restricción del derecho de acceso a la red, en circunstancias de falta de capacidad, por tanto “*no es discrecional a juicio de la empresa distribuidora*”.

El Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, da paso a la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, define en su artículo 2, precepto tercero, los tipos de instalaciones, de modo que las instalaciones generadoras de energía eléctrica destinada al autoconsumo total o parcial, cumplen el principio de interconexión.

Al trabajar en paralelo con la red de distribución, aunque su conexión en dicha red se ejecute dentro de la red interior, verificando por parte de la empresa distribuidora que se cumplan las condiciones de seguridad en la red, de manera que se garantice que las instalaciones destinadas al autoconsumo total o parcial de la energía eléctrica no perturben la red, como se determina en el apartado 4.3.3. y 4.33.

Este reglamento concibe la opción de que una instalación generadora de energía eléctrica vierta dicha energía a la red principal, a través de la instalación de un contador de energía, así, contempla la posibilidad de transferir energía eléctrica a la red distribuidora de forma total o parcial, de modo que las instalaciones generadoras de energía eléctrica destinadas exclusivamente al autoconsumo están exentas de la instalación del contador que compute los saldos de energía diferidos a la red.

El Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, instaura en la sección HE5 del Documento Básico de Energía sobre contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, la opción de conectar las instalación de generación de energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica ubicadas en la cubierta de un edificio, a un punto de conexión distinto al de la compañía distribuidora, esta posibilidad será

desarrollada por aquellas instalaciones destinadas al autoconsumo de forma total o parcial, aplicando las conexiones técnicas desarrolladas en el Capítulo III del Real decreto 1699/2011 que deroga las anteriores condiciones técnicas recogidas en el Real decreto 1663/2000.

En 2007 se publica el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, reconociendo en el artículo 16, la posibilidad de que las instalaciones de producción de energía eléctrica acogidas al régimen especial, que no vierten todos su generación a la red de distribución podrán destinarla al autoconsumo.

Así mismo, el artículo 17 y 24 registran la posibilidad de venta parcial de la energía generada por los productores de régimen especial.

La generación de energía por parte de las instalaciones acogidas a régimen especial podrá bien ser vendida a la red o auto-consumida de forma parcial, compaginando una parte con venta a la red o total, las instalaciones que se acojan al autoconsumo total no deberán figurar como inscritas en el registro administrativo de producción en régimen especial ya que no vierten energía eléctrica a la red, mientras que las instalaciones acogidas al autoconsumo parcial si deberán figurar en dicho registro, con el propósito de controlar la energía cedida, este aspecto se desarrolla en el artículo 9.

En 2011, se transpone la Directiva 2009/28/CE, al ordenamiento jurídico español concretamente en el Real Decreto 1699/2011, el cual determina en las condiciones técnicas a cumplir, el proceso de acceso y conexión de las instalaciones y los procedimientos de medida y facturación.

Estas etapas son análogas tanto para las instalaciones de generación conectadas a la red con el fin de la venta de toda la energía eléctrica producida como para aquellas enfocadas al autoconsumo parcial o total de esta energía.

Esta norma establece en su disposición adicional segunda el plazo de cuatro meses para la aprobación del Real Decreto que regula el suministro de energía por Balance Neto, a través de la compensación de saldos resultantes de la diferencia entre la energía exportada y la importada a la red, recalcando esta idea el Real Decreto-ley 1/2012, por el que se suprimen temporalmente los incentivos a las renovables, matizando en su exposición de motivos la necesidad de un *“...procedimiento para permitir el denominado balance neto de electricidad, cuya regulación está en curso, constituye una alternativa real para el desarrollo de instalaciones de pequeño tamaño a través del fomento del autoconsumo de energía eléctrica”*.

Así, la evolución de marco regulatorio del autoconsumo en España, impulsado por el cumplimiento de objetivos comunitarios y la transposición de directivas europeas, ha permitido el fomento de la diversificación energética, a través de instalaciones de pequeña potencia destinadas a la generación de energía eléctrica, bien para autoconsumo total o parcial.

Estos cambios normativos sobre el autoconsumo enlazan este sistema de generación de energía eléctrica con la opción de conexión a la red interior y la distribución, posibilitando la mejora del intercambio de energía eléctrica con la red principal, convergiendo hacia el suministro de energía eléctrica por Balance Neto, concurriendo en que este proceso de generación de energía eléctrica destinada al autoconsumo permanezca fuera del régimen central de producción de energía eléctrica.

El marco normativo europeo sigue protocolos comunes, para incentivar las energías renovables y disminuir el impacto de la generación eléctrica sobre el medioambiente, el cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética, diversificación de fuentes de generación y creación de programas energéticos, están siendo aplicados en varios países de la U.E, como Alemania, Francia, Italia, Reino Unido..etc, como veremos más adelante, así como modelos similares en el resto del mundo, destacando entre ellos por su éxito y experiencia el estado de California.

Cada país posee una serie de características regulatorias y económicas, que los distingue del resto. No obstante utilizan una serie de prácticas comunes a la hora de instaurar esta modalidad de autoconsumo de energía eléctrica y adaptarlo a las características propias cada sector eléctrico.

9. Marco normativo de la energía fotovoltaica.

9.1.1. Desarrollo sostenible y energías renovables.

De acuerdo con la definición tradicional, el desarrollo sostenible es un tipo de desarrollo que responde a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de responder a las suyas, lo que significa, en otras palabras, procurar que el crecimiento actual no ponga en riesgo las posibilidades de crecimiento de las generaciones futuras. El desarrollo sostenible consta de tres vertientes, la económica, la social y la medioambiental, que deben abordarse políticamente de forma equilibrada:

Este concepto de desarrollo sostenible forma parte de numerosos discursos políticos y está abierto a diversas interpretaciones, aunque transmite dos ideas básicas: la necesidad de utilizar los recursos naturales que dispone el planeta de manera racional, teniendo en cuenta que algunos de ellos son recursos limitados, y por otra, el impacto que tiene el ser humano en el medioambiente.

Estas consideraciones tienen un papel importante en el plano energético, ya que aproximadamente el 80% de la energía demandada a nivel mundial proviene de combustibles fósiles, tales como el petróleo, gas natural, carbón,... siendo fuentes de disponibilidad limitada y altamente contaminantes.

Como consecuencia de esta situación cabe destacar los acuerdos alcanzados en el protocolo de Kioto, vigente desde 2005, en el que los países firmantes (todos los industrializados a excepción de EEUU, Austria, Mónaco y Liechtenstein) se comprometen a reducir sus emisiones de gases

de efecto invernadero en un 5% de media respecto a los niveles de 1990, en el periodo entre 2008 y 2012.

Los compromisos adoptados en Kioto, junto con un intento de reducir la dependencia energética del exterior, han propiciado el auge de las denominadas energías renovables, fuentes de energía capaces de autogenerarse y virtualmente inagotables, de entre las que cabe destacar la solar, biomasa, eólica, hidráulica, mareomotriz y geotérmica.

Es decir, aumentar el uso de las energías renovables es un elemento esencial para alcanzar el desarrollo sostenible a nivel nacional y global. La energía renovable puede proporcionar importantes vías alternativas para reducir la contaminación, diversificar y asegurar el suministro de energía y facilitar el acceso a la energía en apoyo a la erradicación de la pobreza. Asimismo la quema de combustibles fósiles representa la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales deben reducirse para mitigar los efectos adversos del cambio climático a fin de alcanzar el objetivo último de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático para la prevención de alteraciones climáticas peligrosas.

9.1.2. El futuro de la energía solar fotovoltaica.

Vistas las ventajas incomparables de este tipo de energía, tanto a nivel ecológico, como económico o puramente práctico, se puede pensar que ésta será una de las grandes energías del futuro, es de esperar, pues, que su parte en la producción mundial aumente en los próximos años.

El Consejo Europeo celebrado en Bruselas el pasado 9 de marzo ha acordado que en 2020, con carácter vinculante, el 20% del consumo de energía en la Unión Europea sea de origen renovable.

No deja de ser un acuerdo histórico pero, como muchos otros, no pasa de ser un acuerdo de principio y buenas intenciones que requerirá de la coherencia y voluntad política de los gobiernos europeos para que se transforme en las decisiones que tanto han proclamado muchos de ellos pero que casi ninguno practica.

Para España este acuerdo, a pesar de sus limitaciones, significa un respaldo al sector de las energías renovables que lleva más de veinte años reclamando un marco económico y normativo que desarrolle el mercado de las renovables como apuesta tecnológica e innovadora frente a un modelo de crecimiento económico basado exclusivamente en el consumo de hidrocarburos.

Así como España se ha situado a la cabeza mundial en el desarrollo de la energía eólica, en energía solar estamos muy por debajo del potencial que nos da el tener una mayor irradiación solar, que países como Alemania o Austria hagan diez veces más energía solar con un 35% menos de irradiación solar nos da idea de la oportunidad que estamos perdiendo.

El verdadero reto de la fotovoltaica es incrementar su mercado y su demanda, en la medida que aumente la potencia instalada sus costes se reducirán y será una tecnología competitiva.

La ilimitada disponibilidad del recurso y sus múltiples aplicaciones la hacen capaz de aproximarse más al consumidor final, por lo que su desarrollo en los próximos años marcará el termómetro del cambio de cultura energética que necesita urgentemente la sociedad española.

La energía solar es la de más futuro por una realidad objetiva y que tiene que ver con la seguridad de abastecimiento y es su carácter inagotable: cuando se acaben las reservas de gas y de petróleo, todavía quedarán cien años de reservas de carbón y después aún quedarán millones de años de energía solar.

La energía fotovoltaica ha aumentado su eficiencia en gran forma durante las últimas décadas, pero todavía no lo ha hecho lo suficiente para entrar de manera masiva al mercado; para acelerar el proceso de introducción son muchos los científicos y técnicos de todo el mundo que trabajan para desarrollar técnicas de producción de dispositivos fotovoltaicos más accesibles que los que actualmente se comercializan.

Se estima que el futuro de la energía solar no estará ligado únicamente a las aplicaciones o utilidades que se puedan obtener de ella, sino a los

costes que las personas tengan que abonar por una instalación de tipo solar.

Los expertos fabricantes de paneles solares aseguran que las ventas serían mucho mayores si el coste de inversión inicial para los individuos que deseen adquirir paneles fotovoltaicos fuera menor, o si las subvenciones de los Estados fueran más altas y los trámites para conseguirlas menos burocráticos.

Actualmente, el acceso a la red eléctrica en España requiere una serie de permisos de la administración y la autorización de la compañía eléctrica distribuidora de la zona, esta tiene la obligación de dar punto de enganche o conexión a la red eléctrica, pero en la práctica el papeleo y la reticencia de las eléctricas están frenando el impulso de las energías renovables.

Las eléctricas buscan motivos técnicos como la saturación de la red para controlar sus intereses en otras fuentes energéticas y con la intención de bloquear la iniciativa de los pequeños productores de energía solar fotovoltaica.

Esta situación provoca una grave contradicción entre los objetivos de la Unión Europea para impulsar las energías limpias y la realidad de una escasa liberalización en España del sector energético que impide el despegue y la libre competitividad de las energías renovables.

9.1.3. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en el mundo.

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsada por la necesidad de asumir los retos que en materia de generación de energía se presentan.

Este crecimiento se ha producido gracias a los mecanismos de fomento de algunos países que, como España, han propiciado un gran incremento de la capacidad global de fabricación, distribución e instalación de esta tecnología.

A finales de 2010, la potencia acumulada en el mundo era de aproximadamente 40.000 MWp según datos de la European Photovolta Industry Association (EPIA), de los cuales cerca de 29.000 MWp, un 72%, se localiza en la Unión Europea.

Para los próximos años se espera que el continuo crecimiento de la última década a nivel mundial se mantenga. Las tres aéreas de mayor interés en el mundo, según la potencia acumulada, son Europa (destacando Alemania y España, con más de un 52% del total mundial), Japón y EE.UU. Japón, con cerca de 3.622 MW acumulados y EE.UU., con aproximadamente 2.727 MW representan el 9 y el 6,80% respectivamente de la potencia total. En el gráfico siguiente se representa el histórico de la potencia acumulada a nivel mundial en los últimos años, apreciándose claramente el crecimiento exponencial.

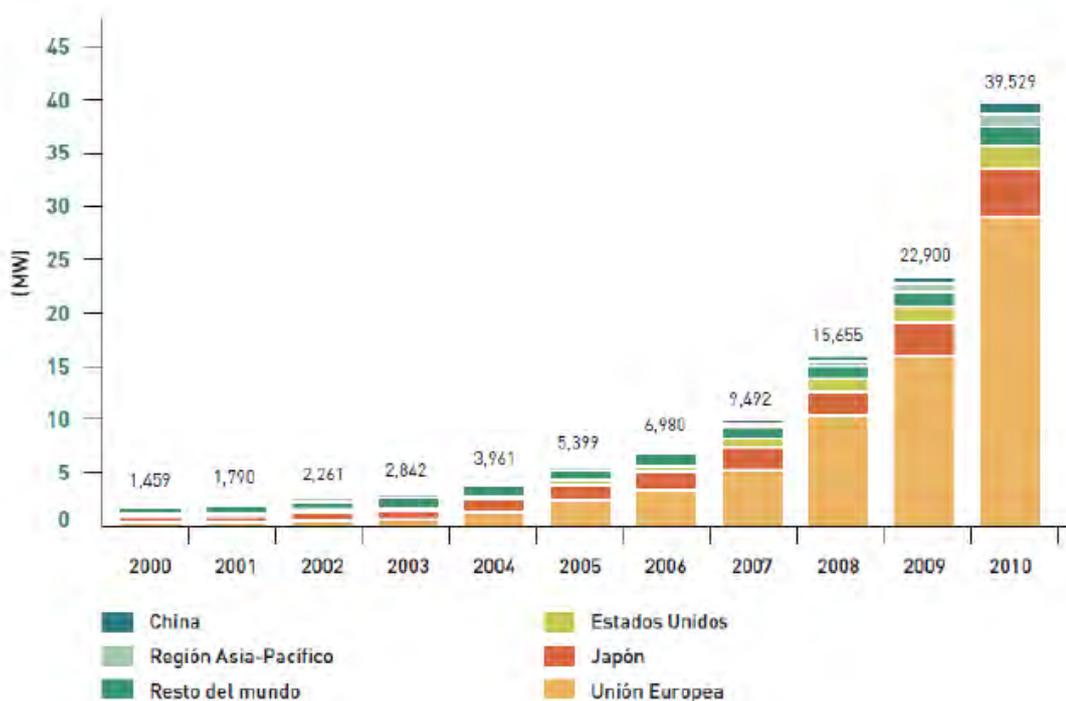


Figura 28. Potencia acumulada en el mundo. Fuente: IEA.

Los datos más relevantes de la industria solar fotovoltaica en el mundo son:

- 1- Los países principales por potencia instalada en 2010, por orden, fueron: Alemania (7.408 MW), Italia (2.321 MW), República Checa (1.490 MW), Japón (990 MW) y EE.UU. (980 MW).

- 2- La potencia mundial instalada en el año 2010 fue de 16.600 MW, lo que supuso un incremento del 72% de la potencia mundial acumulada con respecto al año 2009.
- 3- El 79% de la potencia mundial instalada en 2010 fue en la Unión Europea, con más de 13.240 MW. Dentro de la Unión Europea el mercado alemán fue claramente el preponderante representando el 59% de todo el mercado europeo.
- 4- Japón ha instalado 990 MW en 2010, llegando a una potencia total instalada de 3,6 GW.
- 5- EE.UU. instaló 980 MW en 2010, alcanzando aproximadamente los 2,7 GW.
- 6- Italia, con una potencia total acumulada de 3,4 GW se convierte en el segundo mercado mundial en el año 2009 y 2010, habiendo instalado 711 y 2.321 MW respectivamente. Aparecen nuevos actores como China, con 520 MW acumulados, y la India con 30 MW.

9.1.4. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en Europa.

En Europa, la potencia instalada ascendía a finales de 2010 a 29.327 MWp, repartidos entre 29.173 MWp de instalaciones conectadas a red y 154 MWp de instalaciones aisladas de la red eléctrica. En la siguiente figura se muestra las potencias acumulada en 2010 en los principales países de la Unión Europea:

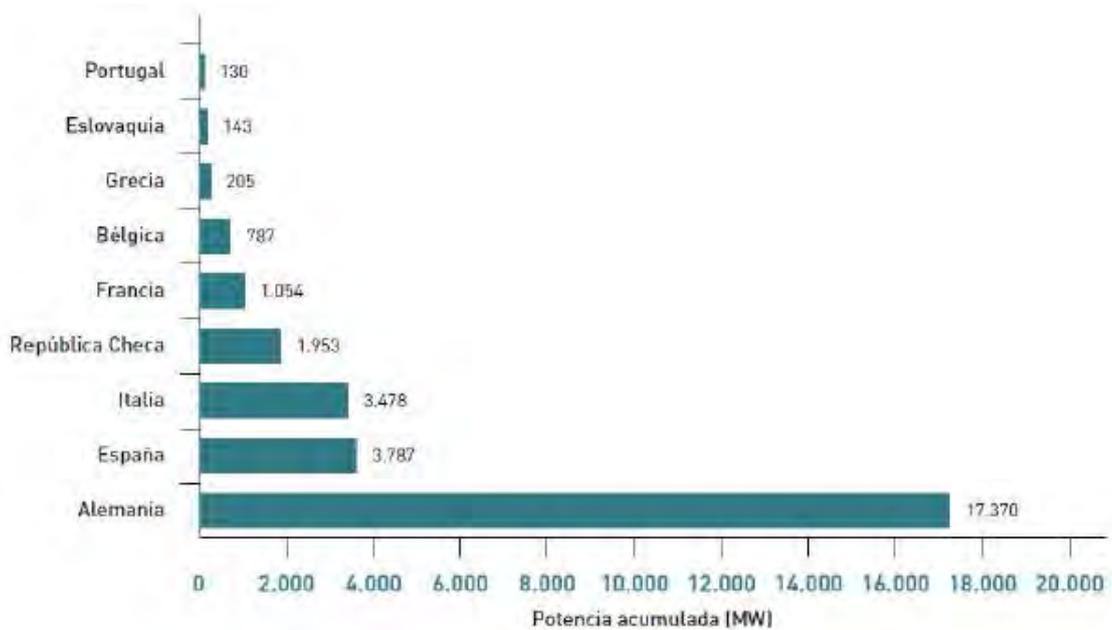


Figura 29. Potencia acumulada en Europa, al cierre de 2010. Fuente: IEA

Alemania es el país de la Unión Europea con mayor potencia fotovoltaica acumulada, con 17.370 MW instalados en 2010. Domina claramente el mercado europeo, representando el 59% de este. España, con 3.787 MW acumulados, es el segundo país por potencia acumulada en 2010.

En el año 2008 España fue el primer país por potencia instalada, con 2.705 MW, frente a los 1.809 MW de Alemania, que fue el segundo país del mundo. La potencia instalada en España en 2009 no obtuvo un incremento tan fuerte como en el año anterior debido al cambio de regulación del sector. El cierre de 2010 muestra un incremento con respecto a 2009.

Entre el resto de países destacan Italia, República Checa, Bélgica y Francia, que estudian políticas de desarrollo a semejanza de Alemania y España. Es de destacar en este sentido al gobierno italiano, que mediante la aprobación del Nuevo Conto, fija una prima fija adicional al precio de mercado de la energía. Esta prima varía según el nivel de integración de la instalación y es válida durante los 20 primeros años de explotación. El crecimiento del sector fotovoltaico en Italia, por tanto, se asienta bajo las premisas de incentivos y la simplificación de los trámites administrativos. Italia, con estas

políticas, ha alcanzado unos 711 MW instalados en el año 2009 y un total acumulado en el año 2010 de 3.478 MW.

9.1.5. El autoconsumo en otros países.

A continuación se hará un análisis de cómo está establecido el autoconsumo por balance neto en diferentes lugares del planeta, empezando por la Unión Europea y los países de nuestro entorno, y siguiendo por potencias mundiales como Estados Unidos y Japón, o economías emergentes como Brasil. Para entender cómo funciona la normativa es importante conocer la situación del país en cuanto a la energía solar fotovoltaica y su política de incentivos, puesto que se trata de conceptos relacionados.

