

CAPÍTULO II

Principales aspectos técnicos de las comunidades energéticas locales: especial referencia al autoconsumo de energía eléctrica

Víctor Díez Martínez

*Técnico del Ente Público Regional de la Energía de Castilla y León
(EREN).*

Ingeniero de Minas por la Universidad de León

SUMARIO. 1. Introducción. 2. Actividades de las comunidades energéticas locales. 2.1. Redes de calor y/o frío alimentadas con fuentes de energía renovables. 2.2. Autoconsumo colectivo de energía eléctrica procedente de fuentes renovables. 2.2.1. *Requisitos normativos.* 2.2.2. *Estudio de viabilidad.* 2.3. Implantación de medidas de ahorro y eficiencia energética de forma colectiva. 2.4. Servicios de recarga de vehículos eléctricos.

1. Introducción

En este capítulo se exponen las principales actividades que puede realizar una comunidad energética local, y los condicionantes técnicos que se deben tener en cuenta para su puesta en marcha.

Dentro de estas actividades tiene una especial relevancia el autoconsumo colectivo de energía eléctrica procedente de instalaciones fotovoltaicas, siendo la más desarrollada en la actualidad por este tipo de comunidades. Su amplia implantación es debida a la notable disminución de los costes de inversión, la estabilidad del precio de la electricidad producida frente a la volatilidad del mercado, la existencia de ayudas, con la consecuente facilidad de amortización de este tipo de instalaciones, entre otros factores, o la existencia de normativa específica que regula sin interpretaciones su implantación.

2. Actividades de las comunidades energéticas locales

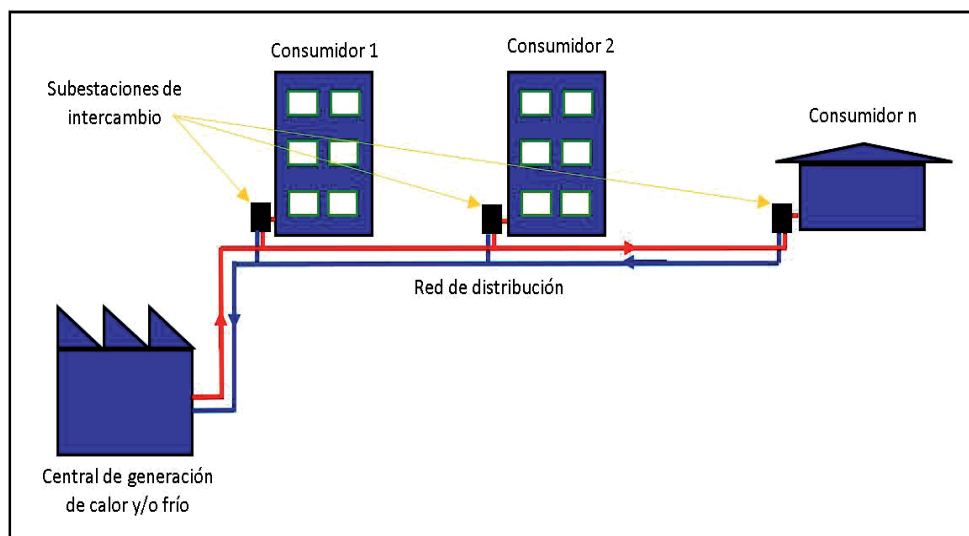
Este tipo de entidades jurídicas pueden realizar diversas actividades en el ámbito energético. Las más comunes son:

- Redes de calor y/o frío alimentadas con fuentes de energía renovables.
- Autoconsumo colectivo de energía eléctrica procedente de fuentes renovables.
- Implantación de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Servicios de recarga de vehículos eléctricos.

2.1. Redes de calor y/o frío alimentadas con fuentes de energía renovables

Las redes de calor y/o frío son instalaciones centralizadas que sirven para suministrar energía térmica a varios consumidores en sustitución de instalaciones individuales de generación en cada uno. En la siguiente figura se muestra un esquema con los elementos principales que componen un sistema de este tipo.

