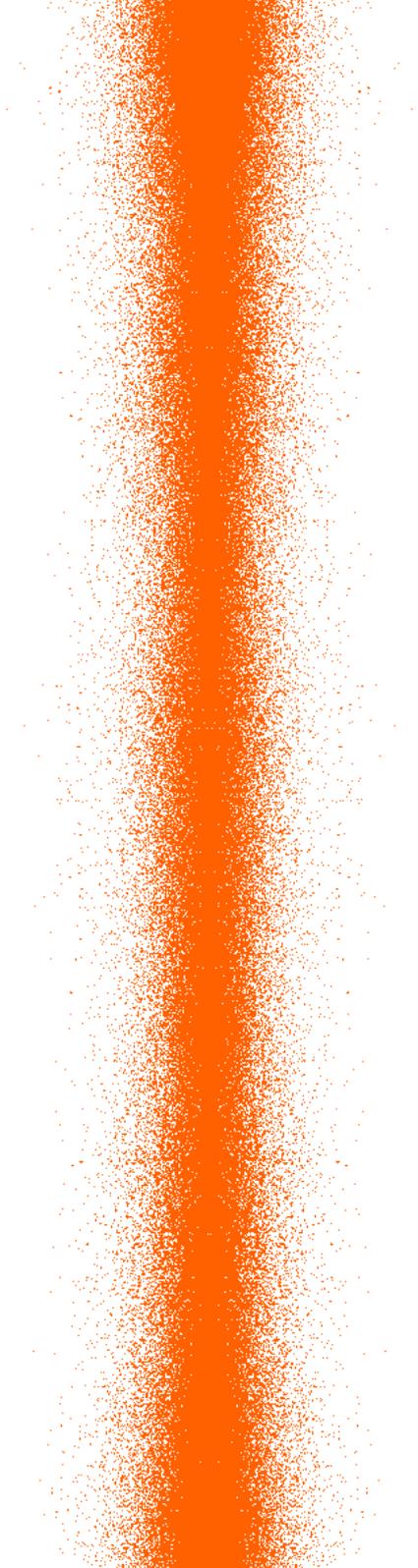


Cubo de Necker

Avanzamos hacia un nuevo paradigma energético. Un modelo eléctrico descentralizado que se sostiene sobre cinco pilares: renovables, innovación tecnológica, gestión de la demanda, redes inteligentes y el papel central del consumidor. En definitiva, un sistema donde el todo es mucho más que la suma de las partes.



«Donde arden lámparas hay  
manchas de aceite; donde arden velas,  
gotas de cera; únicamente la luz del sol  
ilumina pura y sin mancha.»

*Johann Wolfgang von Goethe*  
Poeta, novelista, dramaturgo  
y científico alemán

## 01 — 6

¿Qué es el autoconsumo eléctrico?

## 02 — 20

Autoconsumo y cambio climático

## 03 — 30

Situación y regulación del autoconsumo en España

## 04 — 42

Situación en otros países europeos

## 05 — 52

Evolución histórica de la tecnología fotovoltaica

## 06 — 66

¿Cómo consumen los hogares?

## 07 — 90

Impacto del autoconsumo sobre el sistema eléctrico

# 01

## ¿Qué es el autoconsumo eléctrico?

A partir de pequeñas instalaciones fotovoltaicas o eólicas implantadas en los hogares, transformamos la radiación solar o la fuerza del viento en electricidad. De tal forma, que el consumo eléctrico demandado en el hogar es suministrado por la energía eléctrica que producimos por medio de fuentes renovables.



La Real Academia Española (RAE) define el autoconsumo como el “consumo de bienes o recursos, especialmente agrarios, por parte de quien los produce”. Esta definición parece un tanto anticuada y desbordada por el desarrollo tecnológico, por lo que es de esperar que sea actualizada en el futuro.



#### Autoconsumo

El concepto de autoconsumo ha existido en nuestras vidas desde el Neolítico, los humanos empezamos a cultivar para nuestro uso y consumo antes que para la venta o intercambio de los productos.

A pesar de ello, en la definición de la RAE aparecen tres palabras clave que, juntas, adquieren toda su dimensión: consumo, bienes, produce. Es decir, podemos ser capaces de producir un bien y consumirlo al mismo tiempo. En el ámbito agrario, que destaca la RAE en su definición, las posibilidades de autoconsumo son bastante claras si disponemos de un huerto en el que plantamos y recolectamos productos que luego consumimos sin necesidad de acudir al mercado para comprarlos.

De hecho, desde el Neolítico, en que la economía de las sociedades humanas evolucionó desde la recolección, la caza y la pesca a la agricultura, el concepto de autoconsumo ha existido en nuestras vidas. Los humanos empezaron a cultivar para su uso y consumo antes que para la venta o intercambio de sus productos, es decir para su autoabastecimiento.

Fuera del ámbito rural, en la actualidad se están produciendo bienes en los hogares para uso propio. Por ejemplo, una persona puede fabricarse su propia cerveza (se venden kits para ello en muchos supermercados) o, con la universalización y socialización de la maquinaria, uno puede fabricarse sus propios muebles, o fabricarse su propio jabón, etc.

Esta tendencia actual parece que es tremendamente novedosa y vanguardista,



## Autoconsumo renovable

Los paneles solares y los aerogeneradores instalados en los hogares facilitan que la energía eléctrica que producimos para nuestro propio consumo sea de origen renovable.



## Autoconsumo en el hogar

El desarrollo tecnológico actual permite que cualquier hogar pueda producir su propia energía eléctrica.

## El precio, la clave

Producimos un bien cuando el coste de fabricarlo, incluido el tiempo, es inferior al coste de adquirirlo en el mercado.

aunque, en la realidad, no supone sino un retorno a actividades que se realizaban hace más de 50 años, pero que se dejaron de hacer. La cuestión que surge es ¿por qué dejaron de realizarse? Aparte de otras consideraciones, un elemento clave para que una actividad o un bien deje de producirse es el precio. Esto es, vamos a producir un bien cuando el coste de fabricarlo, incluido el tiempo, sea inferior al coste de adquirirlo en el mercado. Esta es una cuestión que, indirectamente, va a aparecer a lo largo del presente cuaderno.

Volviendo al caso agrario, si, por ejemplo, en el huerto plantamos tomates, pueden darse distintas situaciones de las que, a su vez, surgen las siguientes preguntas:

- o ¿Me permiten las leyes tener un huerto en mi casa y plantar tomates?, ¿qué requisitos sanitarios debo cumplir?
- o ¿Puedo consumir todos los tomates que produzco?
- o Si tengo excedente de tomates, ¿puedo guardarlos para el futuro?, ¿almacenarlos?
- o Esos excedentes, ¿podría vendérselos a mi vecino?, ¿podría venderlos en el pueblo de al lado?, ¿en el país vecino?
- o ¿Qué pasa si quiero más tomates de los que produzco?
- o En el caso en que quiera tomates fuera de temporada, ¿dónde y cómo podría comprarlos?
- o ¿Estoy perdiendo dinero produciendo mis tomates?, ¿me resultaría más barato ir a comprarlos al mercado?
- o ¿Puedo ser autosuficiente?

o Si esta práctica se extiende, ¿debería conocer el Estado el volumen de producción total para que no se den situaciones, por ejemplo, de desabastecimiento cuando la producción se vea mermada por plagas o climatología adversa?

o ¿Debería reportarse a la Unión Europea esta producción dentro del desarrollo de la Política Agraria Común?

Volviendo a la definición que da la RAE de autoconsumo, al principio de este apartado se mencionaba que la definición había quedado un tanto anticuada. Esta obsolescencia de la definición es consecuencia de cambios que se han producido en la sociedad, costumbres, así como de los cambios que se producen como consecuencia de la evolución de la tecnología. De esta manera, no hace muchos años, era impensable para cualquier hogar producir su propia energía eléctrica, o luz como se denomina comúnmente. Lo primero que hacía cualquier persona que adquiría una vivienda era llamar a su compañía eléctrica de referencia para “engancharse” y poder tener “luz”. En la actualidad, existen otras alternativas consecuencia del desarrollo tecnológico.

Efectivamente, a día de hoy para un hogar es posible instalar unos paneles fotovoltaicos en el tejado o en la azotea de su vivienda, o un aerogenerador, con los que producir su propia energía eléctrica. Es decir, a partir de la radiación solar, fuente de energía infinita y con coste cero, mediante los paneles instalados, la radiación se transforma en energía eléctrica. Y de manera análoga, un aerogenerador transforma la fuerza del viento en energía eléctrica. Esta energía eléctrica producida por el hogar, “entra” directamente en la instalación eléctrica interna de la vivienda de forma tal que, el consumo eléctrico que estemos realizando en ese momento va a ser suministrado por la energía eléctrica que hemos producido, con la

ventaja adicional de que esta electricidad es producida con una fuente de energía completamente renovable. En otras palabras, estamos autoconsumiendo. <sup>①</sup> ver infografía páginas 16 y 17

En realidad, el autoconsumo existe desde hace muchos años, de hecho, en la industria, la cogeneración<sup>1</sup> siempre ha estado en régimen de autoconsumo total o parcial y vierten a la red sus excedentes por los cuales reciben retribución adicional si tienen derecho a ello.

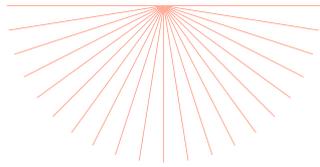
Sin embargo el autoconsumo fotovoltaico y eólico, en pequeñas instalaciones, no se había desarrollado a gran escala hasta ahora, debido a que, por un lado no estaba regulado convenientemente hasta hace pocos años y por otro, porque el coste de la tecnología no lo permitía. Por poner un ejemplo, el precio de los paneles ha caído un 80% en 10 años, lo cual permite abordar la inversión necesaria en estos momentos de manera que su instalación pueda resultar competitiva en determinadas circunstancias.

Sin embargo, como todo, frente a las claras ventajas que tiene la instalación de paneles fotovoltaicos para autoconsumir, también surgen dudas e inconvenientes que es necesario tener en cuenta a la hora de asumir una inversión de este tipo en nuestra vivienda. Si retornamos al ejemplo de los tomates mencionado en párrafos anteriores, las mismas dudas y preguntas que nos surgían pueden aplicarse al caso de la instalación de paneles fotovoltaicos en nuestra vivienda, por lo que podemos reformular estas preguntas de la siguiente manera y a las que se intentará dar luz en el presente cuaderno:

1. Cómo está regulado el autoconsumo en España, y en qué condiciones puedo realizar la instalación.

Esquema de producción eléctrica a partir de paneles solares

# Sol



## Panel solar

FOTOVOLTAICO



## Inversor

230V AC 50Hz



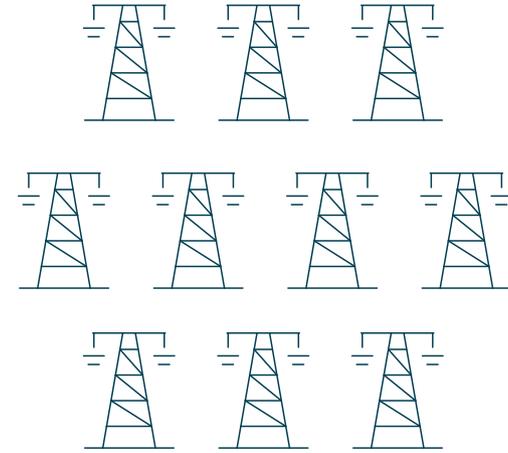
## Consumos



## Cuadro eléctrico



## Contador



## Red eléctrica

DE CALLE





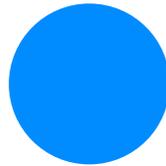
## Autoconsumo eléctrico

Existe desde hace muchos años. La cogeneración se ha gestionado siempre en régimen de autoconsumo, vertiendo a la red sus excedentes eléctricos.



## Desarrollo a gran escala

La ausencia de regulación y el coste de la tecnología no han permitido hasta ahora la posibilidad de un desarrollo a gran escala del autoconsumo eléctrico.



## Dudas a resolver

Frente a las claras ventajas que tiene el autoconsumo, también surgen dudas, a la hora de asumir una inversión de este tipo, a las que este cuaderno pretende dar luz.