9.1.6. Unión Europea.

Los países pertenecientes a la Unión Europea tienen como base para su normativa individual la Directiva Europea 2009/72/CE, en la que se establecen normas comunes en materia de generación, transporte, distribución y suministro de electricidad, y la Directiva 2006/32/CE, en la cual el Parlamento Europeo puso especial énfasis en la eficiencia del uso final de la energía. Además, en la Unión se ha apostado por la iniciativa llamada “20-20-20”, que pretende reducir un 20% el consumo de energía primaria y las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, así como elevar otro 20% la contribución de las energías renovables en el consumo en 2020, lo que supone una política de apuesta por las energías limpias.

En Europa, el modelo para impulsar las energías renovables está basado en un mecanismo de incentivos, que trata de promover la introducción de este tipo de energía a la red eléctrica mediante una tarifa de suministro o “Feed in tariff” (FIT). Más del 60% de los países del continente han apostado por este sistema, entre ellos Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Portugal, España, Suecia y Suiza. Este modelo tiene como

principal característica la fijación de un mínimo de precios para cada tecnología. Los generadores de energía mediante fuentes renovables reciben una tarifa garantizada por un periodo de tiempo determinado, lo que aumenta el atractivo al disminuir los riesgos de la inversión. Su principal inconveniente es el sobreprecio que los clientes finales pueden llegar a pagar por la energía consumida, ya que al evolucionar la tecnología, los costes de producción caen, pero la tarifa se mantiene en los valores en que fuera definida.

En los últimos años se están produciendo muchos cambios en cuanto a la regulación del autoconsumo por balance neto. En España ya se conoce el Proyecto de ley y se espera norma definitiva. En el continente europeo el país pionero es Dinamarca, cuyo sistema de autoconsumo está en vigor desde 1998.

ALEMANIA

Desde 2004, Alemania ha obtenido un gran crecimiento en cuanto a capacidad instalada de energía fotovoltaica, gracias a un plan llamado “Erneubare Energien Gesetz”, EEG, que traducido significa “Acción para las Fuentes de Energía Renovables”. Ostenta el primer puesto mundial, con 24.678MW instalados a finales de 2011. Su crecimiento ha sido relativamente constante, frente a comportamientos más irregulares de otros países como España o la República Checa. En los dos últimos años se ha incrementado la potencia instalada de manera significativa. De 2010 a 2011 batió su propio récord, con una cifra de 7.485MW instalados, solo superado por Italia. Su objetivo es alcanzar los 40GW en 2020.

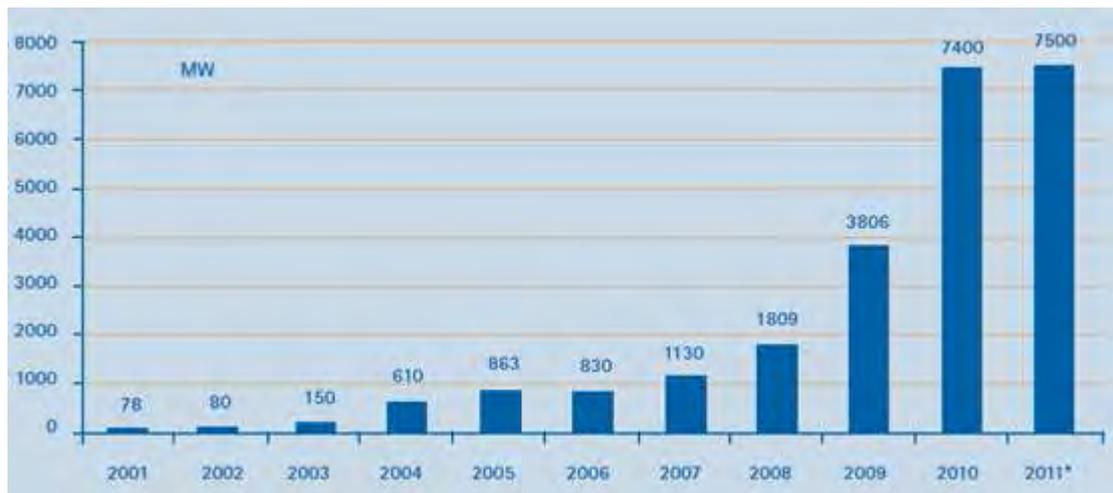


Figura 30. Potencia instalada de energía fotovoltaica en Alemania cada año. Fuente: IEA

Para regular el autoconsumo, Alemania ha elegido el sistema de balance neto mixto. Se comenzó a promover a partir de 2009 con una potencia máxima permitida de 500kW por instalación. En cuanto a la electricidad inyectada a la red existe una tarifa “Feed in Tariff”, la cual Alemania fue uno de los primeros países en adoptar. Acogiéndose a este sistema, los productores tienen unos incentivos garantizados durante un periodo de veinte años. Ante el gran crecimiento obtenido y la bajada de precios de esta tecnología, se ha introducido un mecanismo legal para adaptar la tarifa al comportamiento del mercado.

El autoconsumo está permitido tanto para el sector residencial como el industrial, solo en el lugar donde se encuentra la instalación, aunque puede ser llevado a cabo por alguien que no sea el propietario. Los operadores de instalaciones fotovoltaicas pueden vender electricidad directamente a sus clientes, siempre que avisen a la compañía eléctrica con un mes de antelación. Por su parte, la compañía operadora de la red tiene la obligación de conectar la instalación del cliente, así como inyectar, recibir y distribuir la energía. En cuanto a la electricidad auto-consumida, existe un incentivo para ella – menor que la que la tarifa “Feed in tariff” de energía exportada-, que unido al ahorro que supone el propio hecho de no comprar la electricidad, hace que este modelo sea rentable. Para intentar que hubiera un mínimo de autoconsumo instantáneo se primaba más si ese

acoplamiento era mayor del 30%, algo que ha desaparecido para las nuevas instalaciones desde el 23 de febrero de 2012.

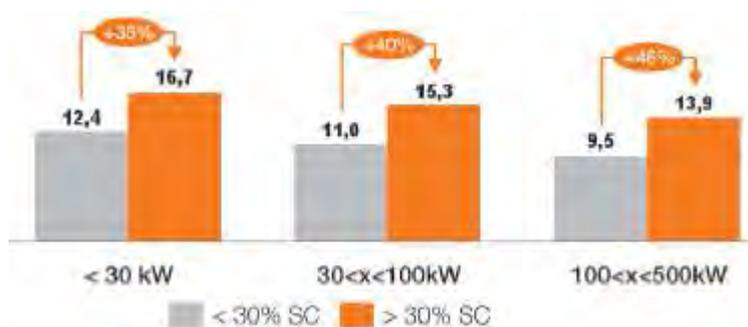


Figura 31. Incentivos al autoconsumo (cnts€/kWh consumido) en Alemania. Fuente: SunEdison.

ITALIA

El panorama fotovoltaico italiano está marcado por un gran auge en el año 2011 de la potencia instalada, gracias a los altos incentivos existentes, que supusieron un coste para el Estado alrededor de 5.500 millones de euros ese año. Se pasó de crecer 2.326MW en 2010 a 9.284MW en 2011, por encima incluso de Alemania, pasando de 3.470MW de potencia acumulada a 12.754MW. La tecnología fotovoltaica italiana está caracterizada por las trabas burocráticas y los constantes cambios normativos. El programa de estimulación de energías renovables se llama “Conto Energía” y durante el propio 2011 se han sucedido distintas fases del mismo. De tal magnitud ha sido el crecimiento, que en Junio de 2011 se definió el objetivo de llegar a los 23GW en este 2016, que sustituye a la anterior meta de 2010 que planeaba llegar a los 8GW en 2020. Una nueva versión del “Conto” prevé reducciones en la asignación de tarifas.

Sin embargo, en el primer trimestre de 2012 la construcción de nuevas instalaciones cayó en picado, debido a los cambios en la regulación. Baste decir que la suma de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red en los tres primeros meses fue de 154MW, frente a los 265MW conectados solo en enero del año anterior. Entre las distintas medidas de reducción en la ayuda a las renovables, está la fijación del máximo de subvenciones en

500 millones de euros anuales. La inseguridad política y normativa del país hace que estas predicciones puedan ser modificadas a la baja y que el panorama sea difícil de prever.

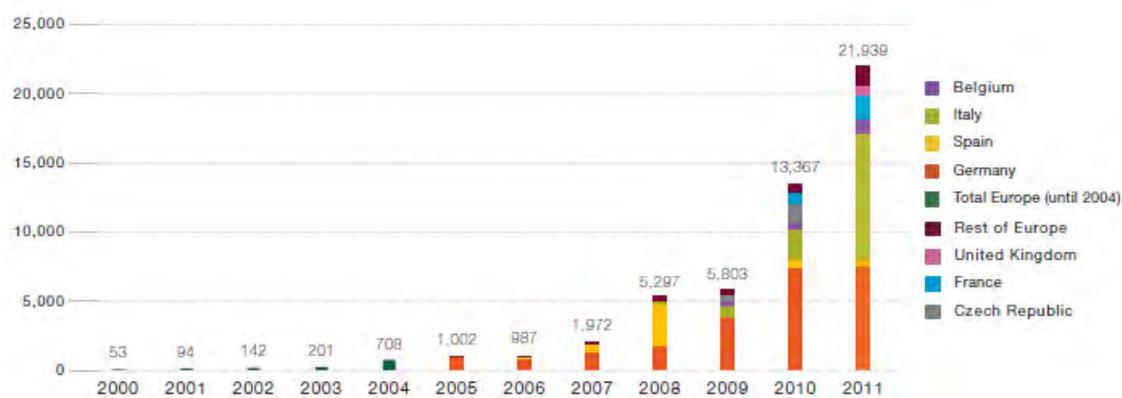


Figura 32. Potencia fotovoltaica instalada cada año. Fuente: EPIA.

El país transalpino también ha apostado por un modelo de combinación entre la compensación económica y el crédito del exceso de producción por tiempo indefinido llamado “Scambio sulposto”. Este sistema se basa en el equilibrio entre energía generada y consumida, y ofrece la posibilidad de inyectar la energía producida a tarifa incentivada en la red eléctrica y poder consumirla posteriormente. En 2009, pasó de ser un contrato entre cliente-productor con el distribuidor local a ser estipulado y verificado por el “Gestore Servizi Elettrici” o Gestor de Servicios Energéticos, GSE.

Se pueden acoger a esta fórmula instalaciones con una potencia instalada menor de 20kW o aquellas de entre 20kW y 200kW puestas en servicio a partir de 2008. El balance se hace una vez al año, y en él se valoran tanto la electricidad inyectada a la red como la consumida. Dependiendo de ese valor reciben un crédito o un abono. Estos cálculos se hacen con discriminaciones horarias y no por el valor directo del kWh. La electricidad se puede compensar durante un periodo ilimitado de tiempo.

Reino Unido

El mercado británico dio un salto cuantitativo enorme en 2011. Los cambios normativos del Gobierno, que definían las nuevas tarifas para 2012 y que reducían por encima del 50% los incentivos de instalaciones fotovoltaicas de pequeño tamaño, condujeron a que se completaran muchos de los proyectos a gran escala. La nueva reducción de Julio de 2012 hace que sea probable que el mercado tenga un dinamismo parecido este año para aprovechar las ayudas de la normativa vigente. En cifras, en 2011 se instalaron en el Reino Unido 784MW frente a los 91MW de 2010, pasando de 91MW instalados a 875MW. El Gobierno ha anunciado un ambicioso plan para 2020, lo que refleja la concienciación del país respecto a esta tecnología.

No existe distinción normativa entre consumidores residenciales y comerciales. Conviven tres tipos de tarifa: la de generación, que se aplica para toda la electricidad producida; la de exportación, para los kWh generados en exceso; y la de importación, la que paga el cliente final en el punto de consumo. Es decir, se compra la electricidad cuando se necesita y se exporta cuando se genera de más a cambio de una compensación económica. Toda la energía producida se incentiva mediante la tarifa de generación, pero además la energía exportada recibe una compensación añadida, la tarifa de exportación. Si no existe monitorización, se considera una exportación del 50%.

Dinamarca

Dinamarca pasó de los 6MW instalados a final de 2010 a los 16 de 2011, principalmente en el sector residencial. EPIA considera probable un mayor crecimiento para 2012. Sin embargo, también existe la posibilidad de que se replantee el sistema tarifario si es considerado demasiado atractivo, ya que se produce una pérdida de beneficios del Estado a través de las tasas, que suponen más del 50% del precio final de la electricidad en el sector residencial.

El autoconsumo está regulado a través del balance neto puro, es decir, sin venta de excedentes, desde 1998. Se estableció un periodo piloto de cuatro años, extendido otros cuatro. El sistema demostró ventajas económicas además de ser una buena forma de incentivar el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en el país. Así, en 2005 se instauró de forma permanente. Actualmente, esta forma de autoconsumo está permitida para todas las tecnologías renovables excepto la geotérmica. Las instalaciones deben estar conectadas en el lugar de consumo y ser propiedad 100% del propio consumidor. La energía eólica debe estar obligatoriamente conectada a un sistema privado de suministro. Además, para el caso del biogás, la biomasa y la energía hidroeléctrica, la capacidad máxima es de 6kW por edificio, el cual no puede estar dedicado al comercio. En cuanto a la solar fotovoltaica, la potencia instalada máxima es de 6kW.

Aunque esta tecnología aún no sería rentable sin los programas de descuento actuales, con ellos es más rentable auto-producir electricidad que comprarla en la red. Hay que tener en cuenta que el precio de la electricidad residencial es el más alto de Europa, como se puede ver en la tabla.

	Precio de la electricidad (€/kWh)					
	Residencial (1)			Industria (2)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
EU-27	0.163	0.167	0.178	0.107	0.105	0.110
Belgium	0.192	0.196	0.214	0.111	0.106	0.110
Denmark	0.270	0.267	0.291	0.086	0.094	0.099
Germany	0.228	0.238	0.253	0.113	0.112	0.125
Ireland	0.203	0.180	0.190	0.121	0.112	0.116
Greece	0.115	0.118	0.125	0.095	0.095	0.101
Spain	0.158	0.173	0.195	0.115	0.117	0.114
France	0.121	0.128	0.138	0.073	0.085	0.085
Italy	0.210	0.197	0.201	0.153	0.139	0.153
Malta	0.171	0.170	0.170	0.151	0.180	0.180
Netherlands	0.190	0.170	0.174	0.113	0.104	0.103
Poland	0.113	0.134	0.147	0.090	0.098	0.101
Portugal	0.151	0.158	0.165	0.094	0.094	0.099

(1) Consumo anual: 2.500kWh < consumo < 5.000kWh

(2) Consumo anual: 500MWh < consumo < 2.000MWh, VAT (Value Add Tax) excluida

Figura 33. Precio de la electricidad residencial e industrial. Fuente: EPIA.

Los beneficios del sistema danés se basan en incentivos fiscales; aquellos productores que utilicen su electricidad generada para el autoconsumo están exentos del pago del PSO (“Public Service Obligation”), destinado a apoyar la energía renovable. Además, cuando hay excedentes, a través de créditos energéticos el productor puede utilizar la energía generada en el momento en que la necesite.

Francia

El mercado fotovoltaico francés pasó de 719MW de potencia en 2010 a 1.671MW en 2011. Las instalaciones de menos de 100kW se benefician de una tarifa más beneficiosa (FIT). A nivel regional, la energía renovable se incentiva a través de subvenciones. Para el productor existen dos opciones, la venta de la energía o el balance neto.

Actualmente sale más rentable vender toda la energía producida, ya que muchas tarifas fueron fijadas para los siguientes veinte años, por lo que este sistema se impone claramente al del balance neto. A medida que las tarifas se reduzcan y aumente el precio de la electricidad, el autoconsumo supondrá una opción más interesante. El siguiente cálculo, realizado por la compañía “Krannich solar” muestra claramente la descompensación existente en un caso con la misma producción y porcentaje de electricidad auto-consumida.

Holanda

La electricidad de origen renovable recibe una tarifa especial por encima del precio de la electricidad en el mercado mayorista y es promovida a través de beneficios fiscales. El actual sistema ha permitido incrementar 20MW en 2011 la capacidad del sistema fotovoltaico, manteniendo el crecimiento del año anterior.

El modelo elegido para incentivar el autoconsumo es muy parecido al danés, y se pueden acoger al balance neto las instalaciones de hasta 15kW. El mercado holandés es muy competitivo y se están desarrollando nuevas

formas de negocio, como la compra en común de electricidad por parte, por ejemplo, de vecindarios. Se prevé un rápido avance de estos sistemas y una reacción de las compañías eléctricas para adaptar su negocio y no perder clientes.

Bélgica

La política de energías renovables belga se lleva a cabo por los gobiernos regionales - excepto la referente a la energía eólica – bajo un marco común. La compra de “certificados verdes” al precio mínimo indicado por la ley es una de las obligaciones del operador de la red. A su vez, los suministradores de electricidad tienen la obligación de presentar estos certificados para probar que una cierta cuota de energía que llega a los consumidores procede de fuentes renovables. El valor de esta cuota está basado en las ventas de electricidad anuales de cada compañía eléctrica. Por su parte, el mercado fotovoltaico estuvo cerca de doblarse entre 2010 y 2011, pasando de los 1.044MW de capacidad a los 2.018MW.

Type	Brussels	Flanders	Wallonia
Biomass	20	80	65
Solar	150	450	65
Hydro	50	95	65
On-shore wind	50	80	65
Off-shore wind	90	N/A	N/A

Figura 34. Precio por certificado verde y región (€/Certificado verde). Fuente: SunEdison.

El autoconsumo por balance neto fotovoltaico está regulado para instalaciones de menos de 3kW desde 1998 para todo el país. Además, en la región de Flandes se aplica para todas las renovables desde 2004.

9.1.7. Resto del mundo.

Estados Unidos de América

El mercado fotovoltaico estadounidense registró un aumento récord de 1.855MW en 2011, impulsado en un 40% por proyectos realizados por compañías eléctricas. El 80% de las nuevas instalaciones se concentraron en New Jersey, Arizona, Nuevo Méjico, Colorado, Pensilvania y Nueva York. El sector residencial representa el 15%, pero típicamente las instalaciones son propiedades de empresas y no de los propios consumidores.

Tradicionalmente, el modelo americano de incentivos a las energías renovables es distinto al europeo. La fórmula usada depende en gran medida de cada Estado, pero en general consiste en una subvención a la inversión a través de exenciones tributarias, pero sin una tarifa en el tiempo como ocurre en gran parte de Europa. El tanto por ciento de energía consumida que debe ser de origen renovable depende de la normativa de cada Estado.

Sin embargo, en los últimos años se ha producido un giro hacia un modelo con subvenciones directas y tarifas de suministro (FiT) tanto a nivel federal como estatal y local. Se podría decir que Estados Unidos y Europa han seguido caminos opuestos. El autoconsumo por balance neto lleva años funcionando en EE.UU. y los cambios actuales van camino de complementarlo con subvenciones directas a las renovables, las tarifas "FiT". España, como parte del modelo europeo, lleva años desarrollando estas tarifas, y ahora se promueve la regulación del autoconsumo.

El balance neto en los Estados Unidos de América tiene su origen en 1978, aunque el modelo actual se rige por la "Energy Policy Act" de 2005. El siguiente mapa corresponde a Mayo de 2012, en el que 43 Estados más Washington D.C. y Puerto Rico participan de este sistema.

Tal y como se aprecia en la ilustración, los límites de potencia instalada, representados por los números en el mapa, difieren en gran medida según el Estado. Pueden ir desde los 40kW hasta los 80.000kW como en Nuevo Méjico; hay otros Estados en los que el límite se aplica al porcentaje de carga conectada y no a la potencia instalada, como es el caso de Arizona.

en función del consumo, y al superarse un tramo el siguiente se paga más caro.

Según la normativa existente en el sistema californiano, el “net metering” se estipula como un acuerdo entre la compañía y consumidor-generador al que pueden acogerse instalaciones solares fotovoltaicas y mini-eólicas de hasta 1MW. Además, el sistema permite conocer el momento del día y de la semana en que es utilizada la energía. Los periodos de facturación son de doce meses. Al final del mismo se calculan los cargos por el uso de la electricidad de la distribuidora –más otros gastos como el de distribución- y los créditos obtenidos por la energía exportada a la red. Con esa diferencia se calcula la deuda contraída con la distribuidora.