Figura 1. Esquema básico de una red de distribución de calor y/o frío



Central de generación de calor y/o frío.

Este elemento incluye:

- Sistema de generación.
 - o De calor. La generación de calor se puede realizar mediante calderas alimentadas por un combustible de origen renovable (astilla de madera generalmente), o mediante el aprovechamiento de energía residual de una industria cercana. En ambos casos, el objetivo de este sistema es producir agua caliente o vapor de agua que es inyectado a la red de distribución.
 - o De frío. Se realiza mediante plantas enfriadoras de agua alimentadas con energía eléctrica, la cual podrá ser generada mediante una instalación de autoconsumo para asegurar su origen renovable. El agua fría producida se inyecta a la red de distribución.

- Bombas de circulación.

En el caso de que la distribución de calor y/o frío se realice con agua en fase líquida (es el caso más frecuente en las redes existentes en España), es necesario disponer de un sistema de bombas que haga circular el agua en la red de distribución. Si la distribución de calor se realiza mediante vapor de agua, no se dispondrá de bombas de circulación, puesto que el vapor circula hacia los consumos por simple diferencia de presión.

El sistema de bombas de circulación es un elemento que presenta un consumo energético importante al tener que funcionar muchas horas al año, por lo que se deberá prestar especial atención al diseño de la red de distribución, y seleccionar bombas de alta eficiencia energética, y con capacidad para adaptar el caudal a las variaciones de demanda.

- Almacenamiento de combustible.

Si la generación calor se realiza mediante calderas de biomasa, es necesario disponer de espacio suficiente de almacenamiento de combustible para poder alimentar las calderas de forma continua.

Red de distribución y subestaciones de intercambio.

La red de distribución es la encargada de transportar el calor y/o el frío desde la central de generación hasta las subestaciones de intercambio de los consumidores.

Está compuesta por un sistema de tuberías que suelen discurrir enterradas cuando se instalan en el entorno urbano. Como mínimo, se instalarán 2 tuberías para cada tipo de fluido: una para la impulsión de agua hacia las subestaciones, y otra para el retorno hacia la central de generación. En el caso de distribución con vapor, también serán dos tuberías: ida de vapor, y retorno de condensados.

Es muy importante limitar las pérdidas de calor en la red de distribución, aislando adecuadamente las tuberías, prestando especial atención al aislamiento de los elementos singulares como codos, empalmes, derivaciones, etc., y evitando daños del aislamiento durante la instalación. No existe un límite físico de extensión de la red de distribución, pero se debe tener en cuenta que, aunque las tuberías estén bien aisladas, las pérdidas de calor en la red suelen rondar el 10 % de la energía total transportada. Por lo tanto, para limitar dichas pérdidas, las redes han de ser lo más cortas posibles. Esto reducirá el coste de su instalación y las pérdidas de calor a lo largo de toda la vida útil de la instalación.

Por último, las subestaciones de intercambio sirven para transferir la energía del fluido de la red de distribución, al fluido que utilice el consumidor final. Además, sirven de separación hidráulica de ambos fluidos, evitando la transferencia de averías de la red de distribución al consumidor y viceversa, y permitiendo que ambos puedan trabajar a diferentes temperaturas y presiones.

Consumidores.

Con estas redes de calor y/o frío, los consumidores sustituirán total o parcialmente su sistema individual de producción, por la alimentación a través de la red de distribución.

Estas redes tienen las siguientes ventajas e inconvenientes frente a un sistema individual convencional:

Ventajas:

- Los consumidores obtienen el producto final que necesitan (agua caliente y/o fría), por lo que no es necesario que dispongan de instalaciones auxiliares para generarlo, pudiendo liberar espacio, y evitando el mantenimiento y reparaciones de sus instalaciones de generación.
- Es más fácil mantener una instalación colectiva que varias individuales, esto hace que las primeras tengan menos averías, y a su vez, una mayor eficiencia energética.
- En determinados casos, por limitaciones de espacio, es difícil incorporar energías renovables de manera individual, por ejemplo, en bloques de viviendas. Esto se puede solucionar con la conexión a una red de calor y/o frío.
- En las redes de calor y/o frío se compra energía para varios consumidores, por lo que se pueden obtener mejores precios de los suministros necesarios.