2. Cuánto puedo producir con mi instalación y en qué momento.
3. De qué forma y cuándo estamos consumiendo la energía eléctrica.
4. A partir de los puntos 2 y 3 podremos conocer:

- a.Cuál es mi grado de autosuficiencia.
- b. Qué pasa con mi energía excedentaria: la que produzco y no soy capaz de consumir.
- c. Cuanta energía necesito tomar de la red o, lo que es lo mismo, del sistema eléctrico.

Además, aunque está fuera del alcance de este cuaderno, desde el punto de vista financiero de un hogar, adicionalmente sería necesario valorar aspectos tales como la dimensión de la instalación y la inversión necesaria, el precio al que compramos la energía eléctrica o el precio al que nos retribuirían la energía excedentaria, para valorar la decisión de acometer o no una inversión de este tipo.



# 02

## Autoconsumo y cambio climático

El autoconsumo eléctrico, al tratarse de generación con energías renovables, es una potente herramienta para luchar contra el cambio climático y avanzar con éxito en el camino de la transición energética en los próximos años.



Pero antes de entrar en las cuestiones lanzadas al final del capítulo anterior, conviene entender por qué el autoconsumo es algo tan relevante y a lo que la sociedad está dando tanta importancia en los últimos años.



#### Nuevo modelo energético

La transición energética conlleva un cambio de modelo en el que la energía producida con hidrocarburos dé paso a otro modelo donde la energía proceda de fuentes renovables libres de CO<sub>2</sub>.

A diferencia de hace unos años, actualmente nadie duda de que el cambio climático es una realidad científicamente probada. En este contexto, el cuidado del medioambiente se ha convertido en una prioridad en un mundo en lucha contra las emisiones de gases efecto invernadero que están agravando la continuidad del planeta Tierra, al menos como lo conocemos hasta ahora. Esta prioridad se ha traducido en el establecimiento del objetivo de contener la temperatura anual por debajo de los 2°C respecto a la época preindustrial y alcanzar la neutralidad de emisiones a medio y largo plazo. Para alcanzar estos objetivos se ha planteado una transición energética o, lo que es lo mismo, cambiar de un modelo energético en el que se emplean energías producidas con hidrocarburos, a otro modelo en el que la energía es producida con fuentes renovables y limpias.

Como consumidores podemos contribuir a este cambio de modelo energético. Así, desde el punto de vista de nuestro consumo energético, por ejemplo, podemos aportar nuestro granito de arena para solucionar este problema mediante el ahorro de energía (siendo más eficientes) y mediante el uso de las energías renovables, a través del autoconsumo fotovoltaico o eólico.

Desde un punto de vista práctico, el autoconsumo es una potente herramienta



## Nuestra contribución

Debemos ser más eficientes potenciando el ahorro de energía y el uso de las energías renovables a través del autoconsumo fotovoltaico o eólico.



## Empoderamiento del consumidor

El autoconsumo empodera a los consumidores, reduciendo su dependencia de la empresa que le suministra la energía eléctrica.

## Aliado del sistema eléctrico

El autoconsumo, combinado con el almacenamiento, permite al consumidor ser responsable de sus decisiones de consumo, convirtiéndose en aliado del sistema eléctrico.

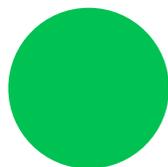
en manos de los ciudadanos para luchar contra el cambio climático y participar activamente en la transición energética ya que, a la vez que se ahorra en la factura eléctrica, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> al tratarse de generación con energías renovables. Cuantas más personas se involucren en la transición energética, mayor será su aceptación pública y menor será su coste. Volviendo a la analogía que hacíamos al principio, al plantar los tomates estamos contribuyendo a la descentralización de la producción, con lo que ello supone en la reducción de emisiones asociadas al transporte de los tomates desde el lugar donde se cultivan al lugar donde se consumen.

Esta herramienta empodera a los consumidores reduciendo, aunque no eliminando, su dependencia de la empresa que le suministra la energía eléctrica. Con el autoconsumo, el consumidor no solo es responsable de sus decisiones de inversión, sino que, combinado con los sistemas de almacenamiento<sup>1</sup>, va a ser responsable de sus decisiones de consumo convirtiéndose en aliado del sistema eléctrico y ayudándole a que se adapte mejor a los patrones de consumo.

Ahora, todos los ciudadanos responsables con el cambio climático que nos hemos planteado hacer algo importante por el planeta podemos dar un paso más. Hasta ahora ya hacíamos todo lo que estaba en nuestras manos, apagar todas las luces, el stand-by de los aparatos eléctricos, usar transporte público o bicicleta, comer productos ecológicos y de temporada..., pero hasta ahora no nos habíamos planteado que eso de las renovables estaba también a nuestro alcance. El autoconsumo individual o colectivo a partir de placas fotovoltaicas o de aerogeneradores es una forma de contribuir a los objetivos a alcanzar en la lucha contra el cambio climático.

## Objetivos energéticos 2030

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima contempla una reducción de las emisiones del 21% y que la energía final consumida proceda de fuentes renovables en un 42%.



### Un paso más

Además de ser energéticamente más eficientes, ahora también podemos ser más responsables con el cambio climático al tener las energías renovables a nuestro alcance.



### Beneficios del autoconsumo

Además de contribuir al desarrollo tecnológico y a la innovación, fomenta la creación de empleo y fortalece la competitividad de las empresas.

En febrero de este año se publicó el borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) que nuestro gobierno remitió a la Comisión Europea para su revisión, cumpliendo así el mandato para que todos los Estados miembros manifestasen cómo van a contribuir a los objetivos globales de la Unión Europea. España, en este documento, se compromete a reducir las emisiones en un 21% en 2030 respecto a 1990 y que la energía final<sup>2</sup> sea procedente de fuentes renovables en un 42%. Esto equivale a que el 74% de la generación eléctrica proceda de estas fuentes de energía limpias.

Con las posibilidades que nos ofrece la tecnología hoy en día, todos los ciudadanos podemos contribuir a este objetivo si decidimos instalar placas solares fotovoltaicas en nuestro tejado o fachada para aprovechar la energía que nos regala el sol y autoconsumir nuestra propia generación eléctrica.

Además de contribuir a estos objetivos y ser un instrumento para luchar contra el cambio climático, el autoconsumo eléctrico renovable también tiene beneficios para la economía porque fomenta la creación de empleo directo, cualificado y local y contribuye a fortalecer la competitividad de las empresas, además de contribuir al desarrollo tecnológico y a la innovación.

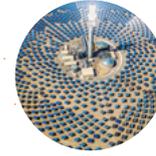
# 03

## Situación y regulación del autoconsumo en España

En 2019 se publica el Real Decreto 244/2019, una nueva legislación que establece unas condiciones técnicas, administrativas y económicas que favorecen el autoconsumo de una forma más acorde con lo establecido en Europa.



Como hemos dicho antes, una de las razones para que hasta ahora no se hubiera instalado autoconsumo de manera masiva era la falta de una regulación apropiada.



#### Históricamente

La legislación existente ha estado orientada más a la “autoproducción” de medianos y grandes consumidores, que al pequeño consumidor doméstico.

Históricamente, el autoconsumo ha estado incluido en la legislación española, para recoger el hecho de que existían pequeños productores de energía eléctrica que utilizaban parte de la producción de sus instalaciones para uso propio, y otra parte, la vendían al sistema eléctrico. Estas instalaciones eran, normalmente, industrias que aprovechaban la energía eléctrica producida para alimentar su propio proceso productivo y, además, podían aprovechar el calor residual resultante de la producción de energía eléctrica. Esto venía a ser un tipo de cogeneración y, a este tipo de productores, se les denominaba “autoprodutores”.

De esta manera, la legislación existente estaba orientada más a la “autoproducción” de consumidores medianos-grandes, que al pequeño consumidor (incluido el doméstico), por lo que la implementación del autoconsumo en este tipo de consumidores no se desarrolló adecuadamente.

No es hasta la segunda década del siglo XXI<sup>1</sup>, en 2015, cuando se acomete la tarea de que la legislación regule cómo un pequeño consumidor puede autoconsumir. Esto es, producir su propia energía eléctrica para su propio consumo. Este primer intento tuvo cierta polémica ya que incluía lo que popularmente se vino a denominar como “impuesto al sol”. La polémica no

## En 2015

Se acomete por primera vez la tarea de regular cómo un pequeño consumidor puede autoconsumir, y se implanta el denominado “impuesto al sol”.



## Impuesto polémico

La polémica del “impuesto al sol” se centraba en que se aplicaba un peaje sobre la energía que se estaba autoconsumiendo.



## En 2019

Se publica una nueva legislación que, además de abolir el “impuesto al sol”, establece unas condiciones que favorecen el autoconsumo.

se centraba en que había que pagar un peaje si queríamos estar conectados al sistema eléctrico para poder disponer de electricidad cuando no dispongamos de recursos propios, situación que, como veremos más adelante, es absolutamente necesaria para mantener nuestra calidad de vida. La polémica se producía porque dicho peaje se aplicaba, además, sobre la energía que estábamos autoconsumiendo sin haber pasado por el sistema eléctrico. Además de ello, la legislación incluía una serie de trámites administrativos engorrosos que, en la práctica, introducían barreras elevadas al desarrollo del autoconsumo.

Con posterioridad a la legislación mencionada del año 2015, la Unión Europea, entre las diversas acciones que está llevando a cabo para luchar contra el cambio climático, publica, en 2018, una Directiva<sup>2</sup> para favorecer el uso de energías renovables en Europa. Esta directiva, entre otras cuestiones que abarca, establece un marco genérico de condiciones para impulsar, de forma decidida, el autoconsumo y que además este sea realizado con fuentes de energía renovables.

España, como cualquier otro país miembro de la Unión, está obligada a transponer esta Directiva a la legislación nacional por lo que, aunque con anterioridad a la publicación de la directiva había establecido unas líneas maestras<sup>3</sup> para regular el autoconsumo en España, en el primer cuatrimestre del año 2019 publicó una nueva legislación, el Real Decreto 244/2019 en la que, además de abolir el denominado “impuesto al sol”, establecía unas condiciones técnicas, administrativas y económicas que favorecen el autoconsumo de una forma más acorde con lo establecido en Europa.

A grandes rasgos, y en el ámbito de este cuaderno, se puede destacar:

- o Simplifica y facilita los procedimientos administrativos para poder ser autoconsumidores.
- o Permite que la instalación esté cerca del punto de consumo (menos de 500 metros) y no, necesariamente, en el punto de consumo.
- o Se puede optar, o no, por vender al sistema la energía eléctrica que he generado y no he consumido.
- o Si optamos por vender nuestra energía excedentaria al sistema se establece un mecanismo para que el consumidor sea compensado.
- o Además del autoconsumo individual, permite el autoconsumo colectivo. Esto es, que podemos ponernos de acuerdo con nuestros vecinos para compartir la electricidad producida por la(s) instalación(es). Sería como si una comunidad de propietarios, bien avenida, decidiese dedicar un espacio para construir un huerto cuya cosecha fuese compartida por todos los integrantes de la comunidad.

Aun así, a pesar de la simplificación a la hora de tramitar una instalación de autoconsumo, hay que seguir una serie de pasos que pueden resultar complejos, dado que puede implicar a varias administraciones. A fin de facilitar el proceso de tramitación de estas instalaciones el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) ha publicado una "Guía Profesional de tramitación del Autoconsumo" en la que se describen todos los pasos a seguir cualquiera que sea la modalidad de autoconsumo al que se está acogido<sup>4</sup>.

Otro impulso al autoconsumo colectivo va a ser el nuevo Código Técnico de Edificación que está preparando el gobierno. El 14 de junio de 2019 acabó el plazo para una consulta pública sobre el proyecto de Real Decreto que modifica el actual.

El actual Código Técnico de la Edificación se modificó en 2006 precisamente para incluir la obligación para viviendas de nueva construcción de incluir una instalación para aporte de agua caliente sanitaria a través de placas solares térmicas en los tejados.

En la presente propuesta de modificación se pretende impulsar el empleo de energía procedente de fuentes renovables mediante la potenciación del autoconsumo eléctrico incluyendo una obligación de generación mínima en viviendas residenciales de nueva construcción con placas fotovoltaicas<sup>5</sup>.

Asimismo, se incluyen las condiciones para desarrollar las infraestructuras mínimas necesarias para la recarga inteligente de los vehículos eléctricos en los aparcamientos de los edificios<sup>6</sup>.