Hay tres modalidades distintas dentro de este esquema. La primera posibilidad, y más común, es la denominada “net energy metering”, por la cual si hay energía excedente en un periodo mensual, se genera un crédito para la siguiente factura – salvo para los gastos no energéticos-; si al final del ciclo anual se ha producido más energía de la consumida, el sistema incluye una compensación a final de año. El segundo modo es un programa piloto, el “virtual net metering”, por el que la electricidad de una sola instalación puede generar créditos para varios inquilinos en viviendas multifamiliares, sin que tenga que estar conectado físicamente a los medidores de cada propietario. Por último, el “renewable energy self-generation” permite a los consumidores transferir sus créditos a otra cuenta.

Hawaii

La isla de Hawai es un caso interesante por la posibilidad de compararlo con los sistemas extra-peninsulares en España, como las Islas Canarias. Las tecnologías autorizadas para el “net metering” son la fotovoltaica, eólica, biomasa y la pequeña y gran hidroeléctrica, a nivel residencial, comercial, y gubernamental – local, estatal y federal-. Tiene su origen en 2001 y actualmente el límite para estos sistemas es de 50kW para los clientes de la “Hawaiian Electric Company” y de la “Kasuai Island UtilityCooperative”, mientras que para aquellos de la “Hawaii Electric Light

Company” este valor se sitúa en los 100kW. Una orden de 2008 permitía desarrollar un número limitado de sistemas de entre 100kW y 500kW de capacidad, e incluso aún mayores si es económicamente razonable y práctico. Por su parte, “Kasuai Island UtilityCooperative” ha implementado un programa piloto de “Net Energy Metering” para instalaciones de hasta 200kW.

Los consumidores que producen más electricidad que la consumida durante un mes obtienen un crédito en kWh para la siguiente factura. Al final del periodo de doce meses estipulado, no se produce ninguna compensación económica para el excedente de electricidad – a menos que el acuerdo entre el cliente y la compañía eléctrica diga lo contrario -. Para el programa de “Net Energy Metering” antes comentado, los auto-consumidores reciben 0,20\$/kWh por ese excedente al final del periodo anual en un plazo de veinte años.

Canadá

El país canadiense no fue ajeno al aumento de la energía solar fotovoltaica en el mundo en el año 2011, creciendo en un 340%. Las regiones de Ontario, Quebec, Nueva Escocia, Manitoba y British Columbia cuentan con el sistema de balance neto para regular el autoconsumo.

En el caso de Ontario, está permitido a aquellos consumidores que generen electricidad a partir de fuentes eólica, solar, hidráulica y biomasa con equipos de hasta 500kW. En caso de que la generación sea mayor que el consumo, los créditos debido a los excesos solo pueden ser consumidos en un periodo de doce meses consecutivos. Lo mismo ocurre en New Brunswick, donde el límite de capacidad es de 100kW.

Méjico

El autoconsumo en Méjico se concibió para facilitar el almacenamiento de producción eólica y geotérmica. Para el caso fotovoltaico, se fomenta la captación de energía en regiones desérticas próximas. Existe una tarifa

especial de transmisión del uso de la red eléctrica pública si el consumidor posee parte de las instalaciones para la generación de electricidad. Como la fotovoltaica ya es competitiva en zonas con alta radiación, resulta especialmente útil a usuarios con amplios puntos de consumo, como es el caso de cadenas de supermercado, que se benefician de la tarifa de transmisión.

En general, las compañías deben dar prioridad a la energía generada a través de fuentes renovables, y realizar el balance de la energía suministrada y consumida. Para los consumidores cuyo intercambio de energía sea excedentario, se les abona una tarifa.

Brasil

El modelo utilizado por el país sudamericano difiere del europeo y el estadounidense. En él, el Gobierno lanza licitaciones de bloques de energías renovables por tecnología y acepta la de menor precio; esta subasta genera gran competencia. La tecnología fotovoltaica es aún muy incipiente, con solo 32MW de potencia instalada principios de 2012. El 17 de abril de 2012 la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) aprobó una ley destinada a fomentar la generación distribuida y el autoconsumo de las instalaciones de pequeña potencia. La norma distingue entre dos grupos: micro-generación (hasta 100kW) y mini-generación (de 100kW a 1MW).

La propia normativa crea el Sistema de Compensación de Energía (SCE), que regula el autoconsumo, y es aplicable a la energía de origen hidroeléctrica, solar, eólica, de biomasa y cogeneración. Cuando se genere más energía de la que se consuma se obtendrá un crédito, que puede ser utilizado en un periodo de 36 meses. Además, las empresas con filiales y las empresas públicas pueden utilizar el excedente en otra instalación. Los costes de ajuste del sistema para implementar el SCE corren a cargo de los consumidores. Posteriormente, es la distribuidora local quien se encarga del mantenimiento.

Chile

En 2011, Chile se sumó a la apuesta del autoconsumo por balance neto, por el que los consumidores se benefician de descuentos en su factura y reciben un ingreso por la producción neta que inyectan en la red de distribución. Su sistema de incentivos está basado en el caso australiano.

Japón

En 2005, Japón eliminó las ayudas directas a la fotovoltaica. En el régimen de autoconsumo, los excedentes generados pasaban a ser de la compañía distribuidora sin compensación alguna, por lo que el mercado solar cayó. En 2009, el Gobierno estableció una tarifa para esa electricidad excedentaria, que conllevó a que la potencia instalada se duplicara en 2010 siguiendo una tendencia creciente en 2011. El desastre nuclear de Fukushima en marzo de 2011 supuso un cambio estratégico en el país nipón, ya que la energía nuclear ocupaba un lugar predominante.

El esquema del autoconsumo es parecido al de los Estados Unidos, pero de ámbito municipal. Los auto-consumidores residenciales tienen un subsidio para la instalación. Además, las compañías eléctricas tienen la obligación de comprar el exceso de electricidad generada por las instalaciones fotovoltaicas durante un periodo de diez años. Se incentiva que los clientes auto-consuman durante los periodos donde el coste de la energía es más alto. Desde julio de 2012 cambian los precios de compra del balance neto por las nuevas tarifas (FiT). Consisten en el pago de 42¥/kWh para las instalaciones residenciales de menos de 10kW, mientras que las mayores de 10kW y los edificios no residenciales recibirán 40¥/kWh, por los 24¥/kWh de las instaladas antes de 2010.

Australia

El sistema de incentivos australiano difiere de los vistos anteriormente, y funciona a través de cuotas. El sistema obliga a las compañías eléctricas a que adquieran un determinado porcentaje de energía de fuentes renovables

no convencionales. También se utiliza la fórmula de los Certificados de Energía Renovables (CER), que son bonos de energía generada por fuentes renovables. Para las compañías, estos bonos son más rentables que una posible multa por no alcanzar la cuota determinada. Por este mecanismo las compañías eléctricas pueden comprar más CER de los necesarios y usarlos en un futuro. La crítica que se hace a este sistema es la incertidumbre que genera dada la fluctuación constante de los precios.

Se aplica en algunos Estados, en los que como incentivo se paga la energía inyectada por los auto-consumidores a un precio más alto. En Victoria, desde 2009 la energía excedentaria se paga tres veces más que el precio de la electricidad en el mercado residencial. Algo parecido ocurre en Queensland desde 2008 con un sistema de bonos solares.

Tailandia

En Tailandia existe un programa para los productores de energía muy pequeños, el VSPP (“Very Small Power Producer”). La remuneración recibida es la suma de una tarifa de suministro en función del volumen, más una cantidad media por inyectar energía a la red, más otras compensaciones en función de la tecnología o la localización geográfica.

Namibia

Un caso distinto de autoconsumo es el de Namibia, en el que se fomenta el autoconsumo sin conexión a la red. Esto se debe a su baja densidad de población y el alto coste de la expansión de la red. Para los consumidores sin acceso a la red, el Gobierno creó un plan específico a través de negocios de energía. Se busca un beneficio para el consumidor y para toda la sociedad permitiendo al generador auto-consumir o vender electricidad a sus clientes. Los propietarios son provistos de préstamos para la compra de sistemas fotovoltaicos y suelen ofrecer servicios de carga de móviles o enfriamiento de comida y bebida para vender.

9.1.8. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en España.

España se sitúa como el segundo país a nivel mundial, tras Alemania, en potencia instalada. La potencia total acumulada en el año 2010 alcanzó los 3.787 MW.

A continuación se muestra la evolución de potencia instalada anualmente y la total acumulada en España conectada a red hasta 2010.

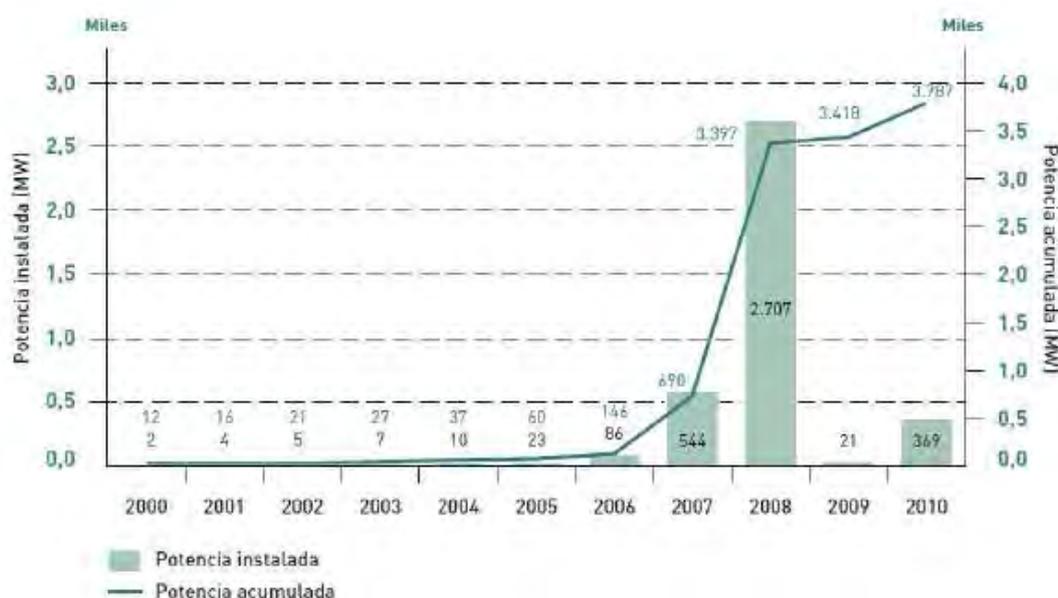


Figura 36. Potencia instalada y acumulada por año en España. Fuente. REE. www.ree.es.

España es uno de los países con más horas de irradiación solar en todo el Mediterráneo. La mayor parte de su territorio, excluyendo Canarias, recibe más de 2.500 horas de sol al año. Sin embargo, en la Península no se aprovecha como cabría esperar esta bendición climatológica para convertirla en energía. En el polo opuesto, Alemania, país con mucho menos sol, es el líder mundial en la producción de esta energía. Cada año,

el Sol arroja sobre la Tierra 4.000 veces más energía que la que se consume. El objetivo marcado por la UE es lograr que en el 2020 el 20% del consumo energético proceda de renovables, un gran beneficio individual y colectivo.

9.1.9. Situación de la fotovoltaica en el marco legal vigente.

Como cualquier otro tipo de tecnología nueva, las instalaciones fotovoltaicas han tenido que atravesar dificultades, no sólo económicas y técnicas sino también de aceptación sociocultural, hasta llegar a la situación actual de desarrollo. En particular, el modelo de instalación fotovoltaica con conexión a red ha tenido que subsistir mediante incentivos económicos hasta que el gobierno a través de un decreto-ley suspendió de forma temporal las primas de nuevas instalaciones de régimen especial.

Los continuos cambios en la estrategia energética del país y, sobre todo, los continuos rumores que siguen rodeando el sector hacen frágil este tipo de tecnología. La intención del gobierno no parece ser otra que forzar a la industria renovable y, en particular a la fotovoltaica, a aproximar los costes de producción de un kWh por medios renovables a un kWh producido por energías convencionales mediante la reducción continuada de las primas.

La consecución de los objetivos previstos en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 para la tecnología eólica y las tecnologías solar termoeléctrica y fotovoltaica, ha puesto de manifiesto un desequilibrio entre los costes de producción y el valor de las primas, suponiendo un incremento del sobrecoste para el sistema en concepto de estas para las tecnologías solares.

Con el objetivo de acotar el incremento del déficit tarifario se fueron sucediendo cambios a nivel legislativos (RD 6/2009 de 30 de abril , RD 14/2010) pero las medidas adoptadas no han resultado ser suficientes.

No hay duda de que el déficit tarifario constituye en sí mismo una barrera para el desarrollo estable del sector en su conjunto y en particular para la

continuación de las políticas de fomento a la producción eléctrica a partir de fuentes de energía renovable y alta eficiencia.

Con este escenario y teniendo en cuenta que la capacidad de generación instalada en estos momentos parece ser suficiente para asegurar la cobertura de la demanda prevista para los próximos años, el gobierno no ve imprescindible en estos momentos continuar con las trazas anuales de implantación de estas tecnologías para lograr al final de la década los objetivos previstos.

A todo esto, la compleja situación económica y financiera parece haber promovido la supresión los incentivos para la construcción de estas instalaciones, con carácter temporal, al menos hasta la solución del principal problema que amenaza la sostenibilidad económica del sistema eléctrico, que no es otra que el déficit tarifario del sistema eléctrico.

En la página web del Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (www.idae.es) nos podíamos encontrar con que *“El Gobierno suspende de forma temporal las primas de nuevas instalaciones de régimen especial.*

Dada la crisis económica y la situación del sistema eléctrico, que arrastra un elevado y creciente déficit de tarifa que amenaza su sostenibilidad, el Consejo de Ministros aprobó un Real Decreto Ley para suspender temporalmente los procedimientos de pre-asignación de retribución renovable y suprimir, también con carácter temporal, los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, residuos y cogeneración.

La compleja situación económica y financiera aconseja la supresión de los incentivos para la construcción de estas instalaciones, con carácter temporal, mientras se pone en marcha una reforma del sistema eléctrico que evite la generación de déficit tarifario, esto es, la diferencia entre los ingresos procedentes de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica y los costes de las actividades reguladas del sistema. Las medidas emprendidas hasta la fecha no han resultado suficientes para corregir este déficit, que constituye una barrera para el

adecuado desarrollo del sector en su conjunto y, en particular, para la continuación de las políticas de fomento a la producción eléctrica a partir de fuentes de energía renovable. El Gobierno mantiene su apuesta firme por las energías renovables como parte indispensable del mix energético de nuestro país. En 2011, un 93% de la potencia instalada fue de origen renovable y estas instalaciones cubrieron un 33% de la demanda eléctrica, lo que convierte a España en uno de los países más avanzados en este sentido. Sin embargo, mantener el actual sistema de retribución no es compatible con la situación actual de crisis económica y de descenso de la demanda por lo que, mientras se reforma el sistema y se avanza hacia un marco retributivo renovable que promueva una asignación eficiente de recursos, se procede a paralizar temporalmente el sistema retributivo”.

En este contexto y ante la fragilidad legislativa evidente que sufre el sector no deja de ser muy sorprendente el hecho de que un tipo de energía como la fotovoltaica con una producción fácilmente gestionable y segura, así como sostenible medioambiental y estratégicamente hablando no esté fuertemente sustentada, no sólo de cara a los nuevos promotores, sino también, para aquellos acogidos a anteriores regímenes de bonificación (constantes rumores de retroactividad).

Bien es cierto que desde el pasado 18 de Noviembre de 2011 ya está disponible el borrador de Real Decreto que regulará el sistema de Autoconsumo Fotovoltaico de modo que cualquier ciudadano podrá ser productor de energía eléctrica para su propio consumo. (*Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.*)

Hasta ahora, la legislación vigente fomentaba la instalación de sistemas fotovoltaicos en edificaciones, pero obliga a inyectar la producción a la red y comprar luego la electricidad en las comercializadoras.

Entre todos los conceptos y detalles más destacables del borrador podemos destacar:

- 1- Se introduce el concepto de mecanismo de compensación diferida o de balance neto que se define como aquel sistema de compensación

de saltos de energía de manera instantánea o diferida que permite a los consumidores la producción individual de energía para su propio consumo con el objetivo de compatibilizar su curva de producción con la propia de demanda. Este sistema es especialmente interesante para las instalaciones de generación eléctrica con fuentes renovables no gestionables, como eólica o solar, ya que les permite adecuar la producción al consumo sin la necesidad de acumulación. El sistema de balance neto se podrá aplicar a cualquier tecnología renovable de generación eléctrica.

- 2- Este escenario facilitará la llegada de la paridad de red para las energías renovables, entendiendo como paridad de red en el punto de indiferencia entre la compra de energía eléctrica al sistema y la producción individual de la misma para el propio consumo. En el momento que se alcance este punto, para el consumidor, el coste de producción individual de energía para el propio consumo será igual al precio de referencia de la electricidad consumida de la red, de modo que el coste de oportunidad del consumidor será nulo.
- 3- Ámbitos de aplicación: El Real Decreto será de aplicación a los consumidores de energía eléctrica de potencia contratada no superior a 100 kW por punto de suministro o instalación, que instalen en su red interior una instalación de generación de energía eléctrica destinada a su propio consumo.
- 4- Gestión de la energía excedentaria: El consumidor, acogido a la modalidad de balance neto cederá a la comercializadora la energía generada que no puede consumir. Esta cesión no supondrá ninguna contraprestación económica, pero generará un derecho de consumo diferido por lo que se podrá consumir la energía inyectada a red durante los doce meses posteriores a su producción.

Así pues, todo apunta a que el autoconsumo puede ser una buena solución a la problemática actual tanto para el consumidor final como para el propio sistema eléctrico en su conjunto, además de ser la solución para el desarrollo fotovoltaico. Por eso este proyecto en cuestión se ha orientado hacia al autoconsumo.

9.1.10. La normativa legal del Autoconsumo Fotovoltaico en España.

La normativa actual que regula el autoconsumo fotovoltaico se encuentra recogida de forma dispersa en la *Ley 54/1997*, en el *Real Decreto 661/2007*, en el *Real Decreto Ley 1/2012*, en el *Real Decreto 1955/2000*, en el *Real Decreto 1699/2011*, en el *Real Decreto 842/2002*, y en el *Real Decreto 1110/2007*.

En relación a la Ley 54/1997.

De esta ley hay que destacar:

- El artículo 1.1 titulado “Del Objeto” que señala que: “La presente Ley regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica, consistentes en su generación, transporte, distribución, servicios de recarga energética, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.”

- El artículo 9, titulado “De los Sujetos”. En relación a este artículo ha sido modificado por el Real Decreto Ley 13/2010 el pasado mes de marzo de 2010.

1- Este artículo señala que: “Las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica a que se refiere el artículo 1.1 de la presente Ley serán desarrolladas por los siguientes sujetos:

2- Los productores de energía eléctrica, que son aquellas personas físicas o jurídicas que tienen la función de generar energía eléctrica, ya sea para su consumo propio o para terceros.

- El artículo 27 que establece que corresponde al Régimen Especial, la actividad de producción eléctrica a partir de energías renovables.

En relación al Real Decreto 661/2007.

1- De esta normativa hemos de destacar los derechos y obligaciones de los productores del Régimen especial.

2- En esta línea el artículo 9 establece la obligatoriedad de inscribir las instalaciones de autoconsumo en el RAIPRE (Registro Administrativo de Instalaciones Productoras en Régimen Especial). Ello se realiza a través de los procedimientos establecidos por parte de las Comunidades Autónomas.

3- Asimismo cabe destacar su artículo 17 que establece el derecho a inyectar energía eléctrica a la compañía distribuidora y percibir una retribución económica por la venta de la misma.

4- Y finalmente de este Real Decreto 661/2007, destaca su artículo 24 que establece los mecanismos posibles de venta.

5- En este sentido el artículo 24.1.a establece la venta a tarifa y el artículo 24.1.b, establece la venta operando en el mercado eléctrico (pool, contratos bilaterales).

En relación al Real Decreto Ley 1/2012 (el de la moratoria).

De esta normativa destaca el contenido que señala que continua vigente el mecanismo de venta del Real Decreto 661/2007 de su artículo 24.1.b.