Inconvenientes:

- Se requiere una inversión elevada para la puesta en servicio, lo que puede provocar una rentabilidad baja. Para evaluar de forma adecuada la viabilidad económica, se debe realizar un estudio de detalle de los consumos de energía de los usuarios finales, para poder ajustar la potencia a instalar y dimensionar adecuadamente la red. Las instalaciones más rentables son las que aprovechan energías residuales de nulo o muy bajo coste de adquisición, y que operan un gran número de horas al año, como pueden ser las que dan servicio a clientes finales con una demanda estable a lo largo del año. Las redes que se implantan únicamente para calefacción y/o refrigeración de viviendas, presentan muchas menos horas de funcionamiento anuales, lo que hace que se alargue su amortización.
- Las pérdidas de energía en la red de distribución pueden llegar a ser mayores que el aumento de eficiencia que se consigue con la centralización, por lo que, en términos globales, la eficiencia energética de la instalación centralizada podría ser menor que las individuales. Este inconveniente es muy relevante si la generación de calor y/o frío se realiza a partir de un combustible, aunque sea biomasa, y puede que, desde el punto de vista del consumo global de energía, resulte más eficiente hacer varias instalaciones individuales. En el caso de que la generación se realice a partir de una energía residual, por ejemplo, calor residual de un proceso productivo,

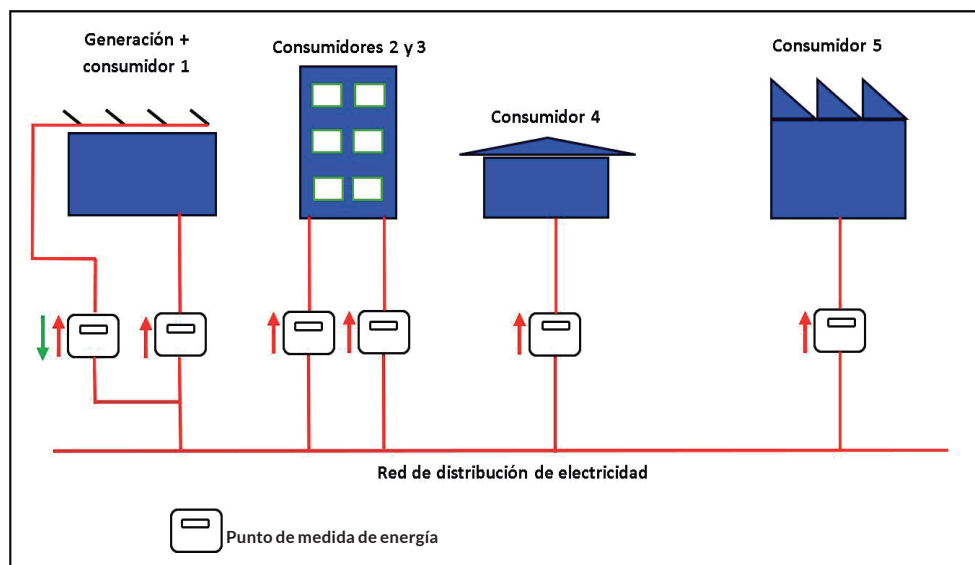
- este problema es menor, puesto que la instalación centralizada va a servir para aprovechar una parte de la energía residual que de otro modo se desperdiciaría.
- En la mayor parte de las instalaciones, la distribución de calor y/o frío se realiza en fase líquida, por lo que es necesario disponer de bombas de circulación. El consumo de energía eléctrica de dichas bombas es elevado, y aumenta de forma proporcional con el caudal, las pérdidas de carga y las horas de funcionamiento. Este consumo energético también irá en detrimento de la eficiencia energética global del sistema centralizado, por lo que suele resultar conveniente incorporar una instalación de autoconsumo con energías renovables en la central de generación.