A diferencia de otros países, en España existen diversos aspectos que han limitado hasta ahora la penetración de autoconsumo. Entre ellos se encuentran:

- o Aspectos regulatorios. En el apartado anterior hemos visto como la antigua normativa de autoconsumo (RD 900/2015) imponía una serie de barreras al desarrollo del autoconsumo como el denominado "impuesto al sol", la complejidad de los trámites administrativos para poder dar de alta una instalación y la prohibición de autoconsumo compartido.
- o Viabilidad económica. El autoconsumo sin incentivos no ha sido viable económicamente debido al alto coste de la tecno-



## Tramites para el autoconsumo

Para facilitar los trámites, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) ha publicado una "Guía Profesional de tramitación del Autoconsumo".



## Autoconsumo colectivo

La nueva legislación permite que una comunidad de vecinos pueda compartir la electricidad producida por la instalación renovable implantada en su urbanización.

## Impulso al autoconsumo

La normativa actual, junto con el menor coste de la tecnología, permitirá a nuestro país alcanzar a los países europeos líderes en autoconsumo.

logía fotovoltaica y a la imposibilidad en muchos casos de recibir retribución económica por la energía excedente. Además la renta media disponible en España es inferior a la de otros países de la unión Europea como Alemania o Reino Unido.

o Tipología de las viviendas. En España solo un tercio de las viviendas son unifamiliares y una parte considerable de los tejados de estas viviendas presentan complejidades para instalar paneles, lo que supone que la superficie total disponible para autoconsumo es inferior en comparación con otros países europeos.

Sin embargo, la nueva normativa del autoconsumo junto con la caída de los precios de los módulos fotovoltaicos impulsará el autoconsumo permitiendo que España pueda alcanzar en un futuro próximo a los países europeos líderes en autoconsumo.

# 04

## Situación en otros países europeos

Los países europeos más avanzados en autoconsumo lideran el avance en este aspecto, debido a las políticas regulatorias de energías renovables y al establecimiento de iniciativas para su fomento.



**El Real Decreto 244/2019 sobre autoconsumo va a revolucionar la escena española en cuanto a esta actividad.**



#### **Autoconsumo en España**

A pesar de tener un recurso solar importante, nuestro país cuenta con 10.000 instalaciones de autoconsumo fotovoltaico, cifra muy inferior a la que disponen los principales países europeos.

Si echamos un vistazo a los países europeos más avanzados en este aspecto veremos que las políticas regulatorias de energías renovables y el establecimiento de iniciativas para fomentar el autoconsumo han permitido que a día de hoy estos países sean líderes en autoconsumo<sup>1</sup>.

#### **Alemania**

Un ejemplo de éxito es el caso de Alemania. Desde la aprobación de su Ley de Energías Renovables (EEG) hace casi 20 años, Alemania ha llegado a convertirse en líder mundial de las energías renovables y en particular de autoconsumo con energía fotovoltaica.

Ya desde 1990 se llevaron a cabo con gran éxito programas para la instalación de placas solares en tejados. En particular, entre 1990 y 1995 se llevó a cabo el programa de los “1.000 tejados solares” y su éxito propició su ampliación mediante el programa de los “100.00 tejados solares”, entre 1999 y 2003.

Sin embargo, el verdadero impulso para el desarrollo comenzó en el año 2000 con la aprobación de la Ley de Energías Renovables que garantizaba una retribución fija por la energía vertida a la red y reconocía el derecho de cobro durante 20 años.



## Alemania

Es líder mundial en energías renovables y, en particular, en el autoconsumo fotovoltaico, con más de un millón y medio de instalaciones.



## Reino Unido

Es otro país líder en implantación de medidas que favorecen el autoconsumo, lo que se traduce en 800.000 instalaciones registradas.



## Italia

Ha logrado, gracias a la puesta en marcha de diferentes medidas, que en la actualidad haya en el país 700.000 instalaciones de autoconsumo.

Estas políticas han logrado que un país con mucho menos recurso solar que España tenga actualmente más de un millón y medio de instalaciones frente a las 10.000 instalaciones de España.

## Italia

Italia ha sido, desde la entrada en vigor del protocolo de Kyoto<sup>2</sup>, uno de los líderes en energías renovables junto con Alemania.

Para fomentar el desarrollo de la energía fotovoltaica y del autoconsumo, Italia ha empleado diferentes medidas.

Entre ellas, se encuentra el plan denominado "10.000 techos solares" en el año 2001 y el plan "Conto Energía" (Factura de energía) entre 2005 y 2013.

Respecto a compensación por excedentes de energía, las instalaciones de más de 20kW<sup>3</sup> pueden optar por el llamado balance neto. El balance neto es un mecanismo que permite verter a la red la energía excedente y poder "recuperar" esta energía consumiéndola cuando se necesite. A partir de 2013 se opta por la compensación económica, es decir, la retribución del excedente de energía que se vierte a la red.

Además las instalaciones de fotovoltaica, en general, se benefician de un IVA reducido, 10% en lugar de 20%, y las de autoconsumo fotovoltaico pueden beneficiarse de unos precios garantizados. Las instalaciones de hasta 100 kW pueden elegir entre una prima mínima garantizada y el precio de mercado.

El resultado de estas medidas es una cantidad de 700.000 instalaciones de autoconsumo.

## Capacidad solar PV rooftop instalada en el sector residencial 2016 (W/per cápita)

Fuente: Monitor Deloitte: "Los retos y las necesidades de las redes para el despliegue eficiente del autoconsumo".

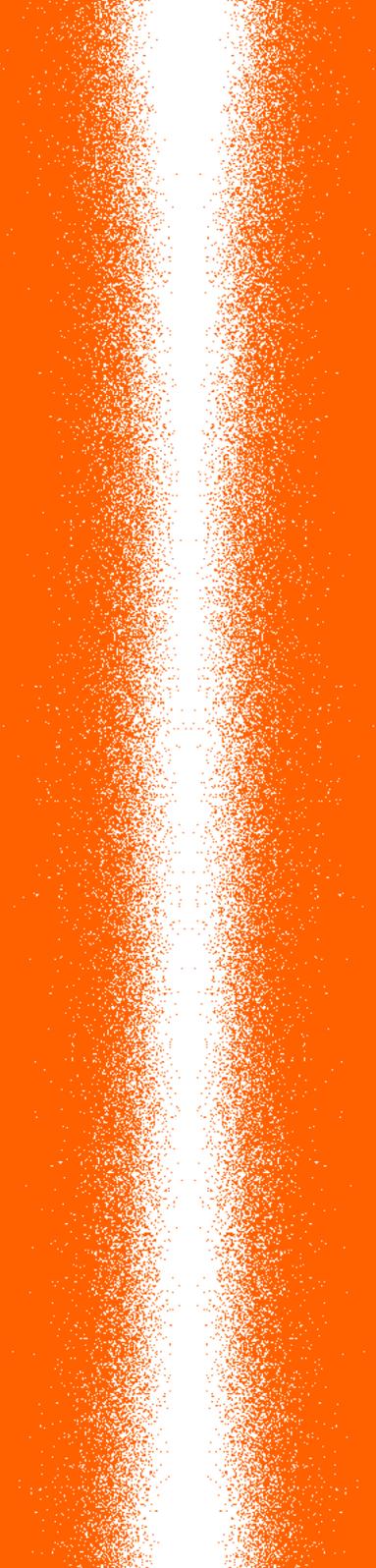
Irradiación diaria media (kWh/m<sup>2</sup>)



## Reino Unido

Otro país con una gran cantidad de autoconsumo solar fotovoltaico instalado es Reino Unido con 800.000 instalaciones registradas. De nuevo, el éxito de las instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico se debe a políticas y medidas que fomentan su autoconsumo. Entre ellos se puede destacar los programas "Renewable Obligation" y "Feed-in Tariff".

En definitiva, España no es actualmente un país líder en la instalación de autoconsumo en comparación con el resto de países europeos, a pesar del elevado recurso solar. El gráfico siguiente permite ilustrar este aspecto comparando la capacidad solar fotovoltaica instalada en tejados en 2016 con otros países europeos.

A vertical beam of light, composed of a bright white center and a textured orange glow, runs down the center of the page.

05

## Evolución histórica de la tecnología fotovoltaica

La reducción del precio de la energía fotovoltaica como consecuencia de las economías de escala en la producción de la tecnología y de la eficiencia energética de las instalaciones, unido a los aspectos regulatorios, son los factores que explican el auge del autoconsumo fotovoltaico.



Como hemos mencionado ya, el desarrollo del autoconsumo va aparejado al de la tecnología solar fotovoltaica, por lo que en este cuaderno vamos a centrarnos fundamentalmente en ella.



#### **LCOE (Levelized Cost Of Electricity)**

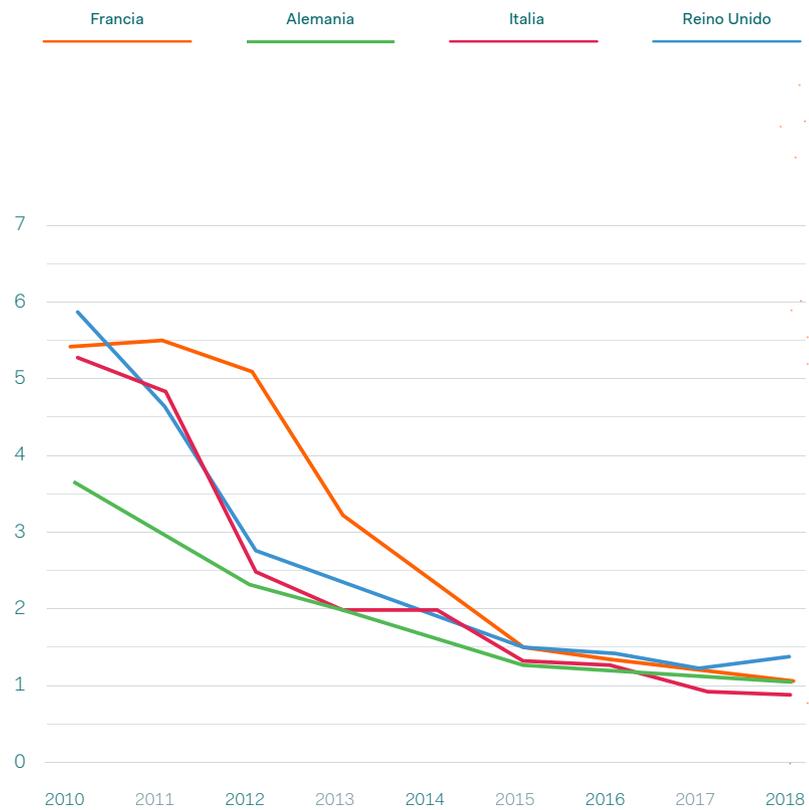
Indicador que permite comparar el precio de generar electricidad, en este caso mediante energía fotovoltaica, con el precio de comprar la energía eléctrica a la compañía eléctrica.

Merece la pena analizar la evolución de esta tecnología a lo largo de los últimos años<sup>1</sup> en donde la mejora en los costes ha sido espectacular como se aprecia en el gráfico en la página 58.

Sin embargo, generar electricidad mediante un sistema de autoconsumo fotovoltaico no solo incluye los costes de los paneles solares. Para poder comparar el precio de generar electricidad, en este caso mediante energía fotovoltaica, con el precio de comprar la energía eléctrica a la compañía eléctrica, se emplea el denominado LCOE (Levelized Cost Of Electricity), es decir, el coste de generar electricidad incluyendo todos los costes a lo largo de la vida útil del proyecto: la inversión inicial, costes de operación y mantenimiento, coste de combustible (que en este caso es cero), coste de capital, etc. En este sentido, como se puede observar en el siguiente gráfico el LCOE ha experimentado una gran disminución al igual que el precio de los paneles.