En relación al Real Decreto 1955/2000.

- 1- De esta normativa es importante destacar la concerniente al derecho de acceso a red.
- 2- Así en su artículo 60 se establece el derecho de acceso a la red de distribución por parte de productores, y auto-productores.
- 3- Asimismo cabe destacar su artículo 62 que se refiere a la solicitud al gestor de red de distribución de la zona.
- 4- Respecto de la prestación de avales hay que estar en esta normativa al artículo 66 bis, que ha sido modificado por el Real Decreto 1699/2011 en noviembre 2011.
- 5- Es importante señalar que se necesita presentar previamente uno para solicitar el acceso a la red de 20 €/kW para instalaciones fotovoltaicas de hasta 100 kW y de 500 €/kW para mayores de 100 kW.

En relación al Real Decreto 1699/2011, al Real Decreto 842/2002, y al Real Decreto 1110/2007.

- 1- Estas tres normativas, y por orden, hacen referencia a la conexión a red, a las medidas y a las protecciones.

- 2- Respecto al Real Decreto 1699/2011, hemos de tener en cuenta la conexión a red para instalaciones de pequeña potencia. Sólo es posible proyectar instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo de hasta 100 kW.

- 3- Este Real Decreto 1699/2011 hace referencia a la necesidad de su conexión en red interior, y contar con los contadores bidireccionales.

- 4- En cuanto al Real Decreto 842/2002, que se trata del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprueba, entre otras, la ITC-BT-40 que prevé en su artículo 4.3.3 que si no se inyecta electricidad a la red no es necesario el contador.

- 5- Y por último es importante destacar el Real Decreto 1110/2007, denominado Reglamento Unificado de Puntos de Medida.

10. Soluciones comerciales para el autoconsumo.

La bajada en el coste de las instalaciones solares fotovoltaicas, junto al incremento del coste de la energía eléctrica soportado por los consumidores finales en los últimos años, ha acelerado la llegada de la paridad con la red en muchas regiones del mundo.

Se van estableciendo sinergias entre el conocimiento de la medida, gestión y mejora de la calidad de la energía eléctrica con el aprovechamiento de los recursos renovables que la producen, y se ha diseñado las soluciones para integrar la generación distribuida en la red mediante aplicaciones para autoconsumo tanto instantáneo como diferido para aplicaciones industriales, edificios de servicios e incluso residenciales.

10.1. Una solución adaptada para cada necesidad.

Dado que cada consumidor presenta una curva de demanda diferente así como singularidades respecto a la disponibilidad de acceso a la red.

Se han ha diseñado diferentes soluciones que se adaptan a cada situación para ofrecer una buena gestión del recurso solar, optimizando la eficiencia, simplificando la gestión y permitiendo el mayor ahorro de coste posible.

Las soluciones ofrecidas quedan agrupadas en dos categorías, en función de la relación temporal que se establece en cada caso entre la producción solar y el consumo de electricidad:

- 1- Autoconsumo instantáneo o directo, sin acumulación.
- 2- Autoconsumo diferido con acumulación.
- 3- Instalaciones aisladas de la red.
- 4- Instalaciones con acoplamiento DC a la red.
- 5- Instalaciones con acoplamiento AC a la red.

10.2. Autoconsumo instantáneo con control sobre la inyección a red.

Ideal para aquellos edificios con un consumo eléctrico significativo en horas diurnas. Los controladores CDP(Control Dinámico de Potencia), ajustan, en todo momento, la potencia máxima de producción de los inversores fotovoltaicos a la potencia que se consume en el edificio.

De esta forma se puede asegurar, por ejemplo, la no inyección de excedentes energéticos a la red, o bien la inyección de la fracción de potencia que permita la legislación de cada país.

Este tipo de instalaciones solares permite, en muchos países, la asimilación del sistema fotovoltaico en edificios como parte inherente de su red eléctrica interior, convirtiéndose en un elemento de ahorro energético y no como una central de generación de energía que requiera ciertas capacidades de evacuación a la red a la que se haya conectada.

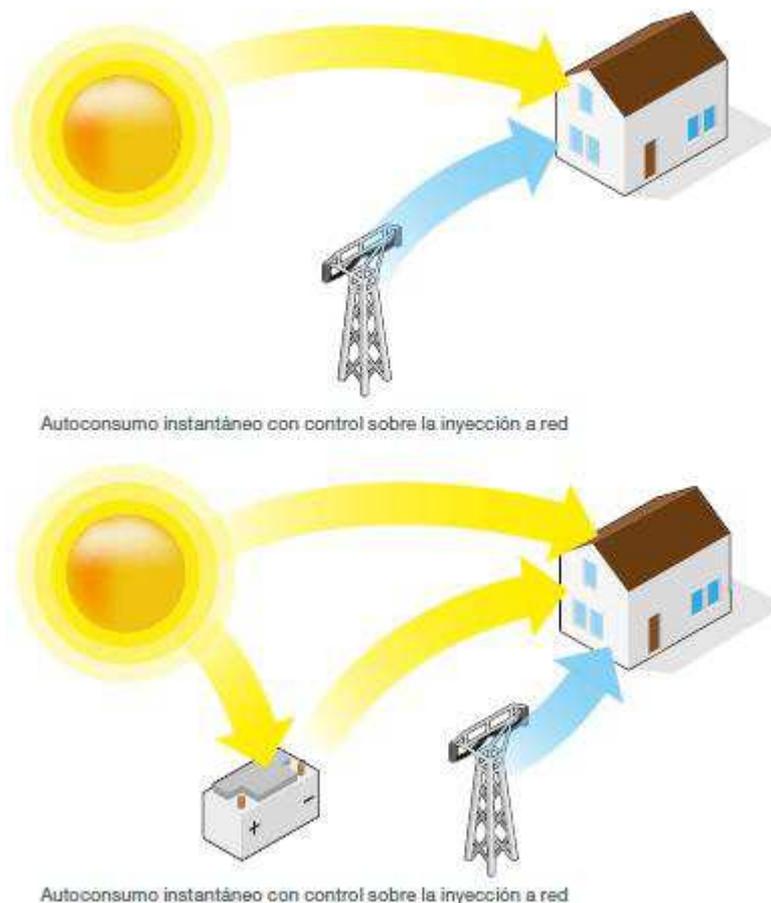


Figura 37. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com.

10.3. Autoconsumo diferido con acumulación de energía.

Necesaria para aquellos edificios con un consumo eléctrico principal en las horas nocturnas o de baja radiación.

10.3.1. Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

Permite electrificar lugares con difícil acceso a la red de distribución eléctrica atendiendo las necesidades energéticas de diferentes tipologías de consumo (residencial, agrícola, turismo, etc.).

Las soluciones aisladas de la red ofrecen un suministro eléctrico de calidad para cualquier uso energético habitual, iluminación, electrodomésticos, equipos de potencia, ..., tanto en aplicaciones monofásicas como trifásicas.

La generación híbrida solar –diesel dependiendo de las características del consumo, la gestión inteligente de la acumulación y de la demanda permiten mejorar el rendimiento de la instalación y minimizar el uso del grupo electrógeno de apoyo.

10.3.2 Instalaciones con acoplamiento DC a la red

Los edificios, conectados a la red, pueden mejorar su grado de autoabastecimiento solar intercalando un elemento acumulador de la energía excedentaria en horas de fuerte insolación para su consumo posterior.

En estos sistemas, el control de la carga y descarga de la batería juega un papel crucial ya que gestiona los flujos de energía entre todos los elementos de la instalación. De esta forma, el sistema auto consume de forma directa durante el día, almacena los excedentes diurnos en la batería y, finalmente reduce el consumo de la red en horas de baja insolación mediante la descarga de la batería.

10.3.3. Instalaciones con acoplamiento AC a la red.

Los edificios, conectados a la red y que ya disponen de un sistema de generación fotovoltaico pueden desviar parte de la producción solar para ser consumida en horas de baja insolación.

En estos sistemas, el control de la carga y descarga de la batería permite reducir o incluso eliminar los excedentes diurnos que puedan ser exportados a la red, así como rebajar las puntas de potencia requeridas a la propia red mediante la inyección de potencia procedente del sistema de acumulación.

10.4 Autoconsumo instantáneo con inyección cero.

10.4.1 Descripción.

Kits para instalaciones conectadas a red.

Los kits fotovoltaicos para sistemas con conexión a red, contienen todos los elementos necesarios para auto-consumir la energía solar de forma instantánea, en el momento que es generada, garantizando en todo el momento la no inyección a red de excedentes.

Estos kits incluyen:

- 1- Módulos fotovoltaicos.
- 2- Estructura de Aluminio anodizado y anclajes.
- 3- Inversor de potencia para conexión a red.
- 4- Control dinámico de potencia CDP.
- 5- Protección contra sobre tensiones CC y CA.

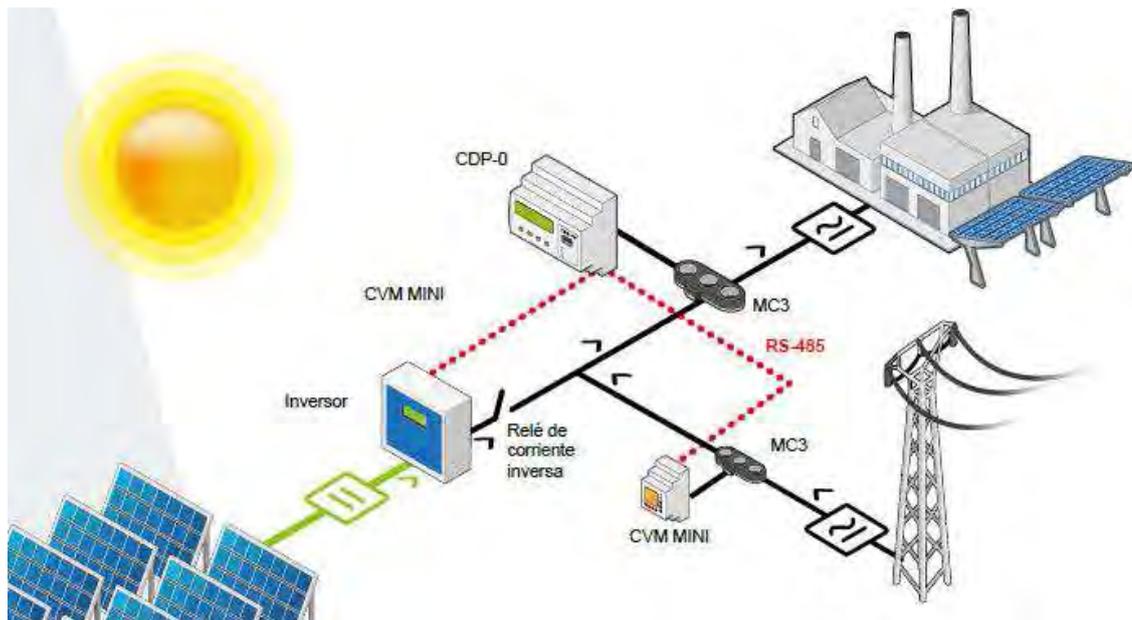


Figura 38. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com

10.4.2 Ventajas de los kits.

- 1- Facilidad de organizar el pedido a través de un único código y proveedor.
- 2- Compatibilidad entre todos los componentes asegurada.
- 3- Monitorización remota (vía servidor web incorporado en el CDP) y almacenamiento histórico de datos.
- 4- Medición de flujos de energía de la instalación.
- 5- Componentes de máxima calidad.
- 6- Compatibilidad con armarios pre configurados (Combiner Box) que facilitan el montaje de la instalación.
- 7- Posibilidad de dimensionar variantes a las referencias listadas de los kits para otras potencias y configuraciones(bajo pedido)
- 8- Opción de adaptar las referencias listadas para tipologías de red (configuración internacional, certificación UL) con distintos niveles de tensión y frecuencia.



Figura 39. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com

10.5. Autoconsumo instantáneo o diferido con inyección cero.

10.5.1 Descripción.

Las marquesinas solares están integradas por una sólida estructura de acero mecanizada, soldada y galvanizada que permite integrar el campo de generación fotovoltaico optimizando el uso del terreno, garantizando la seguridad de la instalación y con un agradable diseño.

La energía proporcionada por el generador solar fotovoltaico de la marquesina se puede combinar para alcanzar diferentes usos energéticos:

- Autoconsumo instantáneo conectado a la red interior del edificio.
- Autoconsumo aislado de la red mediante la alimentación de un sistema de recarga de baterías.

- Alimentación de cualquiera de los sistemas de recarga de vehículo eléctrico mediante la combinación con una estación inteligente.

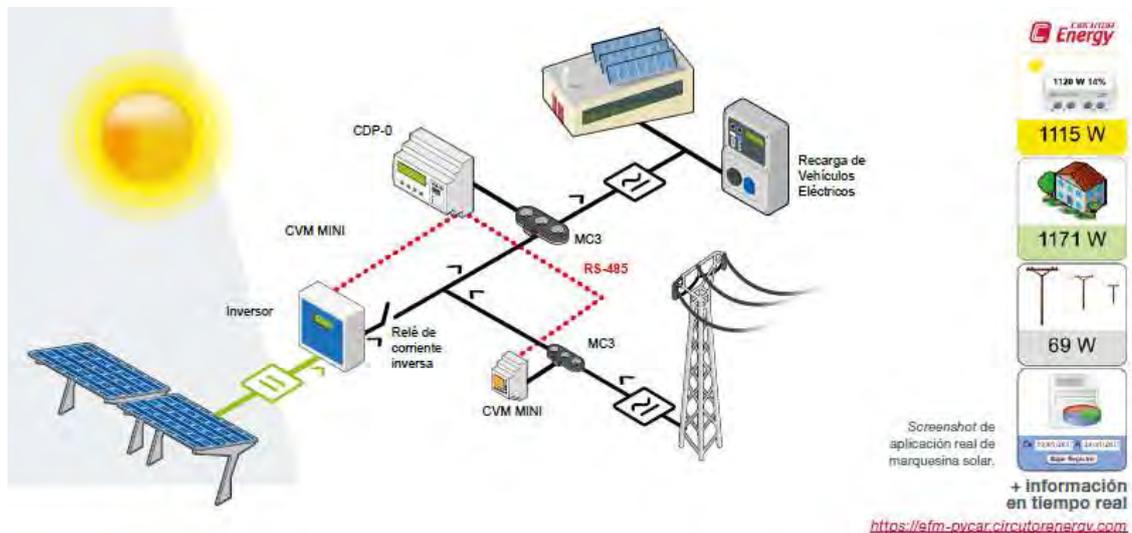


Figura 40. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com

10.5.2 Ventajas de los kits

- Generación de energía solar en lugares donde no se dispone de tejado o superficie libre para colocación de los módulos solares.
- Mitigar el efecto de consumo punta en sistemas de recarga de vehículos.
- Monitorización remota (vía servidor web incorporado en el CDP) y almacenamiento histórico de datos.
- Medición de flujos de energía de la instalación y posibilidad de integración en sistemas de gestión de la energía de los edificios mediante aplicación en Power Studio Scada.
- Componentes de máxima calidad.
- Facilidad de montaje.
- Solución modular, fácilmente adaptable a disponibilidad de plazas de aparcamiento.



10.6. Autoconsumo diferido aislado de red.

10.6.1 Descripción.

Los kits fotovoltaicos para sistemas aislados de la red contienen un conjunto de dispositivos necesarios para auto-consumir energía de forma autónoma, en sistemas aislados de la red de distribución.

El kit contiene los siguientes dispositivos:

- 1- Módulos fotovoltaicos.
- 2- Estructura de aluminio anodizado y anclajes.
- 3- Regulador de carga MPPT (en función de la referencia elegida).

- 4- Inversor o Inversor-Cargador dual (en función de la referencia elegida)
- 5- Banco de baterías de plomo-acido de gel sin mantenimiento.
- 6- Sensor de temperatura para baterías.
- 7- Dispensador de energía diaria disponible Dispenser BII.
- 8- Protección de sobretensiones CC y CA.

10.6.2. Ventajas de los kits.

- 1- Los kit fotovoltaicos y todos sus componentes implican una única referencia de pedido, lo que genera ahorros en logística de compras.
- 4- Mínimo mantenimiento de la instalación solar, fiabilidad y facilidad en el montaje.
- 5- Posibilidad de monitorización web remota y almacenamiento de histórico de datos.
- 6- Posibilidad de dimensionar las referencias de los kits para configuración trifásica.

10.7. Autoconsumo diferido con acumulación. Acoplamiento DC.

Los sistemas fotovoltaicos están formados, generalmente, por varios circuitos de generación en CC independientes, en función de los seguidores MPPT que dispongan los diferentes inversores que integran el conjunto.

Estos circuitos deben ser protegidos frente a sobre corrientes y/o sobre tensiones.

Igualmente, las conexiones a la red de CA para evacuación de cada inversor deben ser protegidas frente a defectos de tierra y cortocircuitos.

Los combiners Box CDP CB agrupan los elementos de conexionado y de protección eléctrica necesarias tanto en CC como en CA en un solo armario pre ensamblado y cableado en origen.

Además de las protecciones, la gama CDP CB incorpora los equipos de control de la inyección a red CDP así como los equipos auxiliares de medida CVM-Mini y de protección redundante de desconexión de la generación en caso de detección de corriente inversa a la red.

La gama CDP CB de combiner box está diseñada para complementar la familia de kits de autoconsumo con inyección a la red.

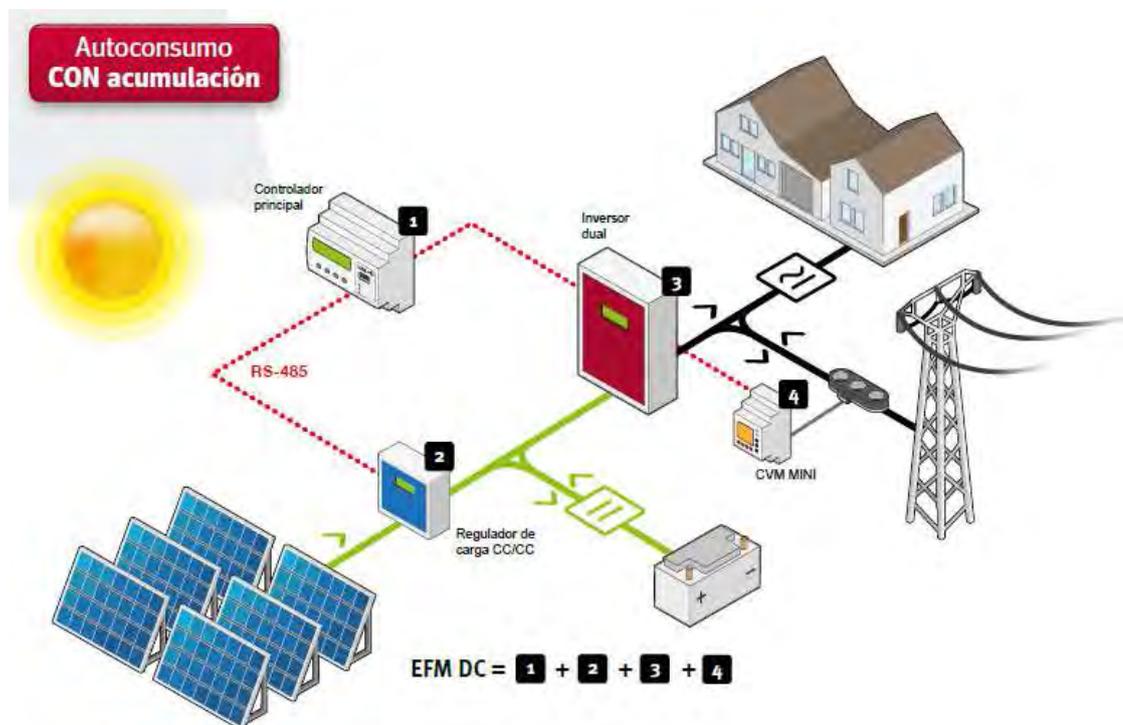


Figura 41. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com

10.7.1. Elementos internos.

- 1- Ondulador bidireccional.
- 2- Control y supervisión de baterías.
- 3- Conexión a red a través de relé de transferencia.
- 4- Control anti-isla.
- 5- Monitorización y registro de datos vía Internet.