2.2. Autoconsumo colectivo de energía eléctrica procedente de fuentes renovables

Este tipo de autoconsumo es una forma de aprovechar una instalación de generación de electricidad, permitiendo que varios consumidores utilicen la energía producida.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo básico de una instalación de este tipo:

Figura 2. Esquema básico de una instalación de autoconsumo colectivo

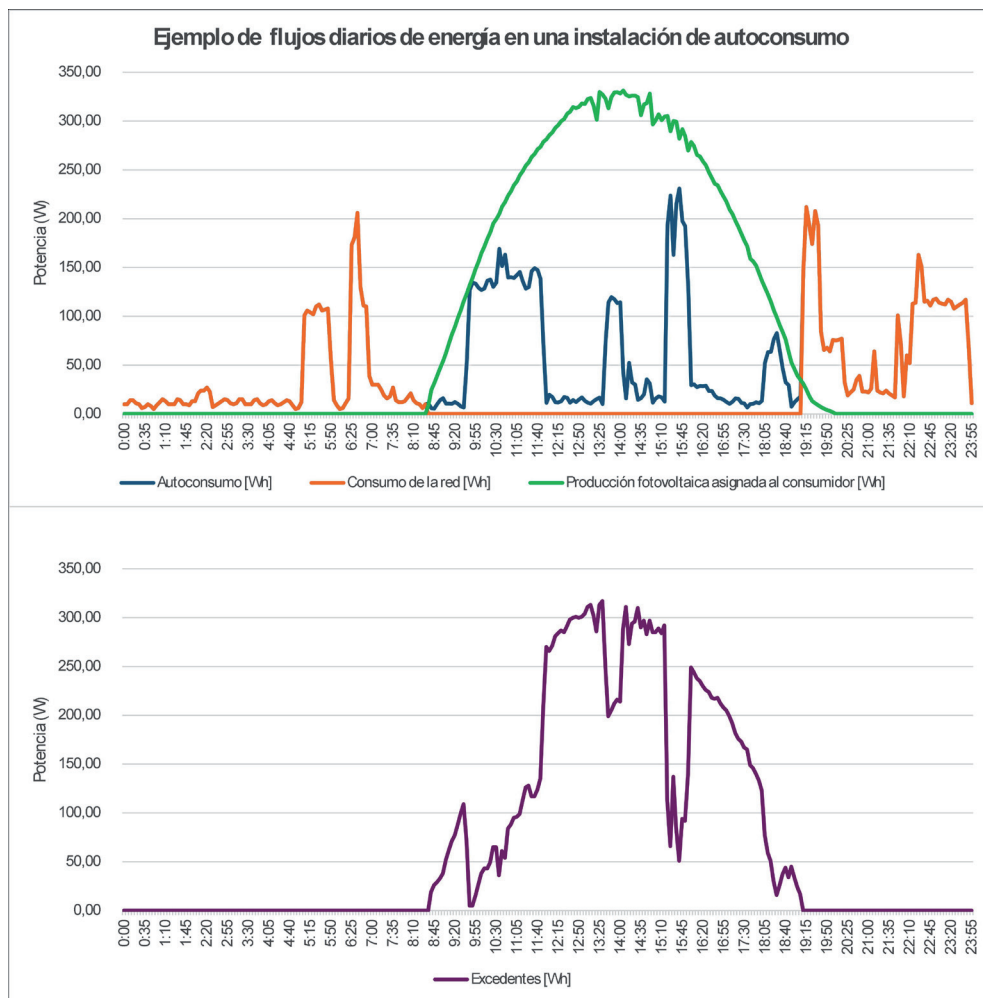


En la figura se aprecia una instalación de generación que cede energía eléctrica a la red (flecha verde), un consumidor asociado conectado en red interior (consumidor 1), y cuatro consumidores asociados que aprovechan la energía a través de la red de distribución (consumidores 2 a 5).