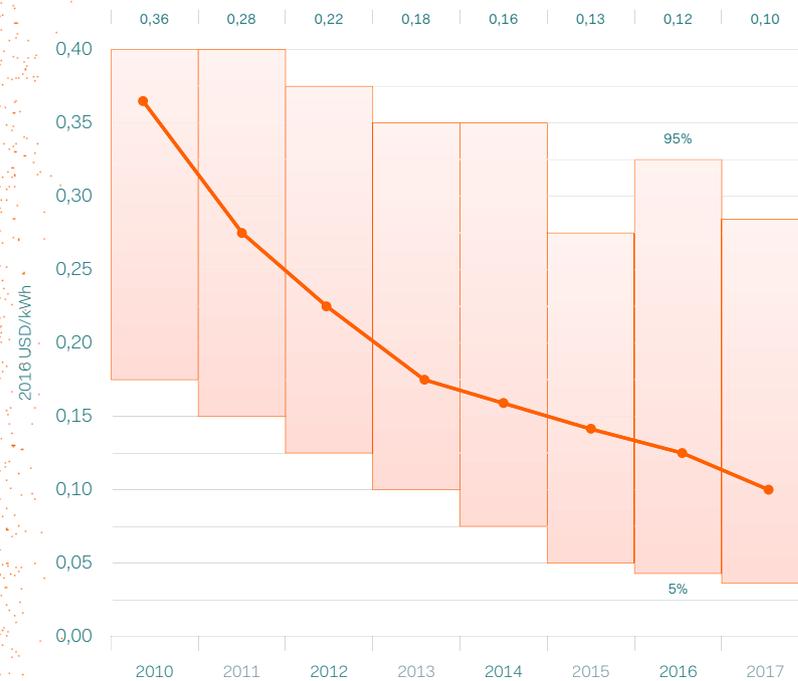
Es importante tener en cuenta también que a pesar del ahorro por la energía no consumida de la red, la instalación de autoconsumo requerirá el consumo de energía de la red eléctrica en los momentos en que la generación es muy baja o el consumo muy alto y por tanto los costes fijos debidos al peaje de acceso no se podrán ahorrar en la factura eléctrica.

## Evolución del precio del panel solar fotovoltaico (\$/W)

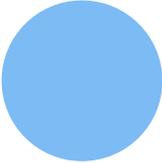


Fuente: Hogarsense.es (con datos de IRENA)

## Evolución de LCOE para fotovoltaica 2010 – 2017



Fuente: IRENA "Renewable Power Generation Costs in 2017"



## Despliegue fotovoltaico

El menor coste de la tecnología fotovoltaica junto con la nueva normativa serán el motor del despliegue del autoconsumo en los próximos años.



## Energía fotovoltaica

La tecnología fotovoltaica ofrece unos costes de operación moderados y muy predecibles, por ello se convierte en la tecnología favorita de los inversores.



## “Paridad de Red”

Momento en el que empieza a ser rentable una instalación fotovoltaica de autoconsumo respecto al coste de comprar energía a una compañía eléctrica.

Una instalación fotovoltaica de autoconsumo empezará a ser rentable en el momento en el que el coste de comprar energía eléctrica a la compañía eléctrica se equipare al LCOE, es decir, en el momento en el que se alcance la denominada “Paridad de Red” tal y como se puede observar en el gráfico de la página 62.

Además de unos costes muy atractivos, la tecnología fotovoltaica ofrece otra gran ventaja, unos costes de operación moderados y muy predecibles, de ahí que tenga todos los factores para convertirse en la tecnología favorita de los inversores.

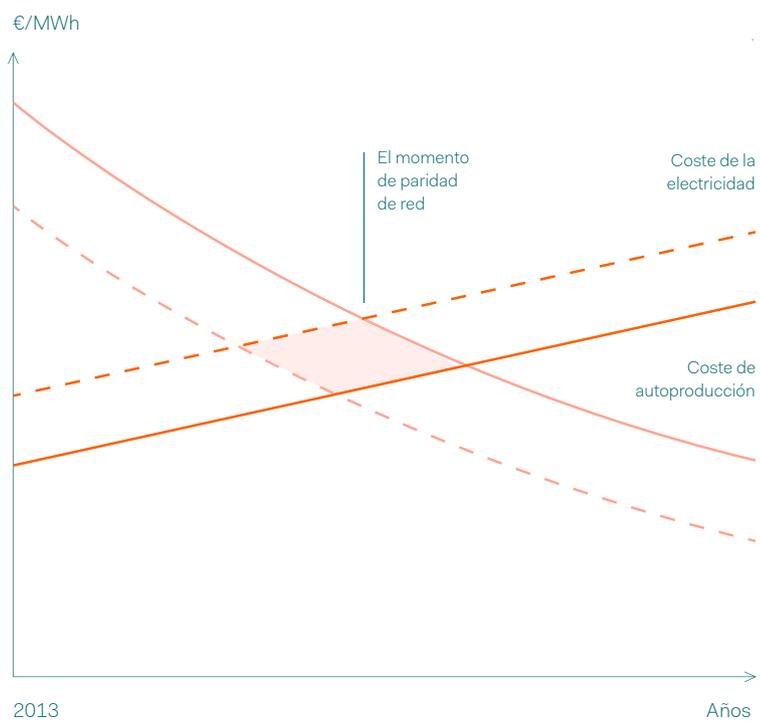
Estas enormes reducciones de precio se han conseguido debido a dos factores principalmente:

- o Economías de escala, gracias a la producción súper automática de módulos e inversores en fábricas muy grandes que integran casi todas las fases del proceso productivo y a la construcción de plantas de gran tamaño.
- o Aumento de la eficiencia de los módulos que permite generar más energía con células fotovoltaicas de la misma superficie.

Sin embargo, aunque es esperable que los descensos en coste continúen, serán más moderados, ya que los componentes menos intensivos en tecnología como instalación, obra civil, estructuras de soporte, cada vez tienen un mayor peso en el coste total.

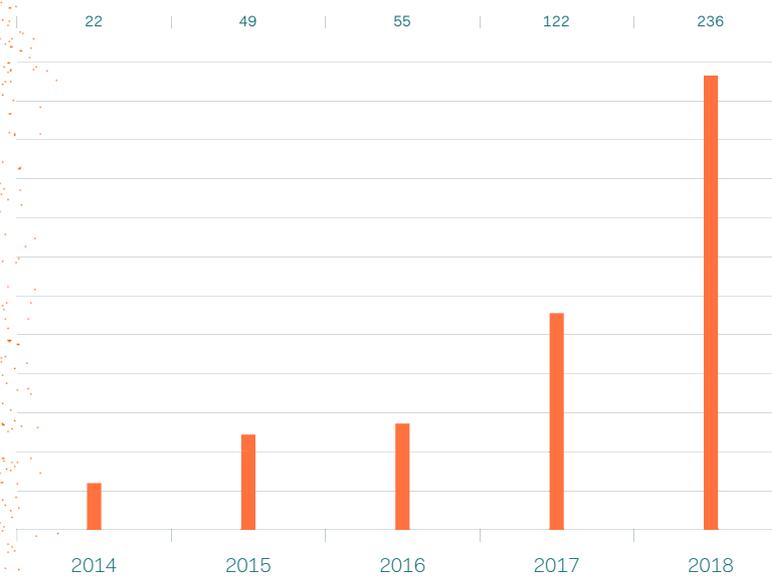
De cualquier forma, como ya se ha mencionado, la bajada de los costes de la tecnología fotovoltaica junto con la nueva regulación serán el motor del despliegue del autoconsumo que se espera en los próximos años. En 2018 se instalaron en España 262 MW de energía fotovoltaica de los cuales 235,7MW

## Comparativa entre el coste de comprar energía eléctrica y el coste de la autoproducción



Fuente: [www.energiaysociedad.es](http://www.energiaysociedad.es)

## Estimación de la potencia instalada de autoconsumo fotovoltaico (MW)



Fuente: UNEF con datos de sus asociados



## A medio y largo plazo

El almacenamiento eléctrico facilitará el progreso del autoconsumo, con un mayor aprovechamiento de la energía y una mejora de la rentabilidad de las instalaciones.



## En 2030

Las perspectivas de evolución de la potencia instalada en autoconsumo se sitúan entre los 5.000 y 9.000 MW.



## En los tres próximos años

Se estima que unas 328.000 viviendas unifamiliares contarán con instalaciones de autoconsumo fotovoltaico.

perteneían a instalaciones de autoconsumo, casi el 100% más que el año anterior según los datos publicados por UNEF (Unión Española Fotovoltaica).

Para un corto plazo de tiempo, gracias a la caída de los costes de la tecnología fotovoltaica y a los factores regulatorios, el autoconsumo en viviendas experimentará un importante crecimiento. Algunos estudios estiman que unas 328.000 viviendas unifamiliares podrían instalar autoconsumo en los próximos tres años. Lo que podría alcanzar los 1.500 MW de potencia instalada. Es decir, en tres años se multiplicaría por cinco la cantidad de potencia instalada de autoconsumo solar fotovoltaico.

Pero no solo las viviendas unifamiliares instalarán autoconsumo en los próximos años. Hemos visto que ahora la nueva regulación permite el autoconsumo compartido. Gracias a esta medida, a partir de ahora, la instalación de autoconsumo en bloques de viviendas será posible, lo que permitirá reducir el coste unitario en instalaciones residenciales. El LCOE de una instalación unifamiliar podría disminuir alrededor de un 7% para el caso de instalaciones en bloques de viviendas.

Por otro lado, para un medio y largo plazo, el desarrollo de la tecnología de almacenamiento eléctrico facilitará el progreso de las soluciones de autoconsumo permitiendo el mayor aprovechamiento de la energía y mejorando la rentabilidad de las instalaciones.

Si pensamos a más largo plazo y según los distintos informes del sector existentes (Monitor Deloitte, Pöyri, UNEF), las perspectivas de evolución de la potencia total instalada para el autoconsumo podría situarse entre los 5.000 y 9.000 MW para el año 2030.

# 06

## ¿Cómo consumimos los hogares?

¿Podemos autoconsumir?

Nuestros patrones de consumo, además de estar ligados al modo de vida, también están condicionados por la localización geográfica en la que vivimos (debido a la temperatura y la luminosidad de cada zona). Por ello, conocer la forma habitual de consumir que tenemos nos permitirá identificar qué parte de nuestro consumo diario podemos autoconsumir.



Hasta ahora, hemos visto cómo el desarrollo tecnológico ha permitido que sea posible instalar paneles fotovoltaicos en nuestras viviendas con un coste cada vez más competitivo, así como en qué condiciones regulatorias puede realizarse esta instalación.



#### Consumo doméstico

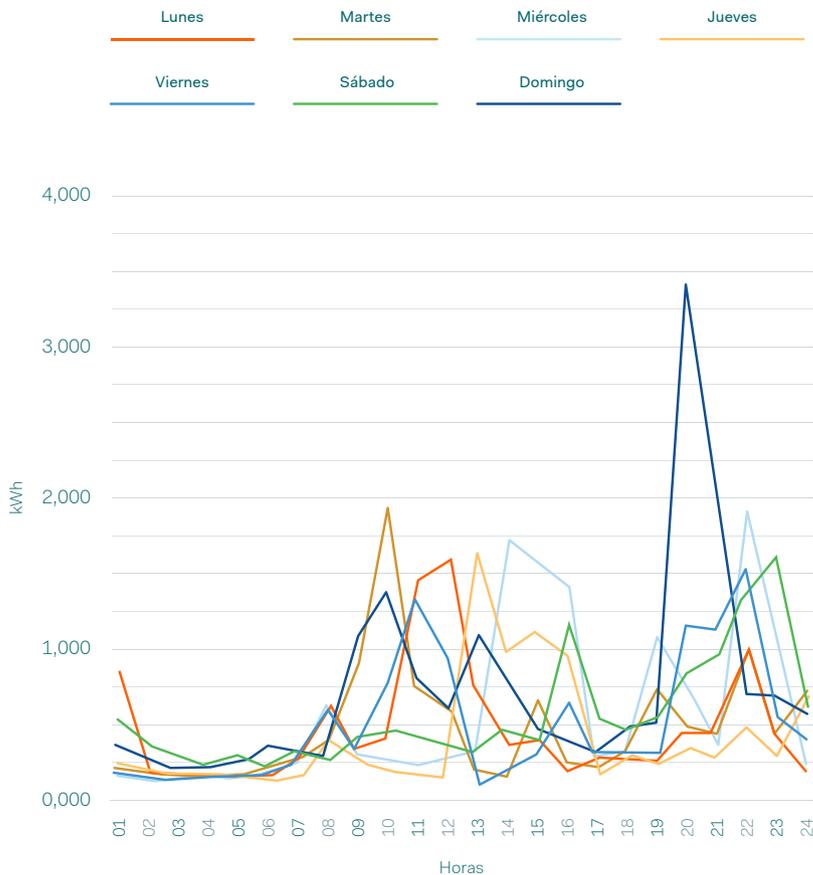
A diferencia del consumo eléctrico de la industria o del sector servicios, la demanda eléctrica de los consumidores domésticos es mucho más aleatoria, ya que depende de decisiones individuales de los miembros que componen cada hogar.