10.7.2 Aplicaciones.

- 1- Autoconsumo con acumulación asistido por red.
- 2- Alimentación de cargas aseguradas.
- 3- Control del coste de la energía.
- 4- Soporte a redes débiles.
- 5- Instalaciones autónomas aisladas de la red.

10.8. Autoconsumo diferido con acumulación. Acoplamiento AC.

Esta solución está especialmente indicada para aquellos edificios que ya disponen de una instalación fotovoltaica conectada a red para venta de energía en la que se desea desviar parte de la producción para ser consumida cuando decrezca la radiación solar.

En estos sistemas, el supervisor modula al inversor cargador con el objetivo de conseguir reducir al máximo el intercambio de energía con la red.

Carga la batería en función del excedente en horas diurnas y descarga la batería en función del consumo en horas de baja o nula insolación.

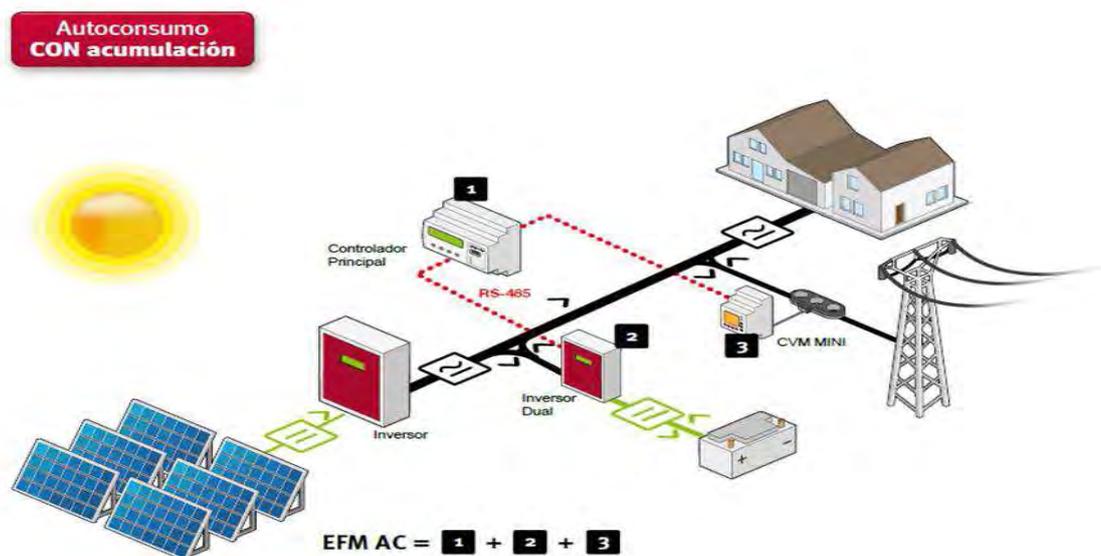


Figura 42. Fuente: Circuitor,S.A. www.circuitor.com

10.8.1. Elementos internos.

- 1- Ondulador bidireccional.
- 2- Control y supervisión de baterías.
- 3- Conexión a red a través de relé de transferencia.
- 4- Control anti-isla.
- 5- Monitorización y registro de datos vía Internet.

10.8.2. Aplicaciones.

- 1- Autoconsumo con acumulación asistido por red.
- 2- Alimentación de cargas aseguradas.
- 3- Control del coste de la energía.
- 4- Soporte a redes débiles.
- 5- Instalaciones autónomas aisladas de la red.
- 6- Autoconsumo con acumulacion asistido por red.
- 7- Alimentacion de cargas aseguradas.
- 8- Control del coste de la energia.
- 9- Soporte a redes debiles.
- 10-Instalaciones autonomas aisladas de la red.

10.9. Combiner Box para protección y gestión de instalaciones solares.

10.9.1 Descripción.

Los sistemas fotovoltaicos están formados por varios circuitos en DC separados entre sí, pero que deben ser combinados en un único circuito antes de la transformación en AC para poder utilizar esta potencia e inyectarla a la red eléctrica, o bien, utilizarla para el consumo interno de una vivienda o edificio.

Para ello, se utilizan los *combiner box*, que son armarios de conexiones que agrupan los diferentes *strings* provenientes de los paneles fotovoltaicos.

Las *combiner box* CDP CB, agrupan todas las protecciones eléctricas necesarias tanto en DC como en AC, de tal forma que el usuario tenga todo en un solo armario.

Además de las protecciones, la gama CDP CB incorpora un CDP-0, lo cual garantiza al usuario la posibilidad de gestionar la inyección cero a la red eléctrica e incluso un analizador de redes CVM-MINI para realizar la medida de los consumos eléctricos.

Las *combiner box* CDP CB permiten disponer de un servidor web, al cual el usuario puede conectarse para realizar una monitorización tanto del consumo eléctrico, como de la generación de la instalación.

La gama está diseñada para complementar la gama de kits de autoconsumo con inyección cero a red.

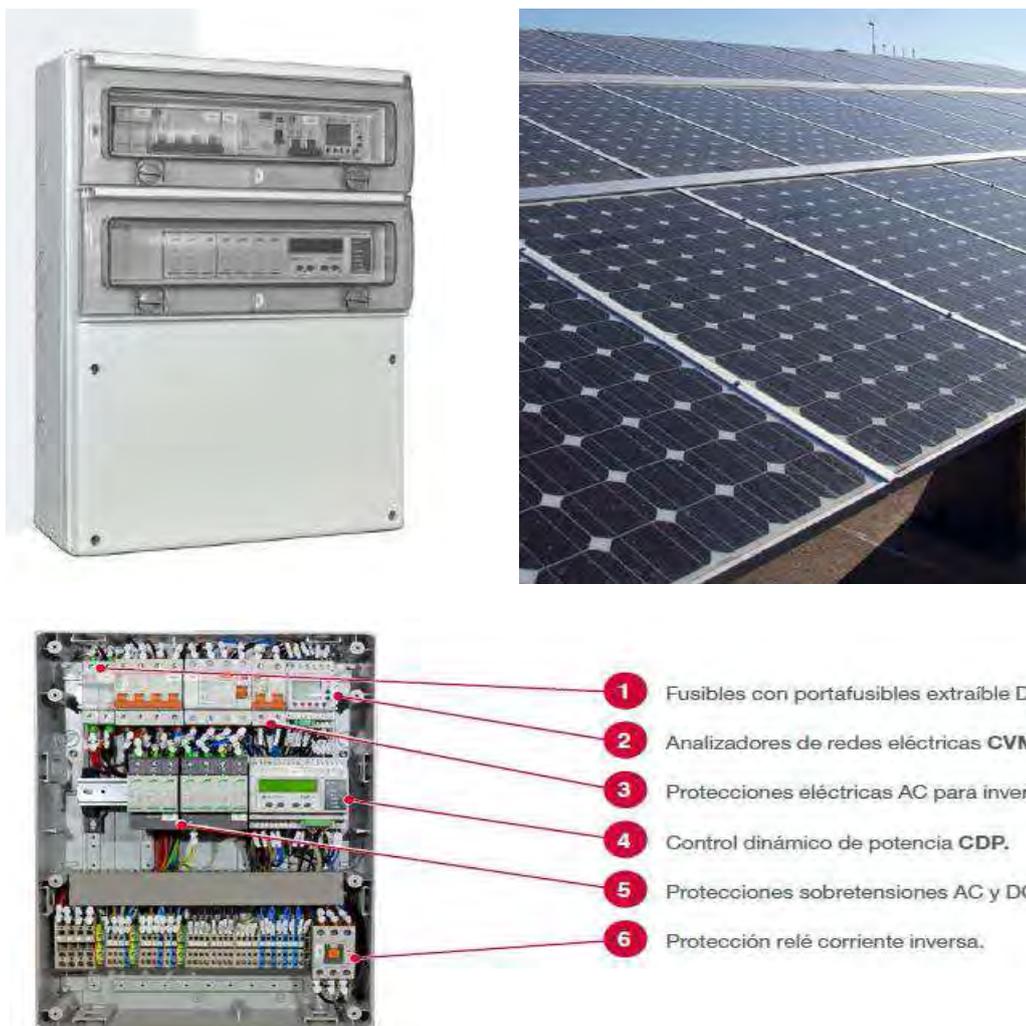


Figura 43. Fuente: Círculo, S.A. www.circulo.com

10.10. Autoconsumo instantáneo.

Hoy en día, gracias a lo establecido en el Real Decreto 1699/2011, se permite la instalación de un sistema fotovoltaico en la instalación interior de un propietario, posibilitando el autoconsumo.

Como norma general, la energía suministrada por una instalación fotovoltaica se inyecta principalmente a la red pública. Los equipos consumidores solo pueden utilizar directamente para su suministro una parte de esa energía.

Esa parte de energía fotovoltaica que se utiliza directamente es el autoconsumo instantáneo o autoconsumo sin acumulación.

El alcance del autoconsumo instantáneo depende de las dimensiones de la instalación fotovoltaica y del perfil de carga característico, es decir, del momento y de la cantidad de energía que consume el hogar, negocio o industria.

Perfil diario de una instalación fotovoltaica, de su consumo y del autoconsumo instantáneo

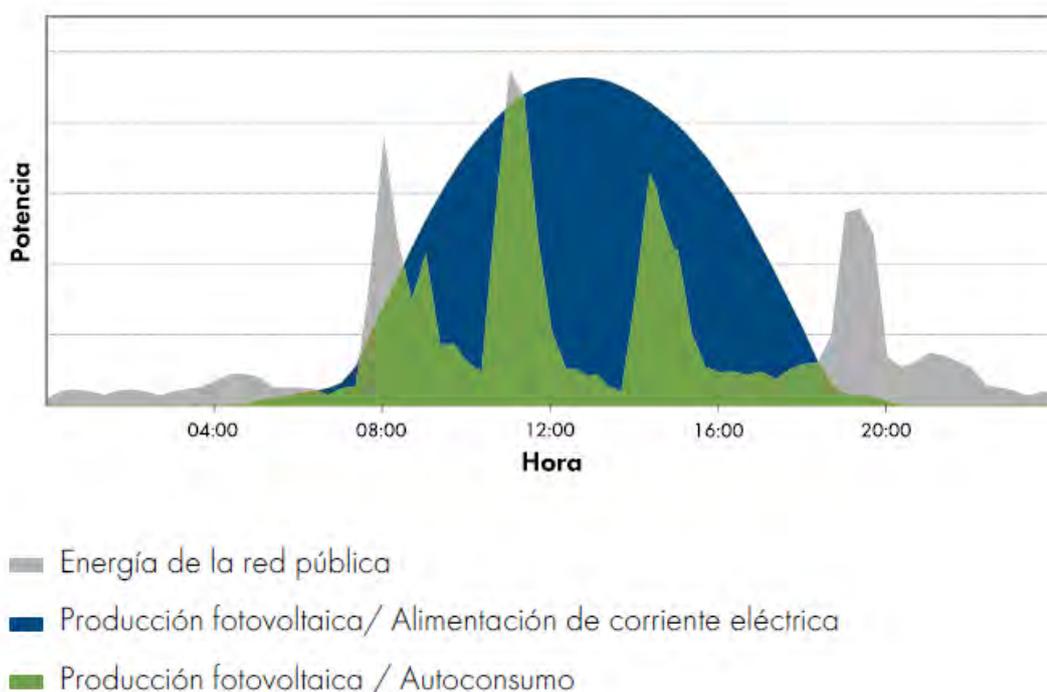


Figura 44. Fuente: SMA Solar Technology AG. www.SMA-Iberica.com.

Mediante el autoconsumo de energía fotovoltaica, las instalaciones fotovoltaicas pueden reducir el consumo de corriente de la red y, con ello, descargar la red pública.

Además, el consumo de energía eléctrica en el lugar en el que se genera evita pérdidas por transferencia.

De igual modo, adaptando el perfil de carga al degeneración se pueden utilizar los equipos eléctricos específicamente en los momentos de mayor producción fotovoltaica, lo que conduce a una optimización del autoconsumo.

10.10.1. Autoconsumo con acumulación.

Consiste en el almacenamiento de la energía fotovoltaica sobrante con el fin de suministrar a los equipos consumidores con un desfase en las horas de la tarde y la noche.

En un hogar medio con un diseño estándar de los componentes del sistema con almacenamiento la cuota de autoconsumo podría alcanzar en torno al 55 %.

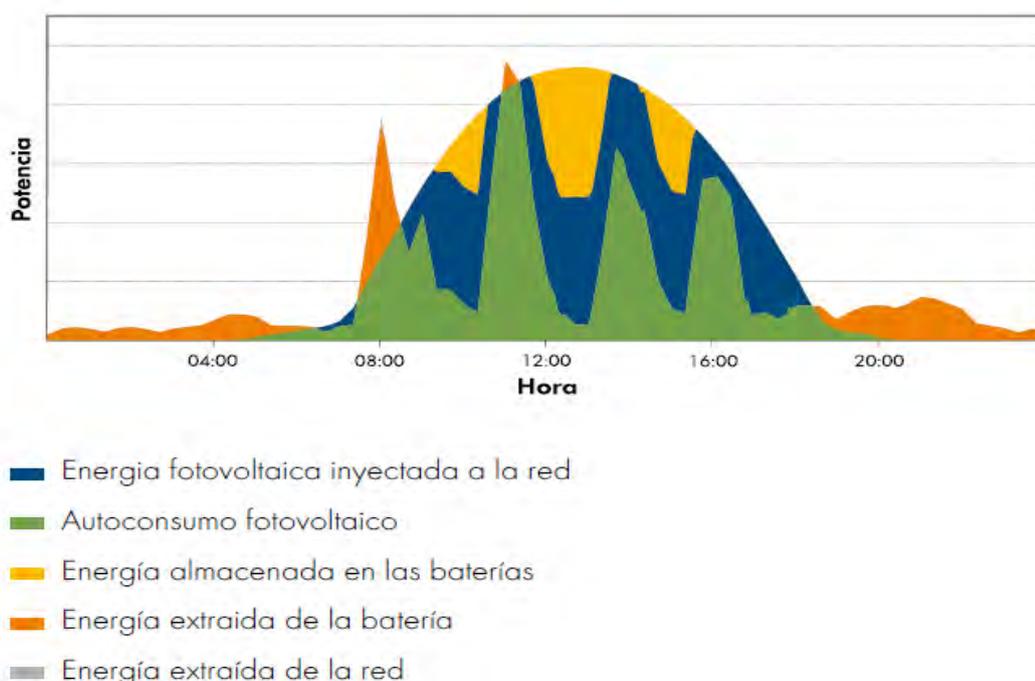


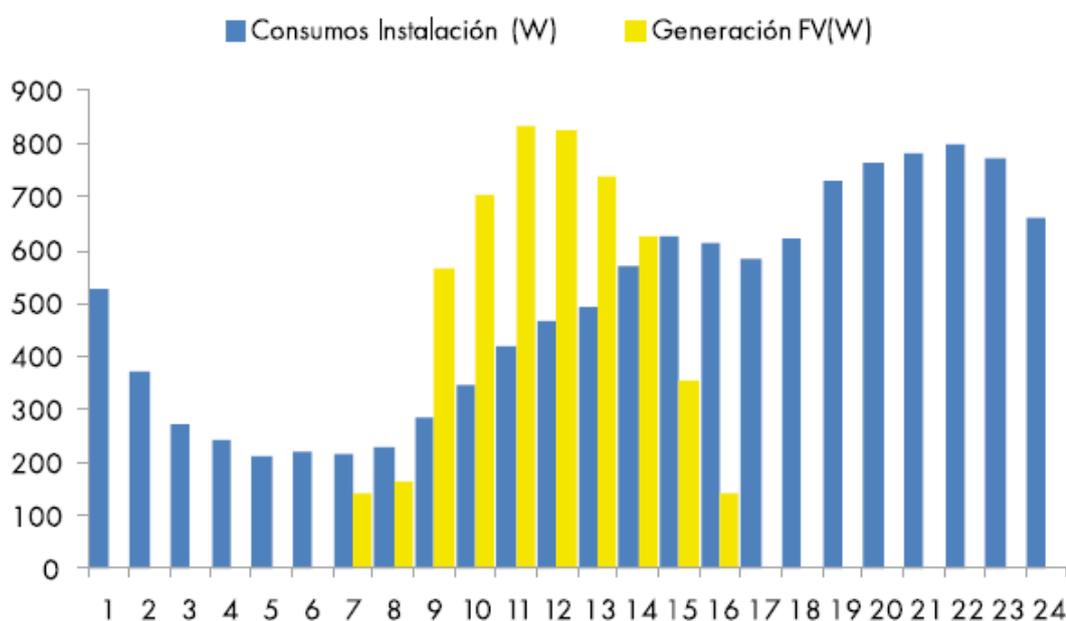
Figura 45. Fuente: SMA Solar Technology AG. www.SMA-Iberica.com.

10.10.2. Perfiles de consumo.

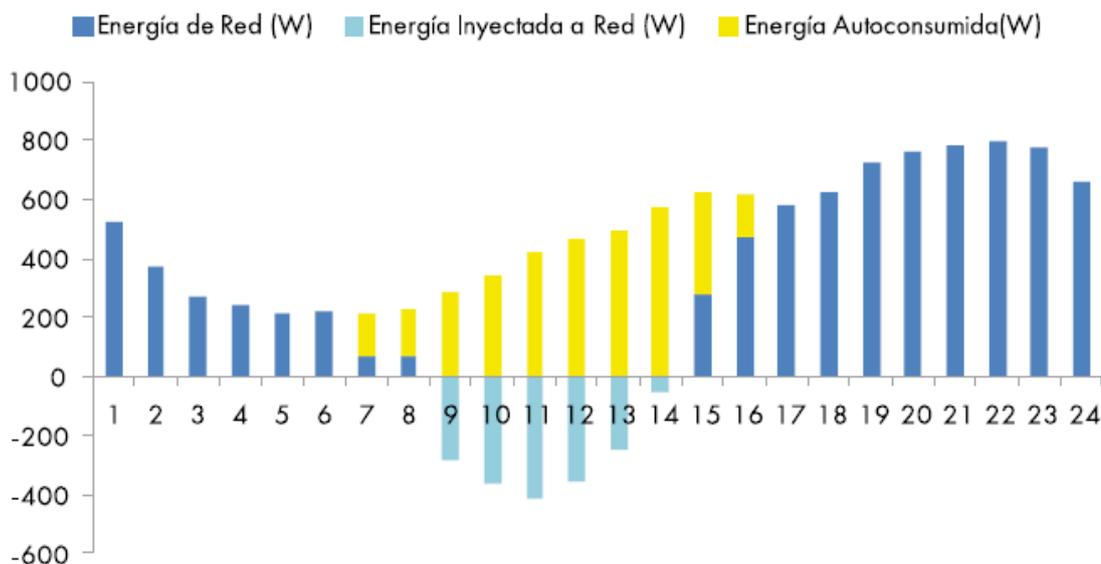
Para el estudio y definición de una instalación solar fotovoltaica destinada a autoconsumo es de vital importancia, además de la energía consumida a lo largo del año, el conocimiento del perfil de cargas con objeto de maximizar el autoconsumo natural y/o alcanzar un balance neto nulo al igualarse consumos y producción fotovoltaica.

El perfil de consumo representa los datos de potencia consumida por las cargas en cada intervalo de tiempo.

La importancia de tener este perfil reside en que conociendo el consumo de energía por hora, y dado que podemos estimar con bastante precisión la energía fotovoltaica generada en el mismo intervalo horario, podemos obtener la energía total que se ha importado/exportado a red y la energía auto consumida. Así podemos ver en la gráfica.



Consumo de las cargas y generación en una casa en Madrid.
(4000kWh/año y 2kWp instalados)



Energía importada de red, energía inyectada a red y energía autoconsumida para una casa en Madrid. (4000kWh/año y 2kWp instalados).

Figuras 46 y 47. Fuente: SMA Solar Technology AG. www.SMA-Iberica.com.

Este perfil depende de la actividad desarrollada (residencial, comercial, industrial,...) y de las pautas de consumo.

El perfil de consumo no es estático a lo largo del año sino que varía dentro de los días de la semana y, a su vez, a lo largo de los meses.

10.11. Diseño de instalaciones con Sunny Design.

SMA Solar Technology AG ofrece desde ya una configuración de instalaciones fotovoltaicas sencilla e intuitiva a través de internet.