Para comprender el funcionamiento de las instalaciones de autoconsumo, es importante diferenciar los diferentes flujos de energía que intervienen. Desde el punto de vista de cada consumidor, existen los siguientes:

- Energía consumida de la red. Para cada periodo de facturación, se hace un balance entre la energía generada que corresponde a cada consumidor y su consumo. Si el consumo es mayor que los excedentes que tiene asignados, la energía que falta la consume de la red. Está representada por la línea naranja en el ejemplo de la Figura 3.
- Energía autoconsumida. Es la energía que se consume en el mismo momento en que es producida. Está representada por la línea de color azul en el ejemplo de la Figura 3.
- Energía total producida asignada al consumidor. Es la parte de la producción de la instalación de generación que está asignada al consumidor, según un acuerdo de reparto establecido entre todos los consumidores asociados a la instalación de generación. Está representada por la línea de color verde en la Figura 3.
- Excedentes de energía. Si la producción asignada al consumidor es superior a su consumo dentro de un periodo de facturación, la energía que sobra se considera excedente de energía de ese consumidor. Está representada por la línea de color morado en la Figura 3.

Figura 3. Ejemplo de flujos diarios de energía de un consumidor asociado a una instalación fotovoltaica de autoconsumo



2.2.1. Requisitos normativos

La regulación del autoconsumo colectivo de energía eléctrica parte de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, y se desarrolla en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

En dichas normas, se define el autoconsumo colectivo del siguiente modo:

“Se dice que un sujeto consumidor participa en un autoconsumo colectivo cuando pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica que proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”.

Por tanto, para que se pueda dar un autoconsumo colectivo:

- deberán participar al menos dos consumidores,
- deberá existir una instalación de producción de energía eléctrica próxima a los consumos y asociada a los mismos,
- y deberá existir un acuerdo de reparto de la energía eléctrica excedentaria.

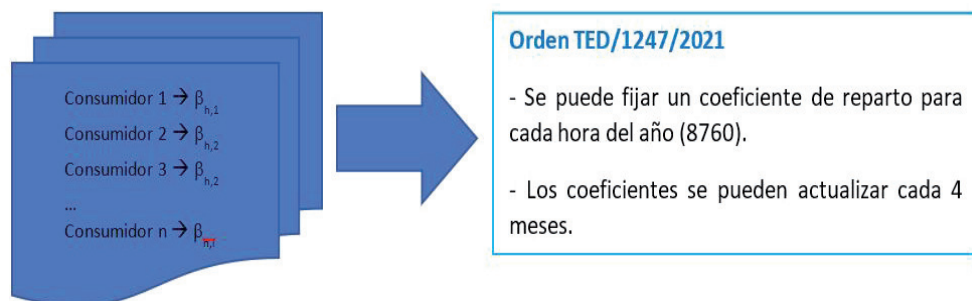
Se entenderá que las instalaciones de producción son próximas a los consumos y están asociadas a los mismos cuando cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- i. Que estén conectadas a la red interior de los consumidores asociados o estén unidas a estos a través de líneas directas.
- ii. Que estén conectadas a cualquiera de las redes de baja tensión derivadas del mismo centro de transformación.
- iii. Que se encuentren conectadas a una distancia inferior a 500 metros de los consumidores asociados. En el caso de instalaciones fotovoltaicas esta distancia se amplía hasta los 2000 metros si la instalación de generación se ubica en su totalidad en la cubierta de una o varias edificaciones, en suelo industrial, o en estructuras artificiales existentes o futuras, cuyo objetivo principal no sea la generación de electricidad, y esta se conecta al consumidor o consumidores a través de las líneas de transporte o distribución.
- iv. Que estén ubicados, tanto la generación como los consumos, en una misma referencia catastral según sus primeros 14 dígitos.