La cuestión que se plantea ahora es cómo se integra la producción que realicemos con los paneles solares que hemos instalado con el consumo de energía eléctrica que realizamos, de forma que no influya en nuestra calidad de vida. Esto es, cuándo necesitaremos seguir tomando energía del sistema eléctrico, y qué cantidad de nuestras necesidades de energía eléctrica podemos autoconsumir.

A diferencia del consumo eléctrico de la industria, donde existen unos procesos de producción planificados o de los sectores de servicios en los que hay unos horarios de apertura o cierre predeterminados, el consumo de energía eléctrica en los consumidores domésticos es mucho más aleatorio ya que se produce como consecuencia de decisiones individuales de los miembros que componen el hogar: encendemos o apagamos la luz cuando lo necesitamos, o ponemos una lavadora cuando nos viene bien y, así, con cualquier tipo de electrodoméstico. De hecho, si visualizamos el consumo eléctrico horario de un consumidor cualquiera en un día cualquiera del año, podría parecernos que este consumo es un tanto aleatorio. ① ver gráfico página 72

Sin embargo, si observamos con mayor detalle la evolución del consumo hora a hora a lo largo del día, pueden distinguirse distintos patrones de comportamiento

## Consumo de un hogar en una semana de febrero



Fuente: Hogarsense.es (con datos de IRENA)

que obedecen al empleo de los diferentes electrodomésticos existentes en el hogar. Así, por ejemplo, puede apreciarse un consumo mucho más bajo durante la madrugada consecuen- cia, principalmente, de equipos, como el frigorífico, que están siempre “enchufados”; también se puede distinguir en qué tramo horario de la mañana “se pone en marcha” el hogar y cómo aumenta el consumo por la tarde-noche por la ilumina- ción en el hogar y la mayor ocupación de la vivienda.

Además de estos patrones de consumo que están ligados al modo de vida, existe otra parte del consumo que está ligado a la localización geográfica en la que vivimos, ya que ésta nos va a condicionar la temperatura (consumo asociado al uso de la calefacción y del aire acondicionado) y la luminosidad (utiliza- ción de la iluminación).

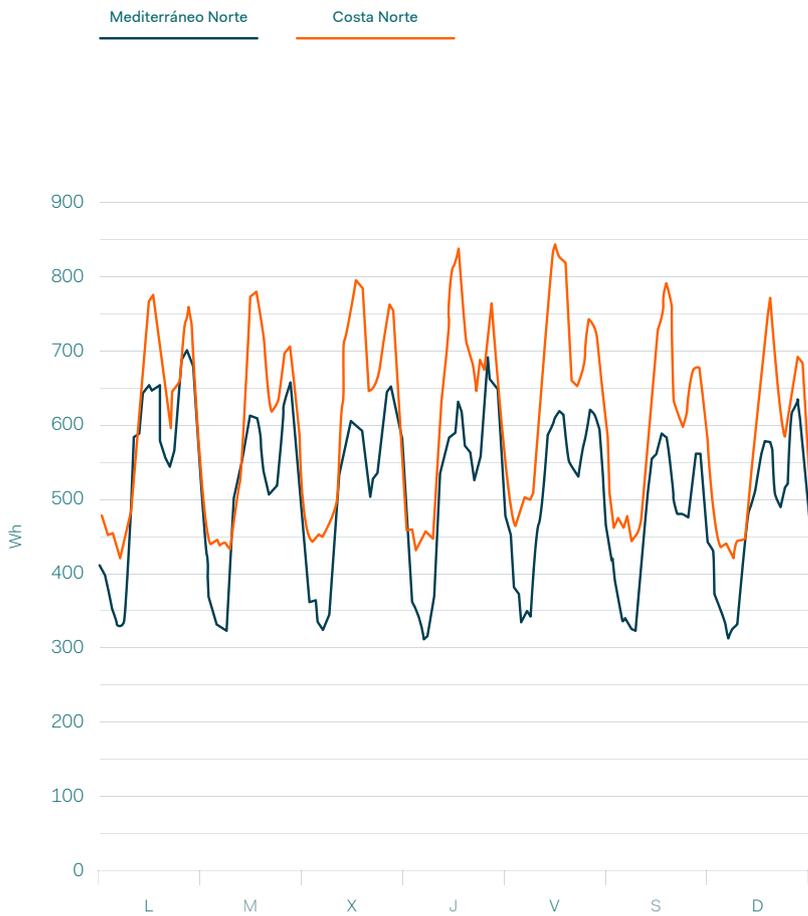
Es decir, a partir de unos datos de medidas del contador en bruto en los que, aparentemente, es difícil extraer informa- ción, se pueden obtener unos patrones de consumo o forma habitual de consumir que nos permitirá identificar qué parte de nuestro consumo diario podemos autoconsumir.

A efectos ilustrativos, en las gráficas siguientes está represen- tado el consumo medio, en una semana de invierno<sup>1</sup> y en otra de verano<sup>2</sup>, de hogares acogidos a la tarifa de acceso 2.0 A, cuya vivienda es unifamiliar, situada en el ámbito urbano y en dos zonas geográficas diferentes<sup>3</sup>. <sup>2</sup> ver gráficos páginas 74 y 75

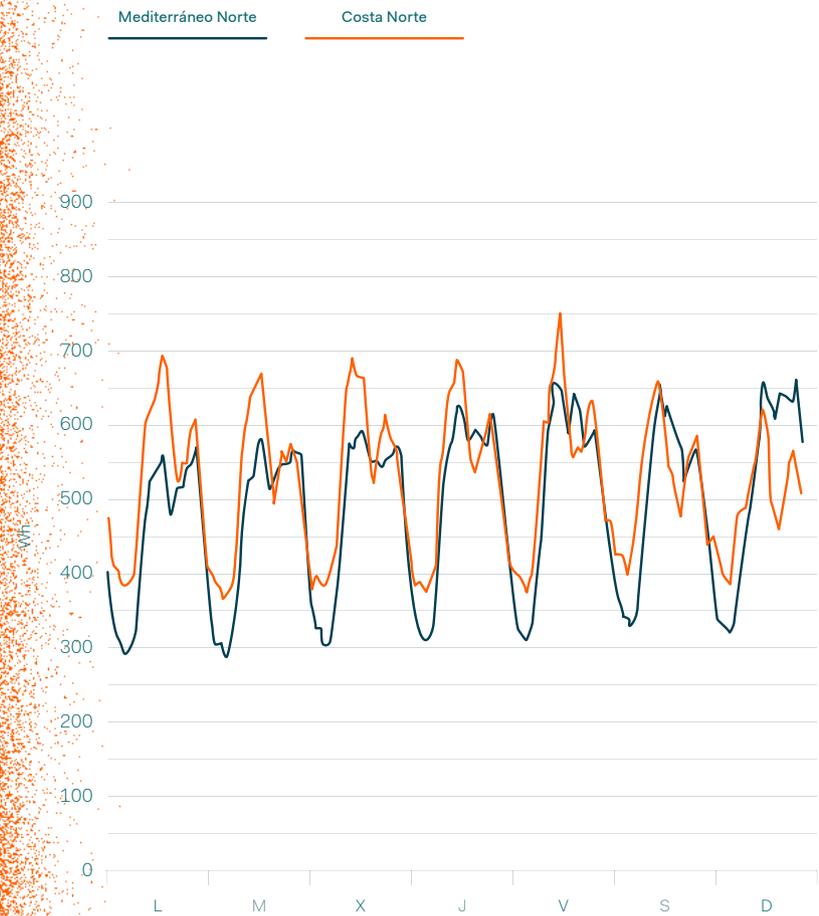
Como puede apreciarse las diferencias en la forma y nivel de consumo, entre invierno y verano, y entre zonas geográficas, son notables. A grandes rasgos serían las siguientes:

- o El consumo en invierno está caracterizado por tener una do- ble joroba, con picos de consumo por la mañana (12-13 horas)

## Consumo invierno (Urbano/Unifamiliar)



## Consumo verano (Urbano/Unifamiliar)





## Consumo en verano

En verano los máximos de demanda son menores y la punta de la tarde-noche prácticamente desaparece.



## Consumo en invierno

Está caracterizado por tener dos puntas de demanda máxima, una por la mañana (12-13 horas) y otra por la tarde-noche (20-21 horas).

## Patrones de consumo

El perfil de consumo, además de estar asociado al modo de vida, también está ligado a la temperatura y la luminosidad de la zona geográfica en la que vivimos.

y por la tarde-noche (20-21 horas), con diferencias significativas entre las distintas zonas geográficas, y un cambio en el patrón de consumo en los fines de semana cuando se retrasa la hora de las puntas.

o En verano, el perfil cambia. Los máximos son menores, y la punta de la tarde-noche prácticamente desaparece, sobre todo en la zona mediterránea. La costa norte mantiene un perfil algo similar al de invierno aunque con un nivel inferior.

En cualquier caso, parte de estos patrones de consumo son modificables en tanto en cuanto podemos adaptarlos y cambiarlos, bien sea para adecuarlos a momentos del día en los que nos sea más barata la energía (tarifas eléctricas con discriminación horaria) o, como en el caso que nos ocupa, cuando estemos produciendo nuestra propia energía eléctrica y podamos autoconsumirla.

Volviendo a las curvas de consumo anteriores, observamos que una parte importante del consumo se realiza durante las horas diurnas. Es decir, si fuésemos capaces de producir nuestra propia energía eléctrica a partir de energía procedente del sol sin cambiar nuestros propios hábitos, al menos en los ejemplos que estamos viendo, podríamos consumir la energía que estamos produciendo.

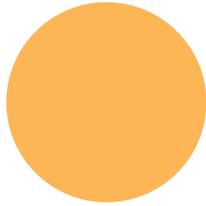
En este sentido, la evolución tecnológica está soplando a nuestro favor y, como hemos visto, los paneles solares, que hace años tenían un precio muy elevado, han ido reduciendo su coste, con lo que ahora es más viable su instalación. Tan solo necesitamos un espacio físico en el que ponerlos.

Además del espacio físico y el consumo que realizamos, otro aspecto que hay que tener en cuenta (sobre todo a la hora



## Condicionantes a tener en cuenta

La época del año, la nubosidad existente en cada momento o localización geográfica de nuestra vivienda, van a hacer que el rendimiento de nuestra instalación de autoconsumo sea mayor o menor.



## Conexión a la red

Para mantener nuestro nivel de confort, necesitaremos estar conectados a la red eléctrica, ya sea para consumir o para verter electricidad en determinadas horas y circunstancias.



## Diferente generación por zonas

En invierno la diferencia de generación entre zonas geográficas es más acusada que en verano, debido a la mayor o menor luminosidad de los días.

de ver si nos compensa o no) es la localización geográfica de nuestra vivienda. Los paneles solares recogen la radiación solar y la transforman en energía eléctrica, por lo que cuanto mayor sea la radiación que reciban, y ésta sea más directa, mayor será su producción. Por esta razón, condicionantes como la época del año (en verano el sol está más alto, con lo que la incidencia es más directa), la nubosidad existente en cada momento o la orientación del tejado, van a hacer que el rendimiento de nuestra instalación sea mayor o menor.