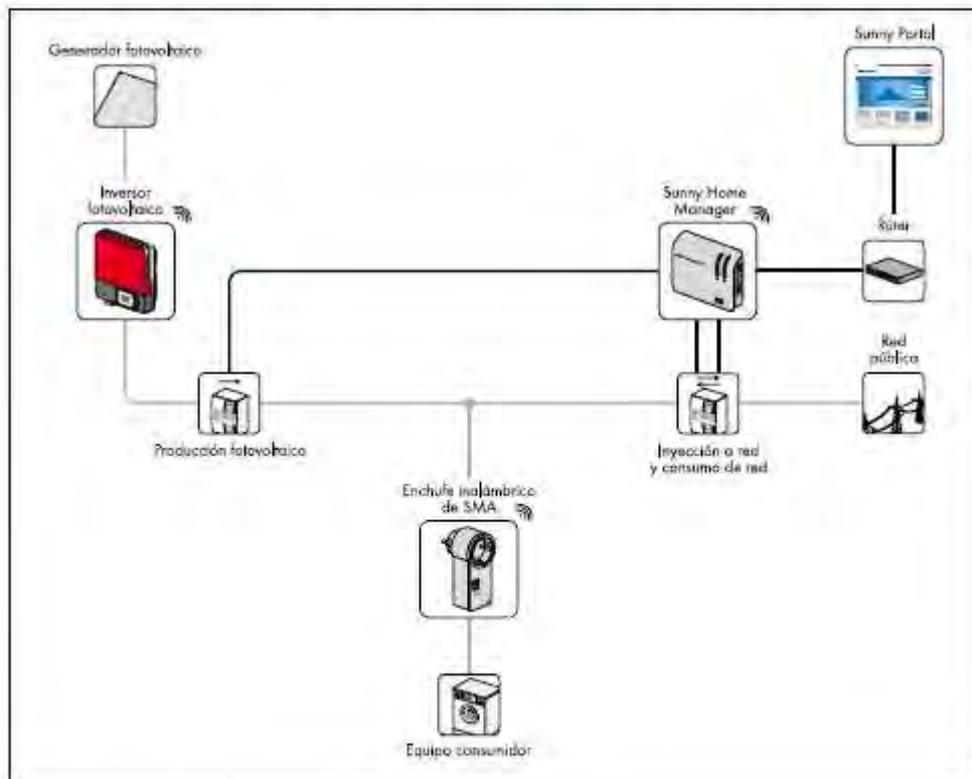
Sin necesidad de descargas y sin instalar software alguno, ahora los planificadores de instalación ése instaladores también pueden utilizar las múltiples funciones mejoradas del reconocido software de diseño Sunny Design de forma móvil en todo el mundo desde cualquier navegador corriente.

En www.SunnyDesignWeb.com SMA pone ahora a disposición la última versión mejorada del software de diseño para su uso en línea desde

cualquier navegador web y a través de cualquier sistema operativo, incluso para productos Apple (Ipad, Iphone... etc).



Sunny Home Manager / Sistema para la modificación del perfil de carga



Instalación fotovoltaica con Sunny Home Manager

Figura 48. Fuente: SMA Solar Technology AG. www.SMA-Iberica.com.

Gracias a la versión en línea, el usuario puede prescindir de instalar el programa y puede realizar el diseño de instalaciones desde cualquier lugar, que cuente con conexión a internet.

Una ventaja más: se acabaron las descargas y actualizaciones. Los usuarios disponen en todo momento de la versión más actual del software.

Funciones ampliadas y guía de usuario simplificada.

Se ha mejorado la facilidad de uso del software de diseño y simplificado la introducción de datos. Del mismo modo se ha diseñado la interfaz de usuario de modo que se pueda manejar el programa de una manera sencilla y segura con los dedos, tal y cómo funcionan los iPad, por ejemplo.

El software detecta el hardware utilizado y adapta el formato de la interfaz de usuario de forma automática.

SMA también ha mejorado el software en cuanto a contenido. Para el pronóstico del autoconsumo posible, ahora Sunny Design Web tiene en cuenta, entre otros, los sistemas de almacenamiento de energía.

Además, la herramienta en línea permite diseñar en varios strings los distintos sub-strings con un seguidor del punto de máxima potencia (MPP).

Por otro lado, los usuarios registrados en el Sunny Portal de SMA se benefician, por ejemplo, de un acceso personalizado y un sistema de gestión de proyectos en línea.

Herramienta gratuita: basada en web o como software.

Sunny Design Web está disponible de forma gratuita en www.SunnyDesignWeb.com.

Además, SMA también sigue poniendo a disposición la acreditada versión de escritorio SunnyDesign, que se puede descargar de la página de internet de la empresa www.SMA-Iberica.com.

Una sencilla solución de almacenamiento.

SMA ha creado un concepto exclusivo con el Sunny Boy 5000 Smart Energy. Se trata del primer dispositivo de la historia que combina un

inversor fotovoltaico de alto rendimiento con un sistema de almacenamiento en una sola carcasa compacta instalable en una pared.

El resultado es un sistema tan rentable como sencillo, que se adapta perfectamente a las demandas tanto de las instalaciones domésticas como industriales.



La batería integrada de iones de litio tiene una capacidad efectiva de unos 2 kWh.

Este valor es vital a la hora de maximizar la eficiencia, ya que una batería de gran capacidad sólo puede utilizarse al máximo en días de elevado rendimiento, mientras que una batería de pequeño tamaño puede aumentar el autoconsumo durante casi todo el año.

La batería integrada en el Sunny Boy 5000 Smart Energy permite aumentar el autoconsumo almacenando energía en los momentos de máxima generación.

11. Elementos constitutivos de una instalación fotovoltaica.

Los elementos que componen una instalación fotovoltaica de autoconsumo son iguales a los necesarios para una conexión a red, sin embargo, en el balance neto habría que tener en cuenta la cantidad de energía inyectada a la red, por lo que habría que utilizar un contador bidireccional por si producimos más energía de la que consumimos para poder contabilizarla.

Dichos elementos son:

11.1. Generador Fotovoltaico.

Es aquel que transforma la energía solar en energía eléctrica. Está constituido por paneles solares y estos a su vez están formados por varias células iguales (también llamadas celdas) conectadas eléctricamente entre si, en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente suministradas por el panel se incrementa hasta ajustarse al valor deseado.

La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie de células para alcanzar el nivel de corriente deseado.

Además, el panel cuenta con otros elementos a parte de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externos; asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permitiendo la conexión eléctrica.

11.2. Inversor.

Es el equipo encargado de transformar la energía recibida del generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas según el tipo de cargas, normalmente en corriente alterna y el posterior suministro a la red.

Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar al generador, la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia.

Esta última se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega a la utilización (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del generador (potencia de entrada).

Los aspectos importantes que habrán de cumplir los inversores son:

-Deberán tener una eficiencia alta, pues en caso contrario se habrá de aumentar innecesariamente el número de paneles para alimentar la carga.

- Estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas.
- Incorporar rearme y desconexión automáticos.
- Admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 150% de su potencia máxima.
- Cumplir con los requisitos, que establece el Reglamento de Baja Tensión.
- Baja distorsión armónica.
- Bajo consumo.
- Aislamiento galvánico.
- Sistema de medidas y monitorización.

11.3. Equipo de medida.

Es el encargado de controlar numéricamente la energía generada y volcada a la red, en nuestro caso, la energía que generen las placas, irá directamente al consumo y la sobrante se evacuará a la red.

En el caso de que se produzca una demanda mayor del consumo y en la instalación fotovoltaica no se genere la suficiente energía, esta se adquirirá del suministro de la propia compañía que lo facturará al precio de tarifa y periodo correspondiente.

Dado que las instalaciones proyectadas están previstas para el autoconsumo, y este tipo de instalaciones aun no están todavía homologadas, esta energía sería entregada de forma gratuita, aunque en un futuro los planes que se tiene para esa energía sobrante cedida a la red sea medirla para poder facturarla a la Compañía a lo largo del año a los precios acordados dependiendo de la tarifa y zona horaria.

11.4. Estructura de soporte de las placas.

Son las encargadas de asegurar un buen anclaje del campo de paneles a la cubierta, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles.

La perfilaría soporte está fabricada en acero galvanizado de gran resistencia estructural y larga vida a la intemperie.

El soporte es el encargado de sujetar el panel solar, y muchas veces será un kit de montaje para instalarlo adecuadamente.

Se realizará de acuerdo a la normativa existente, además de tener en cuenta la fuerza del viento entre otras cosas. La estructura deberá soportar como mínimo una velocidad del viento de 150 Km/h. Esta estructura es la que fijará la inclinación de los paneles solares.

11.5. Caja General de Protección.

La caja general de protección es la encargada de salvaguardar toda la instalación eléctrica de un posible cortocircuito o punta de intensidad la cual afectaría a todos los componentes conectados a la red. Esta caja general de protección llevará tanto protecciones térmicas como fusibles.

En la instalación se tendrán que diferenciar tanto los circuitos de corriente continua como los de alterna distinguiendo también las protecciones.

11.6. Puesta a tierra.

La puesta a tierra de la instalación es muy importante ya que delimita la tensión que pueda presentarse en un momento dado en las masas metálicas de los componentes, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando el riesgo que supone el mal funcionamiento o avería de alguno de los equipos.

Las tomas a tierra se establecen principalmente a fin de limitar la tensión que puedan presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, por lo tanto se conectará a tierra todas las partes metálicas, tanto de las placas solares como inversor, estructura de sujeción de las placas y demás piezas metálicas.

11.7. Cableado de Interconexión.

Es el encargado de conectar los distintos paneles solares con las cajas de interconexión y con el resto de instrumentación.

Este cableado de paneles se realizará con materiales de alta calidad para que se asegure la durabilidad y la fiabilidad del sistema a la intemperie.

El cableado evidentemente tendrá que cumplir con el reglamento técnico de baja tensión. Las conexiones, cables, equipos y demás elementos tendrán que tener el grado de protección IP.535, concepto que se define en la norma UNE 20-234.

Los cables utilizados tendrán una última capa de protección con un material resistente a la intemperie y la humedad, de tal forma que no le afecten internamente los agentes atmosféricos.

Entre las conexiones eléctricas entre paneles usaremos siempre terminales.

Los terminales de los paneles serán bornes en la parte de detrás del panel, tendremos capuchones de goma para la protección de los terminales contra los agentes atmosféricos.

En instalaciones donde se monten paneles en serie y la tensión sea igual o mayor a 24V instalaremos diodos de derivación.

Es necesario también cuidar los sistemas de paso de los cables por muros y techos para evitar la entrada de agua en el interior. La técnica de tendido para la fijación de los cables a de ser las habituales en una instalación convencional.

Los conductores irán al aire. La sujeción se efectuará mediante bridas de sujeción, procurando no someter una excesiva doblez a los radios de curvatura.

Los empalmes se realizarán con accesorios a tal efecto, usando cajas de derivación siempre que sea posible.

11.8. Equipos de protección.

11.8.1 Fusibles.

Los fusibles son pequeños dispositivos que permiten el paso constante de la corriente eléctrica hasta que ésta supera el valor máximo permitido.

Cuando aquello sucede, entonces el fusible, inmediatamente, cortará el paso de la corriente eléctrica a fin de evitar algún tipo de accidente, protegiendo los aparatos eléctricos de "quemarse" o estropearse.

El mecanismo que posee el fusible para cortar el paso de la electricidad consta básicamente en que, una vez superado el valor establecido de corriente permitido, el dispositivo se derrite, abriendo el circuito, lo que permite el corte de la electricidad.

De no existir este mecanismo, o debido a su mal funcionamiento, el sistema se recalentaría a tal grado que podría causar, incluso, un incendio.

Por lo general, los fusibles están instalados entre la fuente de alimentación eléctrica y el circuito que se quiere electrificar, y consta de un hilo que, a medida que la corriente eléctrica pasa, se calienta. Por lo tanto, cuando uno de estos dispositivos se quema, entonces significa que alguna parte del aparato ha consumido más electricidad de la necesaria, siendo necesaria una revisión completa de éste y una reposición del fusible quemado por uno de las mismas características.

11.8.2. Interruptor magneto-térmico.

El interruptor magneto-térmico es un dispositivo diseñado para proteger la instalación eléctrica (y los aparatos conectados a ella) tanto de sobrecargas como de cortocircuitos.

En realidad suele haber varios de ellos, ya que por lo general la distribución eléctrica se realiza en varias líneas, necesitando un interruptor de este tipo para cada una de ellas.

Los magneto-térmicos, como su propio nombre indica, poseen dos sistemas de protección ante el paso de corriente: uno de tipo magnético y otro de tipo térmico.

·Protección magnética

El magnético se basa en una bobina que, colocada en serie con la corriente, no se activa a no ser que circule por ella una intensidad varias veces superior a la nominal.

Este margen se da para que el magneto-térmico no se dispare durante los arranques de ciertos aparatos con motores potentes porque suelen meter unos picos de corriente bastante elevados en el preciso momento de su puesta en marcha.

La protección magnética sirve para proteger la instalación ante cortocircuitos (contacto directo entre dos conductores de la instalación), ya que cuando tiene lugar uno de ellos la intensidad aumenta de forma brutal (en teoría se hace infinita) y la bobina a la que me refería antes entra en acción instantáneamente abriendo el circuito y cortando, por tanto, el paso de la corriente eléctrica.

·Protección térmica

Por su parte, la protección térmica está encaminada sobre todo a proteger el cableado de la instalación, ya que se trata de una lámina bimetálica que se curvará en mayor o menor medida en función de la cantidad de corriente que circule por ella.

Esto es debido a que cuando por un conductor circula una corriente éste se calentará en función de la intensidad, de modo que si esta se mantiene durante unos instantes por encima de la nominal que soporta el interruptor, la lámina bimetálica se curvará más de la cuenta y abrirá el circuito eléctrico evitando que una corriente demasiado elevada pueda quemar los cables de la instalación eléctrica.

El sistema de protección térmica va a dispararse en aquellos casos en los que estamos sobrepasando el consumo máximo de la instalación eléctrica y

para el cual han sido dimensionados los cables. Cuando se dispara cualquiera de las dos protecciones que hay en un magneto-térmico debemos de corregir la situación que ha propiciado su activación y a continuación subir la palanca que posee para así rearmar el circuito. En caso de que la situación que ha provocado su disparo no se haya subsanado como medida de seguridad no será posible rearmar el automático por mucho que lo intentemos.

11.8.3. Interruptor diferencial.

El diferencial tiene como misión evitar que una persona que toque un conductor de la instalación se pueda quedar electrocutada por conducir la electricidad a través de su cuerpo; y de ahí que sea un componente vital en cualquier instalación eléctrica para garantizar la seguridad de las personas que la utilicen.

Para que la corriente eléctrica pueda circular es necesario cerrar el circuito por el que transita, y si por lo que sea tocamos un cable eléctrico sin estar aislados del suelo, nuestro propio cuerpo va a hacer de "cable" llevando la electricidad a tierra con el riesgo de electrocución que esto conlleva.

Los diferenciales se basan en un principio muy simple y es que la intensidad que entra por uno de los cables de un circuito eléctrico es igual a la que sale por el otro.

Dentro del diferencial hay una toroidal que se encarga de monitorizar constantemente tanto la corriente de entrada como la de salida. Por tanto, en caso de que esas corrientes no tengan el mismo valor es que se está derivando directamente a tierra por algún sitio (posiblemente a través de una persona que ha tocado una parte de la carga mal aislada) y como medida de seguridad el interruptor se abre cortando la corriente.

Para instalaciones industriales se suelen emplear valores elevados (sensibilidades de 300 mA o incluso algo más para los diferenciales más generales) porque al haber tantos elementos puede darse el caso de que algunos de ellas tengan pequeñas derivaciones a tierra sin que ello suponga

un riesgo para la seguridad y evitando así que el diferencial esté saltando cada poco tiempo con los problemas que esto acarrearía.

11.9. Mantenimiento de la instalación.

Se definen dos escalones de actuación, para garantizar la vida útil y el correcto funcionamiento de la instalación.

1- Mantenimiento preventivo.

2- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo, implica como mínimo una revisión anual de la instalación, incluyendo el mantenimiento de los elementos de la instalación; este tipo de mantenimiento, se basa en la inspección visual y detallada del funcionamiento de los equipos, pudiendo ser posible, a través de la revisión, detectar el deterioro prematuro de los componentes de la instalación.

En el caso de que haya baterías, la inspección preventiva, también deberá determinar si hay pérdidas del electrolito, las cuales se manifiestan como depósitos en el contacto positivo de la batería, residuos ácidos en las bandejas plásticas o en el deterioro de la base de sostén de la batería.

Para ello debería agitarse con suavidad las baterías, como mínimo dos veces al mes, para evitar las estratificaciones del electrolito.

En resumen, el mantenimiento preventivo de la instalación deberá incluir las siguientes actividades:

- 1- Verificación de todos los componentes y equipos de la instalación.
- 2- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales.
- 3- Comprobación del estado de los módulos, situación respecto al estado original. Limpieza, presencia de daños que afecten a seguridad de los módulos.
- 4- Inspección de la estructura soporte consiste en revisar los daños, el deterioro por agente externos, el estado de oxidación.

- 5- Nivel de electrolito de las baterías, limpieza y engrasado de los bornes de conexión de las baterías.
- 6- Inspección visual del regulador de carga, funcionamiento de indicadores, caídas de tensión entre los terminales.
- 7- Alarmas e indicadores del inversor.
- 8- Caídas de tensión en el cableado de DC.
- 9- Verificación de los elementos de seguridad y protección de la instalación, tomas de tierra, interruptores de seguridad, fusibles.
- 10-Comprobación del estado de los cables y terminales (incluyendo el reapriete de las bornes).
- 11-Realización de informe técnico de cada visita a la instalación, en que se refleje las incidencias encontradas en la instalación.
- 12-Registro de las operaciones realizadas durante la inspección

Asimismo se dispondrá de un plan de mantenimiento correctivo, en caso de que sea necesaria una operación de sustitución de algún componente de la instalación o se presente alguna avería inesperada.

11.10. Nuevas tecnologías relacionadas con la energía solar fotovoltaica.

A continuación se muestran algunas de las nuevas tecnologías relacionadas con la energía solar fotovoltaica, con el fin de dotar al sistema de mayor eficiencia, así como de un menor coste. Además muchas de ellas contribuyen a disminuir el impacto medioambiental que producen las actuales instalaciones solares.

11.10.1. Paneles solares con forma de tejas.

Construir un tejado y al mismo tiempo producir electricidad para la vivienda es una idea nueva, fabricar tejas que parecen tejas y producen electricidad es una tecnología nueva.

Las empresas están desarrollando unos paneles solares muy particulares que, con el ojo en el diseño, tienen la forma de las tejas de techo

convencionales. Se trata de de una células solares que presentan el tamaño y la fisionomía de las clásicas tejas color terracota aunque en este caso su tono es más oscuro (ver figura).

Más allá de su aspecto, logran una eficiente de entre un 8 y un 10 por ciento y pueden conseguir 860 Kwh al año por cada pie cuadrado de tejado en zonas con una media anual de poco menos de seis horas de luz solar al día.

El concepto de la construcción flexible con tejas fotovoltaicas de silicio mono-cristalino permite instalar desde potencias mínimas de 6 Wp (una teja) hasta más de 15 KWp.

La instalación puede ser efectuada para viviendas con o sin conexión a la red eléctrica y de esa manera se mantiene la estética de su vivienda.



Chalet con tejado compuesto de tejas solares fotovoltaicas.

11.10.2. Paneles transparentes.

Los paneles solares con unas nuevas células solares transparentes se alejan de los paneles tradicionales que conocemos (ver figura).

Más allá de la funcionalidad, la gran ventaja de estos paneles remite a su estética pues pueden compatibilizar con la decoración presente en la vivienda logrando un estilo más armonioso. Así es como estos paneles se pueden integrarse en la vivienda sin mayores inconvenientes pudiendo

colocarse en las ventanas gracias a que las células han sido fabricadas en plástico flexible por lo que pueden colocarse entre dos láminas de vidrio.

Pero esta no es la única ventaja de estos paneles. Versátiles y divertidos, pueden teñirse con distintos colores para así servir como complemento decorativo en el hogar. Si hay algo en su contra es que por el momento tienen una vida útil de 25 años, bastante menos que los paneles rígidos.