En las gráficas siguientes<sup>4</sup>, se ha simulado la generación por kW<sup>5</sup> instalado, distinguiendo entre invierno y verano, así como entre las zonas geográficas<sup>6</sup> que veíamos más arriba. ③ ver gráficos páginas 80 y 81

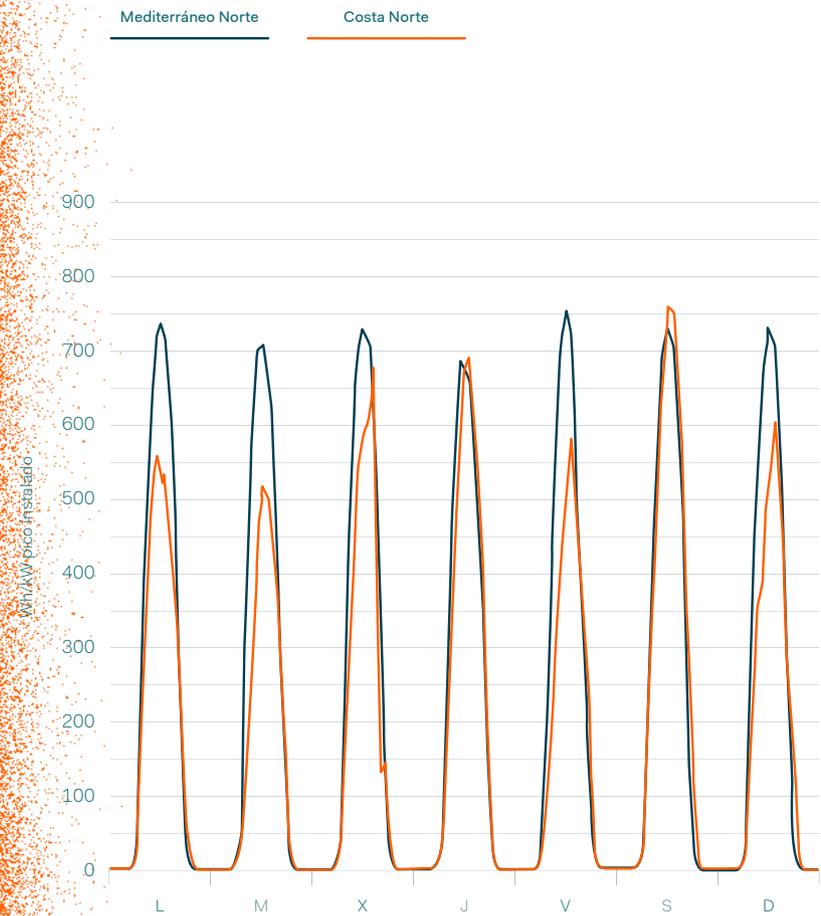
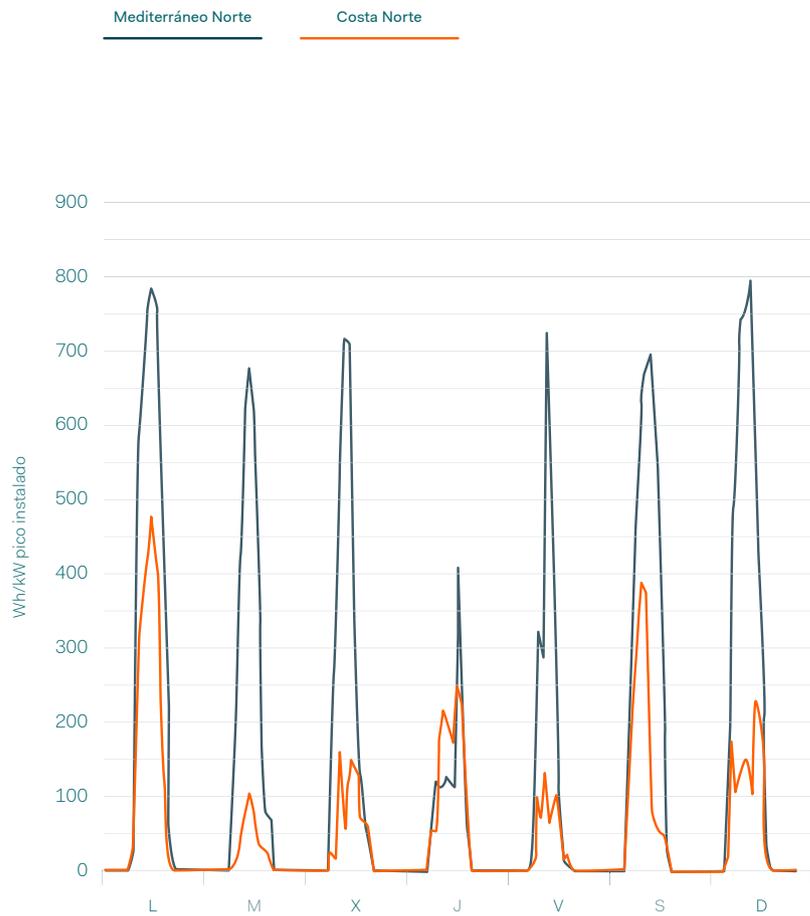
En invierno la diferencia de generación entre zonas es más acusada que en el verano, siendo la zona mediterránea la que presenta una mayor generación debido a la mayor luminosidad de los días, mientras que la costa norte, en la que es más frecuente tener días nublados, la producción sería menor.

En verano, período en el que la luminosidad se iguala bastante, las producciones de estas zonas son más parecidas, aunque, en la costa norte, con mayor nubosidad, la producción sigue siendo inferior.

En cualquier caso, como la producción de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos está condicionada por la existencia de "luz solar", si queremos mantener nuestro nivel de confort, nunca podríamos desconectarnos completamente de la red eléctrica ya que necesitaremos de ella para consumir o verter electricidad en determinadas horas y circunstancias. Ello se debe a la confluencia de varios factores:

## Generación invierno (Urbano/Unifamiliar)

## Generación verano (Urbano/Unifamiliar)



- o Necesitamos utilizar la energía eléctrica después del atardecer y por la noche.
- o En determinados momentos del día la producción que estamos realizando con el panel solar puede no ser suficiente para satisfacer nuestras necesidades de consumo.
- o Sin baterías, la energía excedentaria que produzcamos, no podemos almacenarla para utilizarlas más tarde.
- o Centrándonos en el consumo diurno, tendríamos que valorar el tamaño de la instalación ya que si es demasiado grande, aunque permita satisfacer nuestros consumos máximos, podría pasar que durante muchas horas a lo largo del año, la instalación estuviese ociosa o vertiendo al sistema eléctrico.
- o Los paneles solares tienen más rendimiento en las zonas geográficas con mayor luminosidad.

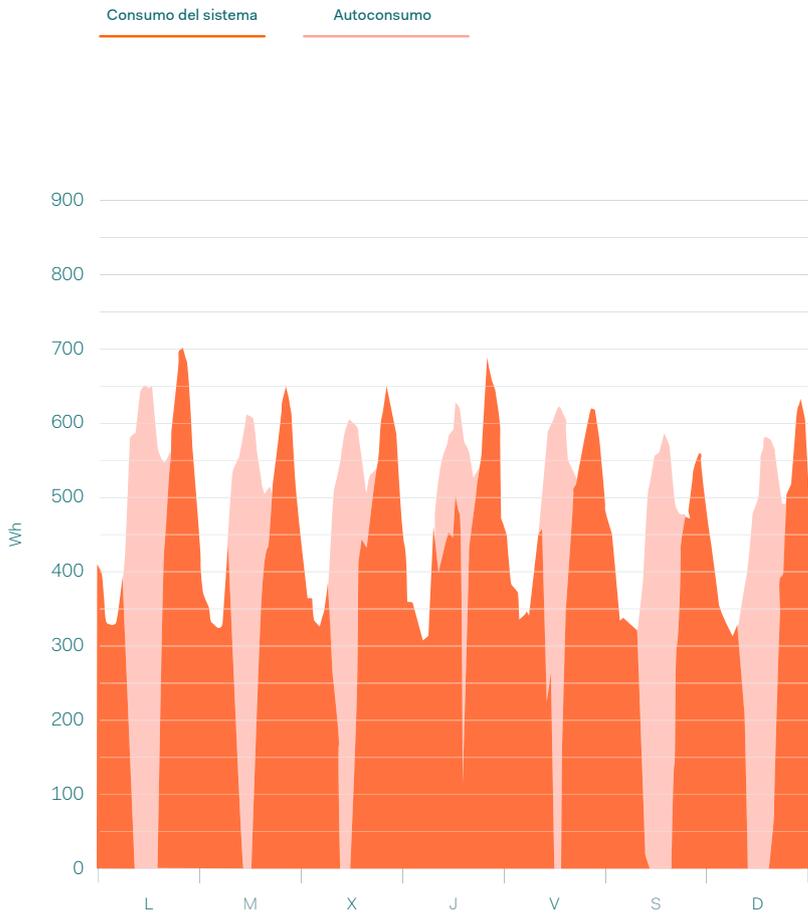
Conociendo tanto el consumo real (que es el que actualmente se ha realizado tomado la energía de la red eléctrica – Gráficos páginas 74 y 75) como la cantidad de energía que podríamos producir (suponiendo que la instalación está optimizada según un espacio medio disponible – Gráficos páginas 80 y 81), es fácil calcular cuánta energía autoconsumiríamos y cuánta energía necesitaríamos pedir tomar de la red para mantener nuestro nivel de confort o, lo que es lo mismo, cuánta sería la energía con la que luego pagaríamos nuestra factura eléctrica.

En los gráficos siguientes se muestra, en una semana de invierno y verano, cómo resultaría la energía que tomarían de la red los consumidores ejemplo que estamos viendo a lo largo de este cuaderno. Es decir, una vez deducido la parte que autoconsumimos.  ver gráficos páginas 84 y 85

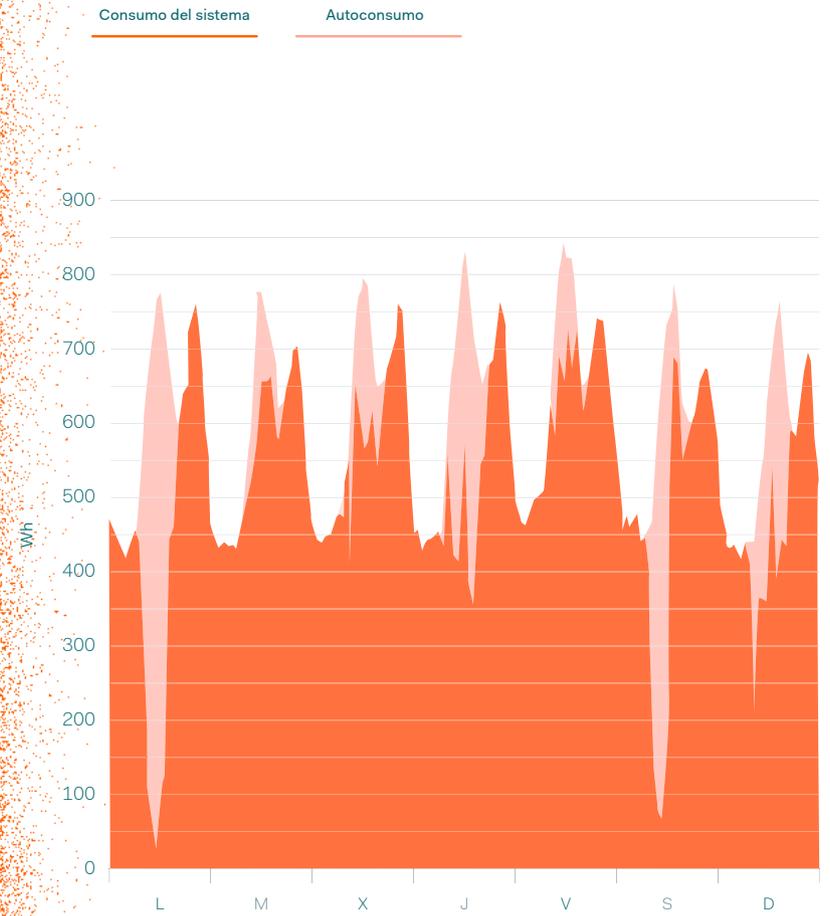
Comparado con los gráficos en los que se mostraba el consumo real de estos hogares, las principales diferencias en cuanto al consumo de estos clientes que percibe el sistema eléctrico<sup>7</sup>, serían:

- o El consumo durante las horas diurnas de invierno en estos clientes se reduce o desaparece, aunque, por zonas geográficas, el impacto es diferente. Mientras que, en la zona mediterránea, con mayor luminosidad, el consumo percibido por el sistema eléctrico (que no el real) sería nulo en las horas centrales del día, en la costa norte el consumo se reduce, aunque no con igual magnitud. Así, en un día laborable de esta época del año, en la zona mediterránea autoconsumiríamos el 27% de nuestras necesidades, mientras que en la costa norte este porcentaje se reduciría al 9%. (Ver tabla página 88).
- o En la costa norte, con una mayor nubosidad, el consumo percibido en las horas centrales del día presenta una mayor aleatoriedad como consecuencia de las condiciones meteorológicas particulares de cada día. Hay días en los que la punta de la mañana desaparece prácticamente, mientras que en otros se reduce a la mitad o se mantiene una segunda punta (viernes y sábado).
- o La punta de la tarde-noche se mantiene igual ya que a estas horas no hay radiación solar. No podemos autoconsumir.
- o En verano, al ser los días más homogéneos y haber menos inestabilidad atmosférica, el impacto sobre el consumo percibido es más constante y con la desaparición completa de la punta de la mañana. La diferencia en el porcentaje de autoconsumo se reduce, situándose éste en torno al 45% de nuestras necesidades en un día laborable. (Ver tabla página 88).

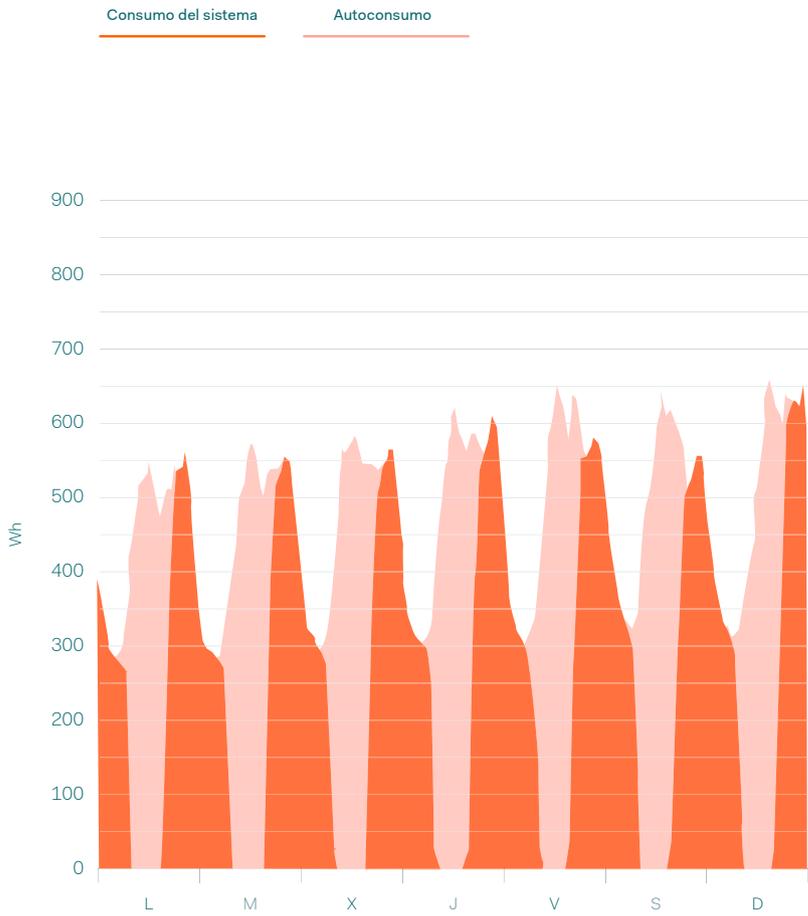
## Urbano/Unifamiliar Mediterráneo Norte: Invierno



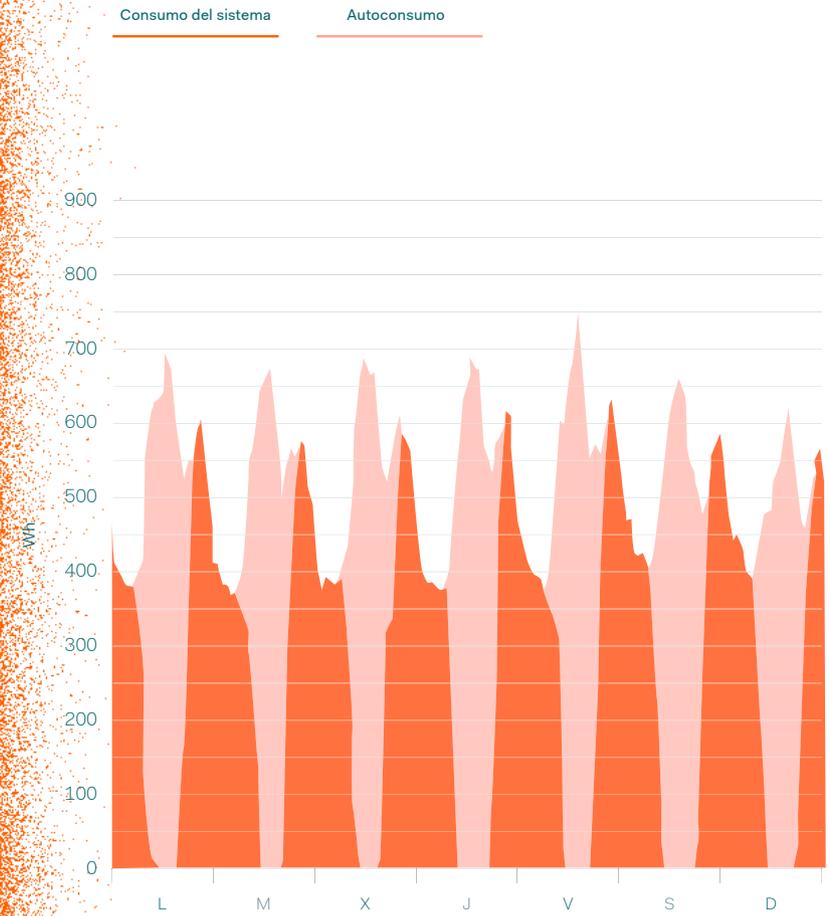
## Urbano/Unifamiliar Costa Norte: Invierno



## Urbano/Unifamiliar Mediterráneo Norte: Verano



## Urbano/Unifamiliar Costa Norte: Verano



## Situación en un día laborable de los hogares tipo presentados

Temporada	Invierno		Verano	
	Mediterráneo Norte	Costa Norte	Mediterráneo Norte	Costa Norte
Consumo real (kWh)	12,2	14,8	11,5	12,7
Producción fotovoltaica <sup>8</sup> (kWh)	3,8	1,3	6,3	6,6
Autoconsumo (kWh)	3,3	1,3	5,2	5,5
Autoconsumo (%)	27	9	46	43
Excedente (kWh) <sup>9</sup>	0,5	0	1,1	1,1
Consumo del sistema (kWh)	8,9	13,5	6,3	7,1

En resumen, los consumidores, en las horas diurnas podrían autoconsumir una gran parte de la energía eléctrica que necesitan diariamente, aunque la cantidad que podemos autoconsumir está condicionada por la situación meteorológica de cada momento. Debido a ello, y a que en las horas sin luz necesitamos seguir consumiendo energía eléctrica, es necesario estar conectado a la red para garantizar nuestra calidad de vida<sup>10</sup>.

# 07

## Impacto del autoconsumo en el sistema eléctrico

Una alta penetración del autoconsumo puede alterar la forma en la que actualmente el sistema eléctrico percibe la demanda. Por ello, para una operación segura, es importante tener un cierto nivel de visibilidad y control de la energía que producen las instalaciones de autoconsumo en tiempo real.



En el apartado anterior hemos visto cómo consumidores individuales pueden instalar paneles fotovoltaicos y reducir así la energía que toman del sistema eléctrico, aunque la energía que podemos producir está condicionada por las horas de luz del día y por las condiciones meteorológicas particulares de cada momento y la localización geográfica.



#### Necesidad de conexión a la red

Para garantizar la calidad de vida necesitaremos estar conectados a la red, ya que la capacidad de nuestro autoconsumo dependerá de las condiciones meteorológicas particulares de cada momento.

Debido a ello, necesitamos seguir tomando energía de la red eléctrica para garantizar nuestra calidad de vida, pero se introduce mayor aleatoriedad del consumo que “cogemos” de la red o, lo que es lo mismo, estamos introduciendo una mayor incertidumbre al sistema. Si continuamos con el símil agrario del huerto de tomates, al fin y al cabo, aunque tengamos un huerto, sólo vamos a tener tomates disponibles durante la temporada y, necesitaremos, acudir al mercado para adquirirlos cuando nos hagan falta más.

Para valorar qué posible impacto podría tener sobre el consumo percibido por el sistema eléctrico el desarrollo del autoconsumo en España se ha realizado un ejercicio de simulación de su influencia (que no de predicción) con una cierta penetración de paneles fotovoltaicos en los hogares.<sup>1</sup>

Para ello, se ha considerado un escenario con una elevada penetración de autoconsumo. Para la elaboración de este escenario se ha supuesto la penetración del 100% en viviendas unifamiliares de gran tamaño situadas en una zona climática de alta radiación y la gradual disminución del porcentaje de penetración conforme la vivienda se aleja de estas características. De esta manera, se ha obtenido para este escenario, la instalación de paneles fotovoltaicos

## Perfil de demanda diferente

Una penetración alta del autoconsumo podría alterar profundamente la forma de la demanda del sistema eléctrico.



### En verano

La introducción del autoconsumo supondrá un desplazamiento de la punta hacia las horas de la tarde, pudiendo surgir un nuevo pico en las horas de la mañana, que dé lugar a una curva de doble joroba como la actual de invierno.

### En invierno

El principal efecto del autoconsumo en el sistema eléctrico es que la punta de consumo de la mañana se lamina, reduciéndose también la rampa de subida desde la demanda mínima de la madrugada.



en 5.884.000 viviendas, lo que supone un 34% del total, con una potencia instalada pico de 6,7 GW.

La simulación se ha realizado con datos meteorológicos de 2016, que es el último año para el que se dispone de información de radiación solar con la que calcular la energía producida.

En los gráficos siguientes (7 y 8) se comparan, en una semana de invierno y en otra de verano, el consumo horario real del año 2016, con el que percibiría el sistema eléctrico una vez descontada la energía horaria autoconsumida por los hogares con la hipótesis de penetración de paneles fotovoltaicos planteada.

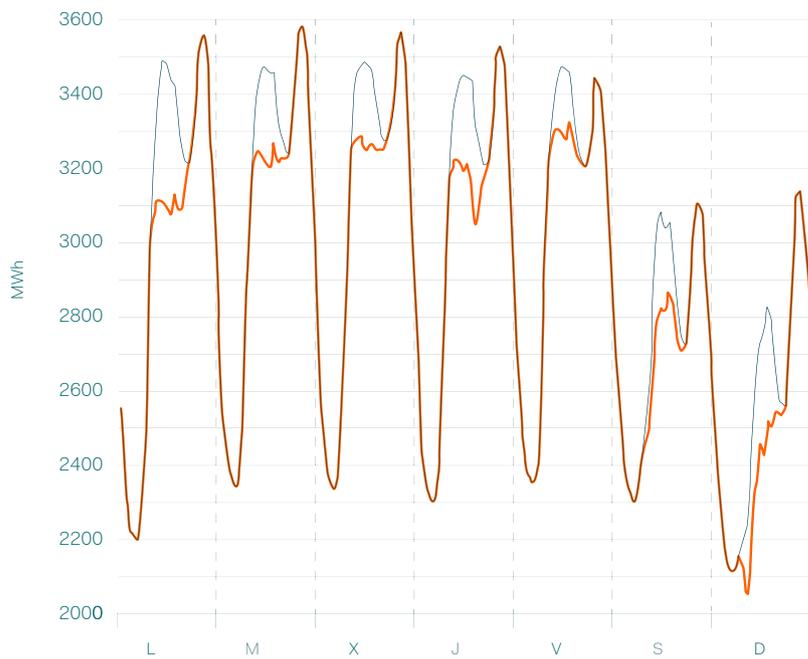
Sabemos que en invierno, habitualmente, en los días laborables y, en menor medida en el fin de semana, el perfil de demanda horaria presenta dos puntas, una por la mañana y otra por la tarde-noche, siendo mayor esta última por lo que suele marcar el máximo de demanda del sistema. El principal efecto de la introducción del autoconsumo es que la punta de la mañana se lamina, reduciéndose también la rampa de subida de la mañana, esto es, la distancia que hay desde el mínimo, que se produce durante la madrugada, hasta los valores de consumo que se estabilizan durante la mañana. Por lo que respecta a la punta máxima del día (tarde-noche) no se vería alterada, ya que en el momento de esta punta no hay luz solar.