Por otra parte, aún no son demasiado eficientes a la hora de convertir la energía de los rayos en electricidad.



Módulo solar compuesto de células solares transparentes.

11.10.3. Paneles solares cilíndricos.

A diferencia de los tradicionales paneles rectangulares, esta fisonomía permite una mejor absorción de la luz al tiempo que son más resistentes al viento, lo que a su vez influye en el coste de instalación en los techos, que se vuelven más económicos.

Fabricados a partir de rollos de células solares cilíndricas hechas a partir de una fina lámina de material semiconductor, el viento puede pasar entre ellos y así se evita una complicada instalación para sujetarlos.



Panel solar cilíndrico.

11.10.4. Persianas que captan energía e iluminan de noche.

Estas persianas solares utilizan dos tecnologías, la iluminación OLED (iluminación por medio de LED's orgánicos) y la energía solar.

El sistema, llamado Lightway, es un sistema de persianas giratorias y transparentes que se recargan con la energía solar durante el día y por la noche iluminan el interior de las casas o edificios (ver figura).

Un tema interesante, es que el inventor, Damian Savio, no creó estas persianas solares desde cero, es decir, tomó unas persianas motorizadas y transparentes que ya existían y sólo les añadió las células solares microscópicas y los OLED transparentes, con lo que se permite la entrada de luz durante el día, al mismo tiempo que se carga el sistema para iluminar en la noche.

En teoría estas persianas consiguen iluminar igual que un foco de 60 W, con lo que no es necesario encenderlos durante las noches.

Se estima que instalando estas persianas solares, se puede tener un ahorro del 22% en la factura eléctrica de las casas.

Estas persianas fueron finalistas del Premio de diseño Australiano para estudiantes, por lo que tuvo mucha publicidad.



Persiana solar con diseño vanguardista.

11.10.5. Ventanas solares.

Un grupo de científicos de Taiwán desarrollaron un cristal para ventanas que se limpia a sí mismo, es un aislante térmico ideal y por si fuera poco produce electricidad.

El cristal inventado se compone de 3 capas: una que funciona como limpiador, otra que genera electricidad y una última que es el aislante. Esta última capa es mucho más eficaz que los cristales aislantes comunes.



Edificio con ventanas solares.

11.10.6. Nuevas células solares con forma esférica.

Nuevas células solares con forma esférica y tamaño diminuto (entre 1 y 1.5 mm de diámetro) podrían suponer una importante revolución en la expansión y campo de aplicación de la energía solar fotovoltaica.

En Japón líder en tecnología fotovoltaica se ha desarrollado unas nuevas celdas solares con forma esférica y minúsculo tamaño entre 1 y 1,5 mm de diámetro, a diferencia de las celdas planas tradicionales de 72 mm.

El avance podría suponer una revolución en la energía solar fotovoltaica.

Consiste en una matriz de pequeñas células solares esféricas capaces de absorber la radiación solar con cualquier ángulo, pudiendo aprovechar tanto la radiación reflejada como la difusa, con esta tecnología no es necesario el uso de seguidores y su eficiencia llega a superar el 20%.

La disposición de las células en un medio flexible y transparente, amplía el campo de aplicaciones para la energía solar fotovoltaica, como la posibilidad de incorporarlas en pequeños aparatos electrónicos o convertir grandes superficies acristaladas como generadores de electricidad.

Su aplicación en España permitiría reducir el impacto visual, especialmente en grandes ciudades y zonas de interés turístico.

Según la empresa, los costes de producción se reducen a la mitad, comparándolo con la fabricación de las células de silicio convencionales, ya que el silicio empleado se aprovecha eficientemente tanto en la fabricación de las células como en la producción posterior de energía.



Objetos fabricados mediante células solares de forma esférica.

11.10.7. Paneles fotovoltaicos orgánicos y CIGS.

El gran auge del uso de Paneles fotovoltaicos para la generación eléctrica en los últimos años ha permitido que la industria de Paneles desarrolle nuevas tecnologías para producir paneles cada vez de menor coste.

Actualmente existen diversas soluciones técnicamente viables para la generación de electricidad a partir de luz solar, basadas fundamentalmente, en células fotovoltaicas de silicio relativamente caras.

Las tecnologías actuales de película delgada basadas en el silicio podrían estar llegando al límite en cuanto a la relación eficacia-coste.

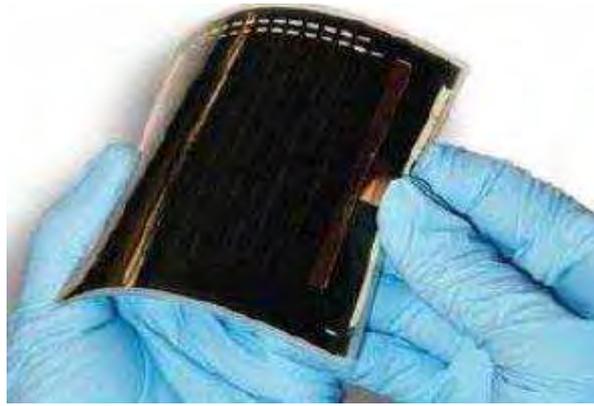
Además el nuevo precio de la energía para las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica en España exige una importante reducción en la inversión para su viabilidad económica. El principal coste está en los paneles fotovoltaicos.

Los fotovoltaicos orgánicos (OPV) cuentan con la ventaja de que se pueden pintar sobre una superficie, con las paredes exteriores de un edificio o el tejado.

Además se pueden elaborar por medio de procesos de impresión y de recubrimiento de alta velocidad y escalables, como las pinturas en aerosol y la impresión de inyección de tinta para cubrir áreas más extensas (ver figura).

Los módulos de película delgada (thin-film) no están hechos a base de células de silicio convencionales, sino que se basan en CIGS (Cobre Indio Galio Selenio) incrustadas en un soporte flexible y ligero y aptas para colocarlas no sólo sobre los tejados, sino también sobre la fachada de los edificios, ventanas, teléfonos móviles, ordenadores portátiles y coches.

Estas nuevas tecnologías que se revelan como más rentables y eco eficientes, constituyen una alternativa de bajo coste que permite la inversión acorde a las condiciones económicas del precio de la energía en España y el mundo.



Pequeño módulo fotovoltaico orgánico.

11.10.8. Lonas fotovoltaicas.

Es la tecnología fotovoltaica muy utilizada para la captación de la energía por lo que se explicarán sus características y ventajas a continuación.

La lona fotovoltaica o panel fotovoltaico amorfo es el resultado de una combinación exclusiva de una membrana impermeabilizante de muy alta durabilidad y módulos amorfos fotovoltaicos (ver figura).

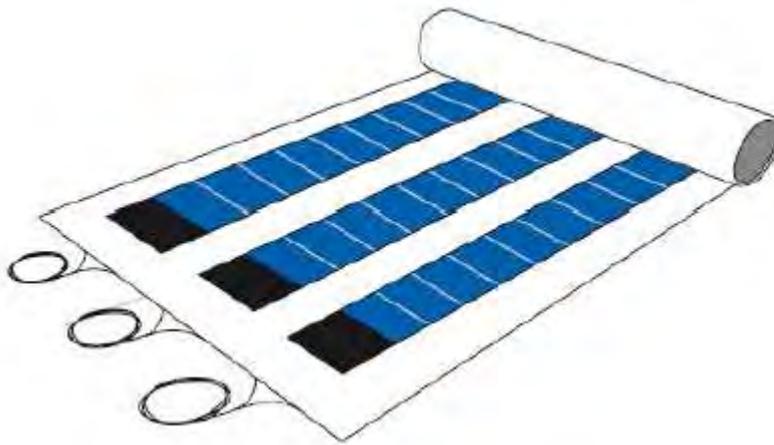
Este producto genera energía a través de módulos flexibles del tipo a-Si (silicio amorfo).

En condiciones de uso real tiene mejores prestaciones en altas temperaturas y en situaciones de poca luz, sombras o módulos ensuciados.

El sistema es idóneo para instalaciones nuevas sobre techos planos y para instalaciones en edificios que exigen una integración discreta de los paneles en su entorno.

Beneficios:

- 1- Genera energía solar aprovechable.
- 2- Energía no contaminante y limpia.
- 3- Impermeabiliza cualquier tipo de cubierta.
- 4- Altamente productivo.
- 5- Ecológico.
- 6- Contribuye a la sostenibilidad.



Lona fotovoltaica.

Características:

- 1- Es un excelente sistema de impermeabilización.
- 2- Es un sistema rentable para generar energía.
- 3- Instalación: es un producto muy fácil de instalar, permite una rápida colocación y necesita poco mantenimiento.
- 4- Óptima eficiencia hasta con luz tenue: el elemento fotovoltaico se distingue por una prestación superior a la media, sobre todo con una fuerte irradiación solar.
- 5- Óptima prestación aun con un sombreado parcial: gracias al diodo bypass, y en el caso de un sombreado parcial, cada célula tiene una prestación mayor a la habitual en otros módulos fotovoltaicos.
- 6- Mayor grado de rendimiento con temperatura elevada en verano: gracias al proceso de auto-calentamiento del módulo con temperaturas altas y a 40°, el grado de rendimiento de esta nueva tecnología aumenta en los meses de verano.
- 7- Integración de células fotovoltaicas de altas prestaciones flexibles: las células fotovoltaicas son aplicadas en un papel de acero encapsulado muy resistente, unidas entre ellas e integradas directamente en la membrana impermeabilizante según el fabricante.
- 8- Movilidad: gracias a la flexibilidad de los elementos fotovoltaicos, es posible la movilidad sobre el mismo durante la aplicación y la manutención.

- 9- Aplicación en plano: gracias a su colocación en plano utilizando la tecnología triple unión se evita que los módulos se hagan sombra y se consigue una mínima pérdida de prestaciones.
- 10-Ideal para cubiertas: es la solución más idónea cuando la cubierta es plana y puede ser utilizada para producir energía: para cubiertas de edificios industriales, comerciales o grandes complejos residenciales.

Ventajas:

- 1- Se integra perfectamente en la cubierta y queda invisible desde el suelo, incluso en superficies curvas.
- 2- Casi indestructible: gracias a que las células están envueltas en plástico y no cristal, son más duraderas y fiables.
- 3- No genera sombra ninguna en la superficie, lo que mejora la utilización de la cubierta.

- 4- Es mucho menos sensible a sombras: los diodos de derivación en cada célula equilibran la producción del panel cuando esté parcialmente sombreado.
- 5- La instalación del sistema no requiere ni perforaciones en la cubierta ni sobrecargar la estructura del techo.
- 6- Ligera y flexible: los elementos tienen un impacto mínimo sobre la estructura del techo (\pm peso total: 7,1 kg/m²).
- 7- La tecnología "Triple Unión" ofrece a las láminas un mejor rendimiento en condiciones de radiación baja o luz difusa.
- 8- El montaje en llano directamente sobre la cubierta disminuye la influencia de la orientación del edificio y elimina el impacto del viento.

Aplicaciones:

- 1- Puede aplicarse en cubiertas nuevas o renovadas. En este último caso, los elementos fotovoltaicos se ponen sobre la anterior impermeabilización y se adhieren a la membrana existente tras controlar la carga estática. Esto permite una aplicación más simple y más rápida respecto a otros sistemas.

- 2- Se aconseja dar un mínimo de pendiente a la cubierta. De todas maneras, las cubiertas planas sin pendiente pueden adaptarse sin problemas insertando un panel de aislamiento térmico cortado a espesor variable, para obtener de esta forma la pendiente deseada.
- 3- El sistema fotovoltaico, gracias a su ligereza, influye poco en la estética de la cubierta construida.
- 4- A diferencia de los paneles solares tradicionales, no es necesaria la instalación de estructuras de sostenimiento, lo que supone una ventaja en el coste y la funcionalidad de la impermeabilización de la cubierta.

12. Análisis del proyecto de R.D de autoconsumo.

(Se incluye en Cd adjunto).

13 .Normativa actual R.D 900/2015 del 9 de Octubre.

Real Decreto 900/2105 de 9 de Octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

(Se incluye en Cd adjunto).

14. Informe Anual 2015. UNEF (Unión Española Fotovoltaica).

(Se incluye en Cd adjunto).

15. Solar Power Europe:Global Market Outlook (2016)

Un pronóstico de cinco años muy detallado del mercado que abarca los diversos epicentros mundiales de energía solar regionales y su importancia en los respectivos mercados de energía.

El informe proporciona una visión de la forma en que se espera que el mercado mundial de la energía solar evolucione en los próximos años y presenta las tendencias de la tecnología emergente.

(Se incluye en Cd adjunto).

16. REE: Informe del Sistema Eléctrico Español 2015.

Este informe recoge anualmente las principales estadísticas elaboradas por Red Eléctrica de España sobre el sistema eléctrico español. En esta edición, publicada el 29 de junio de 2016, se ha planteado un cambio de enfoque, contenidos y formato respecto a las ediciones anteriores con el objetivo de hacer este informe accesible a un mayor número de usuarios.

(Se incluye en Cd adjunto).

17. IRENA: Potencial de reducción de costes para solar y eólica (2016).

Las crecientes economías de escala, la mayor competitividad de las cadenas de suministro y las mejoras tecnológicas continuarán reduciendo los costes de la energía solar y eólica. Los mismos factores también aumentarán la disponibilidad de estas fuentes de energía renovables de noche y en condiciones climáticas variables.

En un contexto de políticas adecuado, el coste de la electricidad de las tecnologías de energía solar y eólica podría reducirse en al menos un 26% y hasta un 59% entre 2015 y 2025, según este informe de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA).

(Se incluye en Cd adjunto).

18. Conclusiones.

El desarrollo de los mercados se ha visto apoyado, a lo largo de la historia, por el desarrollo tecnológico. Un buen ejemplo de ello es la posibilidad de

autoproducción/autoconsumo, la cual abre para los consumidores de energía eléctrica nuevas posibilidades en todos los segmentos.

Esto implica más libertad y más opciones para los consumidores en un marco de mercado. No obstante, el problema básico al que nos enfrentamos es el ajuste de la estructura de tarifas y del diseño del mercado a esta nueva realidad.

En cuanto a la tipología de auto-consumidores, pueden distinguirse los aislados, es decir, los que no están conectados a la red, y los que sí están conectados.

Los primeros, lógicamente, están exentos de los pagos por el uso de las redes, mientras que los segundos, con independencia de que hagan o no uso de las mismas, deberían contribuir a sus costes por el hecho de tener de forma permanente las instalaciones a su disposición.

La discusión que se ha abierto en los últimos tiempos sobre el autoconsumo se ha centrado en justificar su rentabilidad para el consumidor una vez que se le libera de determinados costes de redes, aunque siga conectado a las mismas.

Sin embargo, en este debate ha faltado un análisis riguroso de los costes completos del sistema eléctrico y de la asignación equitativa de los mismos a cada participante.

Es decir, en tanto en cuanto las redes eléctricas son bienes públicos, es necesario desarrollar una rigurosa contabilidad de costes, tanto fijos como variables, con el objeto de evitar transferencias de costes/rentas de unos a otros grupos de participantes en el mercado.

Una mejora en el diseño actual de la estructura tarifaria, en especial en la estructura de peajes fijos y variables por uso de las redes, permitiría una asignación eficiente de costes y, con ella, una mayor transparencia sobre la rentabilidad real del autoconsumo energético.

De esta forma, todo usuario que esté conectado a la red, sea mero consumidor o sea auto-productor, por el hecho de estar conectado a la red y

poder utilizarla en cualquier momento, deberá hacer frente a unos peajes fijos que cubren los costes fijos de la red.

Por otro lado, para los costes fijos de políticas energéticas que son cargados a todos los consumidores eléctricos, sería conveniente evaluar la posibilidad de que según su naturaleza:

a) Se incluyeran en los Presupuestos Generales del Estado para los que no tienen relación directa con el suministro, o

b) Se repartieran entre todos los consumidores energéticos (petróleo, gas, etc.) y no recayeran solamente en los eléctricos para los derivados de políticas energéticas comunes, como renovables, coste del CO₂, etc.

La AIE y la CNMC son conscientes de esta problemática y recomiendan que sea justa la estructura de tarifas para reflejar y asignar correctamente los costes a fin de evitar subvenciones cruzadas que favorecen a los autoconsumidores frente al resto de consumidores sin generación propia.

Una vez que la estructura de tarifas refleje adecuadamente la naturaleza de los costes y los asigne de manera eficiente a los consumidores, los auto-productores y productores convencionales soportarán los mismos costes por el acceso al sistema, quedando como referencia competitiva de la generación distribuida los costes de generación del sistema donde concurren todas las tecnologías.

Adelantando una importante conclusión, se puede afirmar que lo importante es que la iniciativa privada y la creatividad junto con la actividad emprendedora sean las que den sentido a una economía de mercado.

Esta afirmación general también es aplicable al autoconsumo, de forma que estas nuevas iniciativas deben surgir por las ventajas competitivas genuinas que tengan, que es lo que enriquece a la sociedad.

Por ello, debemos estar precavidos ante posibles ventajas más o menos encubiertas que surgen en las posibles imperfecciones de la regulación eléctrica o fiscal.

Es necesario que el terreno de juego esté nivelado para todos los agentes, tanto existentes como nuevos, de forma que comience cuanto antes la

“destrucción creativa” para la irrupción de nuevas tecnologías y actividades en el sector.

La elevada dependencia energética y la concienciación social y medioambiental de los ciudadanos ante desastres como el de Fukushima de 2011 hacen que, de cara al futuro, se apueste por las energías renovables en nuestra sociedad.

Este cambio se concreta en políticas como el objetivo 20/20/20 de la Unión Europea o el PER 2011-2020.

Para el caso particular de la energía solar fotovoltaica, España goza de una ubicación geográfica privilegiada, con una potencia instalada actualmente que la sitúa en los primeros puestos en el ranking mundial.

Existe una clara dependencia entre ese desarrollo y el sistema de incentivos vigente en cada momento.

Estamos inmersos en un cambio de modelo de generación de electricidad, desde uno centralizado a través de grandes centrales alejadas de los puntos de consumo a otro distribuido donde generación y consumo están muy próximos.

El autoconsumo es el máximo exponente de la generación distribuida, ya que la electricidad se consume en el mismo punto que se produce.

Hasta ahora solo resultaba rentable el autoconsumo aislado, es decir, sin conexión a la red.

El autoconsumo por balance neto ayuda a aprovechar toda la generación local, ya sea mediante autoconsumo instantáneo o diferido a través de los derechos de consumo generados cuando se genera más energía de la que se consume.

Este sistema permite conjugar la temporalidad de la propia generación con la curva de demanda.

Esta forma de autoconsumo será rentable cuando se alcance la paridad de red, en la que influyen el precio de la electricidad y el coste de generación local.

El avance de esta tecnología es asimismo importante para reducir los costes de inversión y mantenimiento, pero también lo es para la gestión activa de la demanda con el fin de adaptar las curvas de generación y demanda, tener en cuenta la incertidumbre en la generación, gestionar el flujo de energía bidireccional y asumir desplazamientos virtuales de energía apoyándose en las “smartgrids” y los sistemas de medida necesarios.

El balance neto lleva asociado un coste por su servicio y el ahorro para el cliente asociado a esta modalidad viene dado por el menor coste de generar energía localmente frente a una compra de electricidad en el mercado.

Además, para la energía auto-consumida instantánea el usuario solo abona la parte fija de la tarifa de acceso, mientras que para la auto-consumida debe abonar además un porcentaje de la parte variable del peaje de acceso.

Qué costes debe asumir, y cuáles no, es objeto de debate y motivo de discusión actualmente.

Para el sistema, esta cuestión resulta clave ya que en España existe una descompensación entre la estructura de costes y la de tarifas: mientras que la mayoría de los costes son fijos, la mayor parte de la cuantía abonada por los usuarios en las tarifas es variable.

El nuevo esquema en sí es beneficioso, pero ante un desajuste como el existente podría suponer un aumento del déficit.

Este esquema aporta numerosos beneficios tanto para los usuarios como para el sistema en su conjunto, y son de índole económica, como la reducción de pérdidas en el transporte de energía, social, con la creación de empleo, y medioambiental.