En verano, la demanda horaria real tiene una forma de “V” invertida, con un máximo que, en días laborables, se sitúa en torno a las 13 horas. En este caso, la introducción del autoconsumo supondría que la demanda horaria a la que se enfrentaría el sistema sería menor durante las horas centrales del día y se produciría un desplazamiento de la hora punta hacia la derecha, durante las horas de la tarde. Igualmente, y

## Demanda sistema eléctrico peninsular en una semana de invierno

Demanda total del sistema a la red con autoconsumo

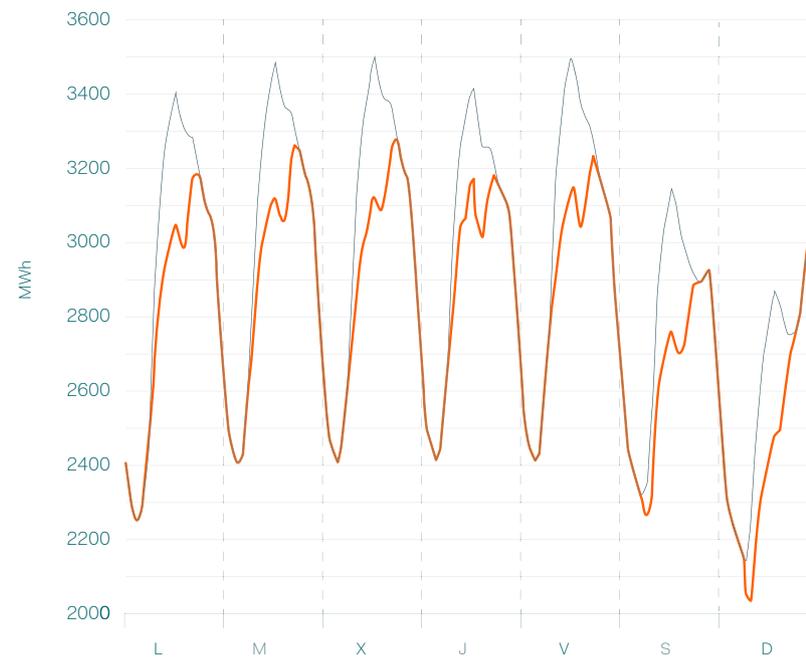
Demanda total del sistema a la red sin autoconsumo



## Demanda sistema eléctrico peninsular en una semana de verano

Demanda total del sistema a la red con autoconsumo

Demanda total del sistema a la red sin autoconsumo





## Mayor observabilidad

Ante la mayor volatilidad de la demanda debido al autoconsumo, resulta imprescindible un cierto nivel de observabilidad por parte del operador del sistema.



## Mayor eficiencia del sistema

La inclusión de sistemas de almacenamiento junto con el avance del autoconsumo, mejorarán la eficiencia de todo el sistema.

## Almacenamiento energético

Los sistemas de almacenamiento permitirán que el consumidor pueda gestionar mejor la energía autoproducida y aprovechar en mayor medida las tarifas de discriminación horaria.

condicionado por las condiciones climáticas de cada momento, podría surgir un nuevo pico durante las horas de la mañana, dando lugar a una situación de doble joroba como la que actualmente existe en invierno. ① ver gráficos páginas 98 y 99

Como conclusión, una penetración alta del autoconsumo podría alterar profundamente la forma en que, actualmente, el sistema eléctrico percibe la demanda, situación a la que tendría que adaptarse. Este hecho demuestra la importancia de conocer el número de sistemas de autoconsumo y su ubicación y tamaño. Un registro obligatorio de cualquier instalación de autoconsumo por pequeña que sea así como la producción realmente realizada, permitiría conocer la cantidad de autoconsumo instalado y por consiguiente, el impacto sobre el sistema eléctrico.

Además, debido a la mayor volatilidad que se produce en el consumo percibido por el sistema resulta imprescindible cierto nivel de observabilidad por parte del operador del sistema con objeto de poder aplicar las medidas preventivas o correctoras necesarias ante variaciones de la demanda importantes producidas por esta volatilidad.

Por otro lado, es cierto que el autoconsumo reducirá la cantidad de demanda percibida por el sistema eléctrico que pasaría a ser cubierta mediante instalaciones de autoconsumo, desplazando a una parte del resto de la generación. Sin embargo, dado que actualmente el máximo de demanda se produce en invierno durante la tarde-noche, ni la capacidad de generación ni el dimensionado de la red de transporte podrán disminuir. La inclusión de sistemas de almacenamiento junto con el autoconsumo, permitiría disponer de la energía autoproducida en un mayor número de horas, lo que mejoraría la eficiencia de todo el sistema, a la vez que permite un

empoderamiento del consumidor, que podrá gestionar mejor la energía autoproducida y aprovechar en mayor medida las tarifas de discriminación horaria. Estas opciones irán teniendo mayor aceptación conforme se vaya reduciendo el coste de las baterías.

- o A partir de estas consideraciones, se describen algunas cuestiones a tener en cuenta para integrar en el sistema eléctrico el autoconsumo de una forma segura, serían: Desde el punto de vista técnico, las instalaciones de generación asociadas al autoconsumo son instalaciones de generación conectadas a la red, independientemente de la opción a la que estén acogidas, y por ello, estas instalaciones deben cumplir con los mismos requisitos técnicos que cualquier otra instalación de generación de tamaño y tecnología similar, con el objeto de mantener los niveles de seguridad y fiabilidad del suministro.

- o De cara a una operación segura del sistema, es importante tener visibilidad de la energía que están produciendo las instalaciones de generación de autoconsumo en tiempo real, sobre todo para las instalaciones de mayor tamaño, incluso en el caso de optar por la modalidad de no ceder energía a la red (sin excedentes). Una situación como el paso de una nube, originaría una bajada brusca de la generación, lo que desde la red veríamos como un incremento súbito del consumo, que habría que compensar rápidamente. Tener medida en tiempo real de cuanto producen estas instalaciones, nos permite estar preparados y contar con las herramientas para anticiparnos y poder gestionar estas situaciones.

- o Algo parecido a lo anterior sucede con la controlabilidad. Resulta esencial poder dar consignas a estas instalaciones, sobre todo a las más grandes, para que reduzcan su produc-

ción en situaciones en la que pueda suponer un riesgo para la seguridad del sistema. Imaginemos una situación no prevista de exceso de generación y baja demanda, en el que fuese necesario reducir la cantidad de energía que se está produciendo, con el objeto de mantener el delicado equilibrio entre generación y demanda.

Igualmente, disponer de información sobre cuanta energía producen estas instalaciones, bien a través de la medida, bien a través de estimaciones o previsiones, resulta indispensable a efectos de dar seguimiento y cuantificar el grado de consecución de los objetivos de producción de energía renovable, tanto a nivel país como a nivel de la Unión Europea.

Al final, podemos tener nuestro pequeño huerto con tomates y cubrir, en cierta medida, nuestras necesidades a partir de lo que produzcamos con él. Sin embargo, a menudo nuestras necesidades no coinciden con la producción de tomates (en tiempo y en número), por lo que necesitamos tener acceso a un mercado en el que esté disponible el producto que queremos. A su vez, este mercado necesita conocer, o estimar, las necesidades de sus clientes potenciales para que el producto esté disponible en cualquier momento.

En cualquier caso, la introducción del autoconsumo fotovoltaico a gran escala en los hogares españoles supondría un gran avance en el proceso de transición energética, al emplear una fuente de energía que no genera gases de efecto invernadero sin menoscabar la calidad de vida de los ciudadanos. Es cierto que pueden surgir cuestiones técnicas que dificulten el adaptar una generación dispersa y con una cierta aleatoriedad en los procesos que garantizan un suministro de energía eléctrica continuado y de calidad. Sin embargo, estas cuestiones técnicas son solucionables tal y como está



## Más visibilidad y control

Disponer de información y de una mayor visibilidad y control de las instalaciones de autoconsumo, resulta indispensable para garantizar el suministro y alcanzar los objetivos europeos en materia de renovables.



## Seguridad y fiabilidad del suministro

Las instalaciones de autoconsumo conectadas a la red deben cumplir los mismos requisitos técnicos que cualquier otra instalación de generación, con el fin de garantizar la seguridad el suministro.

demostrando Red Eléctrica al integrar en el sistema eléctrico una elevada cantidad de fuentes de energía renovable (sobre todo eólica) sin que se hayan visto alterados los parámetros de fiabilidad y seguridad el sistema.

## Ayuda para la transición energética

El autoconsumo fotovoltaico a gran escala supondrá un gran avance en el proceso de transición energética, al emplear fuentes de energía libres de emisiones contaminantes.



## Referencias

### Capítulo 1

1. Cogeneración: Proceso mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica y/o mecánica útil (Fuente: Red Eléctrica <https://www.ree.es/es/glosario>)

### Capítulo 2

1. Mediante la instalación de baterías que nos permiten almacenar la energía que estamos produciendo, y no estamos consumiendo en ese instante, para consumirla posteriormente.
2. Energía apta para ser utilizada en todas las aplicaciones que demanda nuestra sociedad (<https://www.larutadelaenergía.org>).

### Capítulo 3

1. Real Decreto 900/2015
2. Directiva (UE) 2010/2001
3. Real Decreto Ley 15/2018
4. Ver guía en: <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>
5. Para edificios no residenciales ya existía la obligación. Sección HE5 del Código Técnico de Edificación
6. Dando cumplimiento a lo dispuesto en la Directiva (UE) 2018/844

que modifica la Directiva 2010/31/CE sobre eficiencia energética en edificios.

### Capítulo 4

1. Fuente: Autoconsumo. Lecciones aprendidas den la Unión Europea. FER, Fundación energías renovables.
2. Entró en vigor en 2005 y establece objetivos de reducción de emisiones netas de gases de efecto invernadero para los principales países desarrollados y economías en transición.
3. Y menores de 20 kW si entraron en servicio antes de 2008

### Capítulo 5

1. Fuente:<https://www.hogarsense.es/> y <https://www.creaa.es/>

### Capítulo 6

1. Del 8 al 14 de febrero de 2016
2. Del 4 al 10 de julio de 2016
3. Se han considerado solo dos zonas geográficas diferentes homogéneas desde el punto de vista climático. La Mediterráneo norte

## Referencias

que comprende Castellón y las provincias con costa de Cataluña y la Costa Norte que incluiría la cornisa cantábrica y Galicia.

4. A partir de los datos obtenidos mediante el sistema PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) de la Comisión Europea: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html). Esta aplicación nos permite calcular, para un año determinado, cuál sería la producción con paneles fotovoltaicos en una localización geográfica determinada.

5. En la terminología específica se habla de kW pico instalado (potencia máxima que puede suministrar un panel fotovoltaico en condiciones óptimas).

6. Las variaciones de la producción a lo largo de la semana se deberían a situaciones meteorológicas particulares de los días para los que se ha realizado el cálculo.

7. El consumo que percibe el sistema eléctrico es aquel que se toma directamente de la red eléctrica. La energía autoconsumida, como no pasa por la red es un consumo que para el sistema desaparece.

8. Con una potencia pico optimizada para la vivienda, para lo que se tiene en cuenta el consumo anual y la zona geográfica en la que está ubicada y minimizando la energía vertida al sistema (energía generada pero no consumida). Zona Costa Norte: 1,53 kW de potencia instalada; zona Mediterráneo Norte: 1,13 kW de potencia instalada.

9. Recoge la parte de la producción que en determinadas horas del día no consumimos y que puede perderse o vender al sistema eléctrico.

10. No se ha considerado el empleo de baterías que almacenen la energía que producimos pero que no necesitamos consumir.

## Capítulo 7

1. Sólo se evalúa el impacto sobre el consumo horario, y no se tienen en cuenta aspectos tales como el impacto en los errores de los modelos de predicción, la generación vertida, las mayores necesidades de reserva, el impacto sobre los mercados de operación, etc.

## Edita

RED ELECTRICA DE ESPAÑA  
Paseo del Conde de los Gaitanes, 177  
28109 Alcobendas (Madrid)  
Edición 2019  
[www.ree.es](http://www.ree.es)

Impreso en España  
Depósito legal: M-39017-2019 05