A su vez, supone un reto a la hora de conjugar los distintos intereses encontrados, un esfuerzo en infraestructuras, administrativo y de gestión de ese cambio. Una de sus principales aplicaciones a corto plazo es la

implantación en los sistemas extra-peninsulares dadas sus características más favorables.

El plazo de retorno sin primas no es admisible actualmente, pero según la evolución del sistema, la tecnología y la normativa que se implante se podrían obtener datos más favorables en varios años.

En la industria se conseguirían mejores resultados que en el mercado residencial. El “payback” mejora a mayor nivel de autoconsumo, zona geográfica con más horas de sol, unos costes de generación e inversión menores y especialmente una mayor subida del precio de la electricidad.

Así pues, se puede concluir que la normativa jugará un papel fundamental en el autoconsumo por balance neto, el cual a su vez supone un gran cambio a favor de la generación distribuida.

El autoconsumo fotovoltaico supone un ahorro para el consumidor y es beneficioso para todos. La disminución de la contaminación ambiental ayudando a los países a cumplir con el protocolo de Kioto, descongestión de las redes aumentando su eficiencia y la disminución del coste de mantenimiento y de ampliación de la red son algunas de sus cualidades.

Los gobiernos no deben verlo como una disminución de ingresos en su caja de recaudación de impuestos, sino como algo positivo que les ayudará a perder dependencia energética de otros países.

Hemos visto como el autoconsumo con balance neto está en auge en estados como California de los EE.UU. en donde ya lleva muchos años desarrollándose.

Para conseguir la paridad con la red, la fotovoltaica necesita del apoyo de los gobiernos para fomentarla.

Europa ha sido pionera en el fomento de las energías renovables. Durante los últimos 30 años sus gobiernos han tratado de liberalizar los mercados energéticos para aumentar la competencia y la eficiencia y hacer descender los precios.

El coste de las subvenciones a las energías limpias ha sido grande, y el daño a las empresas de servicios públicos energéticos también lo ha sido por la preferencia de red de las renovables.

Se debe diseñar un sistema eléctrico mejor que recompense a la energía limpia sin reducir la fiabilidad de la red y sin la imposición de costes indebidos o innecesarios.

En España, el gobierno debe replantearse el último RD sobre autoconsumo y no imponer un peaje al auto-consumidor por la energía que consume de su instalación, ya que no sólo hace inviable este modelo, sino que impulsa al propietario a la ilegalidad para que pueda beneficiarse del autoconsumo o a la desconexión de sus módulos solares.

La regulación económica es la llave que abre la puerta a la diversificación energética, el fomento de las energías renovables y la sostenibilidad medioambiental en los procesos de generación eléctrica a través de tecnologías eficientes como las empleadas en el suministro de energía eléctrica por Balance Neto.

Para ello es preciso el control mediante normas claras y mecanismo regulatorios de estas actividades económicas. Fomentando la transición de la generación centralizada hacia la generación distributiva, elevando la cuota de generación eléctrica de las energías renovables.

Así se mejorara la curva de aprendizaje de tecnologías como la solar fotovoltaica y la mini-eólica, además del impulso de nuevas energías como la micro-generación.

Estas tecnologías se caracterizan por ser sostenible medioambientalmente, generando energía eléctrica disminuyendo las cantidades de emisiones CO₂ en comparación con el modelo centralizado.

Reduciendo las emisiones CO₂ en un 10% y aumentando la generación de energía eléctrica por fuentes renovables en un 20%.

Este escenario será posible debido al aumento del precio de la electricidad alrededor del 10% anual y una disminución del coste de las instalaciones con tecnologías renovables, calculado en un 10% anual.

Propiciando la llegada de la paridad de red y la paridad de generación, elementos claves para igualar la curva de indiferencia entre la producción de energía eléctrica por medio de instalaciones renovables con la producción centralizada, ya que el precio de la generación de energía eléctrica será ecuánime.

Este marco técnico es propicio para el desarrollo de nuevas formas de autoconsumo, como el suministro de energía eléctrica por Balance Neto.

El cual explota la generación distributiva, debido al impulso que genera la llegada de la paridad de red y la paridad de generación, las cuales eliminan la necesidad de primas por parte del estado para hacer rentable la generación eléctrica a través de energías renovables.

Este proceso está adscrito a una larga complejidad normativa debido a la transposición de constantes directivas europeas y la cuantiosa jurisdicción española, las cuales han propiciado la evolución de marco regulatorio del sector eléctrico español, así como la progresiva aparición del marco normativo del autoconsumo y su adaptación al cumplimiento de objetivos energéticos.

La regulación del marco normativo es confusa, ya que tienen que satisfacer varios objetivos. Los cuales pueden estar vinculados, como una cadena de eslabones o ser completamente antagónicos.

Al igual las directivas europeas se tardan en transponer al ordenamiento jurídico español, como el caso de la Directiva 28/2009 que abre la posibilidad del suministro de energía por Balance Neto y posibilita un mayor cumplimiento de objetivos energéticos comunitarios.

La transposición de estas directivas al ordenamiento jurídico nacional de las principales potencia europeas, no siguen estándares comunes de comportamiento.

Así cada país analizado aboga por un modelo concreto de Balance Neto, un tipo de modalidad de conexión, una potencia límite específica, etc.

Alemania e Italia, han implementado un modelo de Balance Neto de forma material a través de la creación de normativa legal que establece las condiciones tanto técnicas, administrativas y económicas del suministro de energía eléctrica por Balance Neto, mientras que el caso de Francia y Reino Unido, lo instauran con medidas formales, no crean una norma que obstate legalidad al modelo, sino una serie de incentivos y tarifas a largo plazo, que cumplen los estándares marcados por la U.E.

Por su parte California es un claro ejemplo del éxito de este modelo, con unas leyes claras y transparentes que reducen la incertidumbre regulatoria, además de un sistema de incentivos que consolida el autoconsumo por Balance Neto como una alternativa viable frente a la generación centralizada.

Siguiendo una tendencia progresiva en cuanto al establecimiento de técnicas cada vez más liberalizados para potenciar esta forma de autoconsumo.

Países como Francia y Reino Unido implementan un Balance Neto primario o 1.0, mientras que el caso de Alemania e Italia desarrollan un modelo 2.0 más similar al californiano.

Todos estos modelos se encaminan a reducir los obstáculos que imposibilitan una mayor eficiencia del Balance Neto, aumentando la potencia de la instalación, facilitando los trámites administrativos y económicos, posibilitando la pluralidad de conexiones, así como el establecimiento de un sistema de peajes de acceso acordes y equívocos para impulsar el modelo.

Como aspecto en común ostentan la existencia de los sistemas de FIT, para potenciar el autoconsumo instantáneo y la energía vertida a la red, haciendo más atractiva la generación de energía eléctrica y el autoconsumo por Balance Neto.

Entre los aspectos más importantes para el afianzamiento de dicho suministro se encuentra la fijación de los peajes de acceso, en el autoconsumo instantáneo y la energía diferida.

El sistema de peajes es importante para garantizar la viabilidad del sistema, es preciso determinar que en un supuesto donde el autoconsumo instantáneo sea superior al 70%, el plazo de recuperación de la inversión tiende a ser rentable, con un periodo aproximado de 8 a 14 años.

Los porcentajes de los peajes ayudan a una mayor recuperación de la inversión, son condiciones necesarias pero no suficientes, para que Balance Neto sea viable.

A medida que aumenta la potencia instalada el plazo de recuperación será menor, lo cual se traduce en la existencia de economías de escalas, dando paso a una posible conexión múltiple y un aumento de la potencia instalada con el transcurso del tiempo.

Cuando el consumo instantáneo es menor al 60%, el plazo de recuperación de la instalación con el sistema de peajes no es rentable, superando los 30 años. Es preciso incentivar esta forma de autoconsumo, siguiendo modelos como el californiano o el alemán.

De este modo con una FIT al autoconsumo instantáneo, se permitirá rentabilizar el plazo de recuperación de las inversiones.

Los usuarios acogidos a este modelo se verán beneficiados principalmente por el ahorro reflejado en su factura eléctrica, ya que las instalaciones estas orientadas a cubrir toda la curva de demanda de energía eléctrica del usuario.

En los supuestos en que la generación sea mayor que el consumo, se exportara a la red principal creando derechos diferidos los cuales se compensaran cuando precisa una demanda mayor de energía que la generada por la instalación.

De este modo el usuario se ahorra el coste de la compra de la energía eléctrica a la comercializadora, salvo los correspondientes peajes de acceso por la energía deferida y la auto-consumida instantáneamente.

Estos aspectos están unidas la democratización de la producción de energía eléctrica y la disminución de la dependencia de las grandes

compañías, logrando una concienciación social del coste de la producción de energía eléctrica.

Una regulación acorde permitirá disminuir las pérdidas asociadas al transporte de energía eléctrica alrededor del 10% o 15%, produciendo un ahorro energético.

Disminuyendo la dependencia del suministro eléctrico por parte de las grandes compañías productoras y la dependencia de suministro exterior de energía eléctrica reduciendo la importación de combustibles fósiles, lo cual equiparará la balanza de pagos, llegando a conseguir una reducción del déficit, asociado a la compra de energías eléctrica, favoreciendo el impulso de la inversión privada, disminuyendo la inversión realizada para la optimización de las infraestructuras de la REE y la creación de nuevas plantas de generación.

Además, alivia la red principal eléctrica en las horas de demanda puntas, en periodos pico, ya que normalmente con condiciones climáticas apropiadas las horas de demanda pico serán las horas de mayor generación por parte de las instalaciones acopladas al modelo de generación por Balance Neto.

El gobierno y sus reguladores, se pueden beneficiar de las prácticas regulatorias desarrolladas por las principales potencias europeas, así como de la experiencia del estado de California, sin olvidar las recomendaciones de la CNE, con el propósito de instaurar la mejor regulación posible dentro del sector eléctrico español, para garantizar la viabilidad de este modelo de Auto-consumo y así aprovechar las ventajas intrínsecas del Balance Neto y cumplir los objetivos macro relativos a la diversidad energética, la generación de energía eléctrica eficiente y la reducción de emisiones de CO₂.

19. Conclusión final.

Como conclusión final, me gustaría hacer referencia a una noticia aparecida en el Diario El Mundo el 17 de Septiembre del 2016,

“Costa Rica está muy cerca de conseguir algo con lo que sueñan muchos países ricos de alrededor del mundo: abastecer el 100% de la electricidad que consume el país con fuentes renovables. Durante más de dos meses -

76 días, desde el 16 de junio hasta el último día de agosto- el país entero, viviendas, industrias, comercios, restaurantes, todo ha funcionado sin emitir un solo gramo de los gases de efecto invernadero causantes del cambio climático.

Un año especialmente bueno en lo que a lluvias se refiere ha permitido que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) no haya tenido que encender ni un solo minuto las plantas alimentadas con fuentes fósiles.

Es un récord llamativo, pero tampoco lo es tanto si se tiene en cuenta que en el país centroamericano ya van 150 días 100% renovables en 2016 y que en 2015 hubo 300 días en los que toda la energía que se consumió se produjo con fuentes limpias.

En Alemania, una de las potencias mundiales en energías renovables, estas fuentes cubren el 33% de su demanda anual y se ha llegado a cubrir hasta un 87% de la misma con fuentes limpias, pero sólo durante muy cortos periodos de horas. En España, que también ha sido utilizada como ejemplo de penetración de las energías limpias, se generó en 2015 el 37% de la electricidad consumida. Y la pequeña isla de El Hierro -que cuenta con un proyecto para lograr que la isla sea 100% renovable- tiene el récord de abastecimiento sólo con fuentes limpias en 55 horas seguidas.

Costa Rica, en cambio, además de este récord de 76 días ininterrumpidos 100% renovables, produce más del 94% de la electricidad que consume anualmente con este tipo de fuentes, gracias, sobre todo, al 80% de la electricidad que producen sus cuatro grandes centrales hidroeléctricas. Y, aunque está calificado como uno de los países que mejor está cumpliendo con sus compromisos adquiridos en la Cumbre del Clima de París, según la plataforma científica Climate Action Tracker, tiene un plan aprobado para ser 100% renovable en el año 2021.

Una nueva central hidroeléctrica en el río Reventazón, en la vertiente atlántica del país, acaba de incorporarse como el proyecto eléctrico más grande de Centroamérica, según el ICE. «Traerá 305,5 megavatios de energía firme y renovable para beneficio de todos los sectores del país», asegura Carlos Manuel Obregón, presidente ejecutivo del ICE.

Costa Rica es un país pequeño y con algo menos de cinco millones de habitantes, pero no es el único que ya roza la independencia eléctrica de las fuentes fósiles. Otros como Noruega -con un 60% de su electricidad producida con energías limpias y un plan para ser neutro en carbono en el año 2030- o Uruguay -que alcanzará este año el 30% de su consumo eléctrico con energía eólica- ya caminan en la misma dirección. Islandia no sólo abastece de electricidad a su población gracias a la energía geotérmica y a los saltos de agua, sino que cubre el 70% de su demanda total de energía (incluido el transporte) con fuentes renovables.

«Los países que rondan ese porcentaje de renovables tienen una elevadísima producción hidráulica o geotérmica. Así que, en cuanto lo

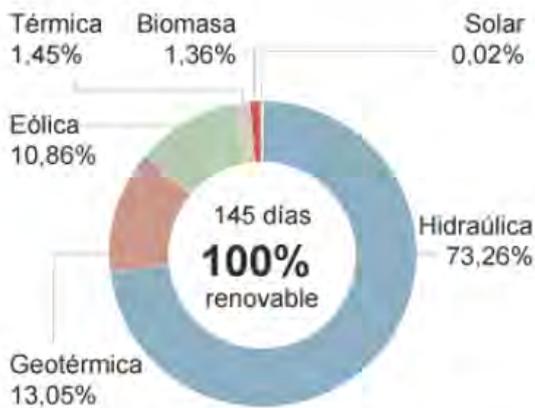
completan con eólica o solar, alcanzan porcentajes muy altos», explica Javier García Breva, ex director del IDAE del Ministerio de Industria y presidente de N2E.

Algunos expertos opinan que, de alguna forma, se trata de un espejismo y que no se puede comparar con países como España, Reino Unido o Estados Unidos. No obstante, otros consideran que lo único que hacen es aprovechar sus recursos naturales, de la misma forma que podría hacer España con el sol o Reino Unido con el viento. De hecho, una investigación realizada en 2013 por el ingeniero industrial de Acciona Santiago Galbete Goyena revelaba cómo podría España hacer la transición hacia un sistema eléctrico 100% renovable usando sólo tecnologías disponibles.

La electricidad en Costa Rica

PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

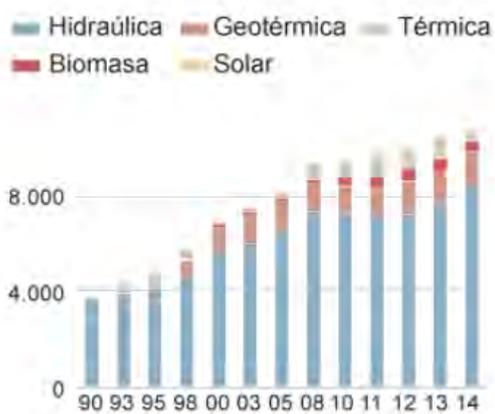
Datos de enero-julio de 2015



Fuente: Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica

EVOLUCIÓN GENERACIÓN ELÉCTRICA

Generación anual en GWH



J.A. / EL MUNDO GRÁFICOS

Para lograrlo, según su trabajo, sería necesario no sólo aumentar la potencia eólica, solar y térmica renovable -biomasa-, sino también instalar sistemas de almacenamiento que permitan disponer de la energía independientemente de si hace viento o brilla el sol. «Se está mejorando mucho en las técnicas de almacenamiento, el vehículo eléctrico es quizá el mejor ejemplo», asegura García Breva. «Pero, al margen de eso, España está en este momento en una muy buena situación para la transición hacia el 100% renovable: tenemos 106.000 megavatios de potencia instalada y la demanda punta del año 2015 fueron 40.000 MW. Eso permite planificar cómo hacerlo con mayor tranquilidad».

Fuente: Diario El mundo, 17 de Septiembre de 2016.

No quería despedirme en estas conclusiones sin abordar este ejemplo bien reciente de energías renovables y del gran avance que Costa Rica ha hecho en este aspecto, la cual resume en sí misma y en su práctica actual, la teoría hecha realidad, aun teniendo en cuenta, que hablamos de un país de poco habitantes, de un consumo de energías fósiles moderado, de una polución por debajo de la media..etc, pero que ha sabido llevar a efecto con gran éxito, las políticas de energías limpias y renovables, que en este proyecto se exponen, aunando el esfuerzo de todos, poniendo a la mesa sectorial eléctrica costarricense de acuerdo y colocando a Costa Rica, a nivel mundial como ejemplo de país puntero y 100% sostenible.

Es el ejemplo claro de que las energías renovables y el auto-consumo, como bien se razona en este proyecto, es el futuro, no tan lejano, si los gobiernos, rompiesen las cadenas que les unen con las eléctricas, se las plantase cara y se luchase verdaderamente por un mundo renovable.

La teoría está y la práctica visto lo visto también.

Todos querríamos ser Costa Rica.

20. Bibliografía / Referencias.

1. Estudio sobre el autoconsumo. 2014. UNEF. (Unión Española fotovoltaica). www.unef.es.
2. Autoconsumo eléctrico. Una propuesta innovadora. 2013. Mercedes Canseco. Fundación ciudadanía y valores. www.funciva.org.
3. Soluciones al autoconsumo. Circuitior, S.A. www.circuitior.com.
4. "El consumidor generador, implicaciones del autoconsumo en el sistema eléctrico". 2015. Conrado Navarro y Juan Luis López Cardenete, Fundación FAES. www.fundacionfaes.org.
5. Autoconsumo en España. 2015. Consultora PwC. www.pwc.es
6. Autoconsumo energético y gestión de la energía. SMA Solar Technology AG. www.sma-iberica.com.
7. Boletín Octubre 2015. Confederación Nacional de Instaladores. www.cni-instaladores.com.
8. Auto consumo fotovoltaico. Raúl Martínez París. Sofos Energía. www.sofos.com
9. Informe Anual 2015 La Energía fotovoltaica, una energía real. UNEF (Unión Española Fotovoltaica). www.unef.es.
10. Solar Power Europe: Global Market Outlook (2016 - 2020). www.solarpowereurope.org.

11. REE: Informe del Sistema Eléctrico Español 2015. www.ree.es.
12. IRENA: Potencial de reducción de costes para solar y eólica (2016). International Renewable Energy Agency. www.irena.org.
13. Análisis comparativo de instalaciones fotovoltaicas. Influencia de la potencia pico, temperatura del panel y conexionado serie. Jorge Valero Ortega. Feb. 2011.
14. Aplicación de la tecnología fotovoltaica, en un grupo de empresas del sector de la automoción. Ana García del Canto, Abril. 2013.
15. Análisis del Balance Neto fotovoltaico. César Arribas González. Julio 2012.
16. Instalación solar fotovoltaica, instalada a red en nave industrial. Ismael Blanco Sardinero. Marzo 2014.
17. Autoconsumo en centros de educación. Luis Miguel Alonso Pérez y Arturo Cambero Fernández. Enero 2013.
18. Análisis del suministro de energía eléctrica por balance neto. Rubén de la Riva Rodríguez. 2013.
19. Evaluación técnica y económica de las distintas opciones de auto consumo y balance neto fotovoltaico. María Angeles Aterido Galdón. 2014.
20. Costa Rica renovable al 10%. Diario El Mundo. 18 de Septiembre 2016. www.elmundo.es.
21. Coste de la pérdidas (%) y de la red, según la penetración de generación fotovoltaica. Fuente: The Future of Solar Energy. (MIT).
22. Esquema del autoconsumo. Fuente: www.sud.es (empresa energías renovables).
23. Coste de la energía eléctrica para un consumidor doméstico. Segunda mitad del 2014. Fuente: Eurostat.
24. Irradiación anual sobre un módulo fotovoltaico óptimamente inclinado en los 28 países miembro de la UE. Fuente: Joint Research Centre.
25. Irradiación media diaria de España según zonas climáticas. Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
26. Ingresos unitarios y totales previstos por grupo tarifario. Fuente: CNMC.
27. Agencia Internacional de la Energía. www.iea.org.