Las instalaciones que cumplan la condición *i* se denominan instalaciones próximas de red interior, y las que cumplan las condiciones *ii*, *iii* o *iv* se denominan instalaciones próximas a través de la red.

En cuanto al acuerdo de reparto de la energía excedentaria producida por la instalación, todos los consumidores participantes en el autoconsumo colectivo que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo, y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora, como encargada de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un

mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I del RD 244/2019.



El valor de estos coeficientes de reparto podrá determinarse en función de la potencia a facturar de cada uno de los consumidores asociados participantes, de la aportación económica de cada uno de los consumidores para la instalación de generación, o de cualquier otro criterio siempre que exista acuerdo firmado por todos los participantes, y siempre que la suma de estos coeficientes $\beta_{h,i}$ de todos los consumidores que participan en el autoconsumo colectivo sea la unidad para cada hora del periodo de facturación.

En la normativa también se establecen las modalidades de autoconsumo. Para el caso de las instalaciones de autoconsumo colectivo estas son:

- **SIN excedentes.** La electricidad generada por la instalación es consumida de manera instantánea por los consumidores asociados. En este tipo de modalidad no se puede inyectar energía a la red; por tanto, se debe instalar un sistema antivertido. Este sistema limita la producción energética al consumo instantáneo del conjunto de consumidores asociados.
- **SIN excedentes acogida a compensación.** Igual que en el caso anterior, se debe instalar un sistema antivertido que evite la inyección de energía a la red. Cada consumidor tiene asignado para cada hora un porcentaje de la energía generada (acuerdo de reparto), la cual, si no se consume de forma instantánea, se convierte en excedente para ese consumidor, que podrá ser compensado a través del contrato con la comercializadora. Para poder acogerse a esta modalidad, todos los consumidores deben estar conectados en red interior (centralización de contadores). Esta modalidad solo es posible en instalaciones de generación de potencia inferior a 100 kW y con fuentes de energía renovables.

- **CON excedentes acogida a compensación.** En esta modalidad la instalación de generación siempre produce el máximo posible, y la energía que no se usa de forma instantánea se cede a red como excedentes, que podrán ser compensados posteriormente de forma individual. Esta modalidad solo es posible en instalaciones de generación de potencia inferior a 100 kW y con fuentes de energía renovables.
- **CON excedentes no acogida a compensación.** La instalación de generación siempre produce el máximo posible. La energía que no se usa de forma instantánea se cede a red para ser vendida al mercado. El titular de la instalación es el productor de electricidad.

En las modalidades sin excedentes no es necesaria la obtención de derechos de acceso y conexión con la compañía distribuidora, así como en cualquier tipo de modalidad cuando la potencia de generación no supere los 15 kW.

2.2.2. Estudio de viabilidad

En este apartado se enumeran los principales parámetros a considerar en la realización del estudio de viabilidad de una comunidad energética local, basada en el aprovechamiento de una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo colectivo.

Inversión inicial.

- Gastos de constitución de la comunidad energética local. Se deberá elegir la forma jurídica, elaborar la documentación para constitución, captación y reuniones con los socios, etc. El importe de esta partida es bajo, y su cuantía dependerá de las actividades que sean ejecutadas directamente por los socios y las que tengan que contratar a una entidad externa.
- Instalación de generación fotovoltaica. Es el gasto principal, y su cuantía es proporcional a la potencia de generación que se instale. El precio medio unitario se sitúa en los 1500 €/kWp, para el caso de instalaciones pequeñas (menos de 15 kW), y va disminuyendo a medida que aumenta el tamaño de la instalación, pudiendo llegar a ser de 600 €/kWp, e incluso inferior, en las instalaciones más grandes, de varios cientos de kWp.
- Otros gastos: obtención de permisos, autorizaciones, trámites con la compañía distribuidora, solicitud de posibles ayudas, etc. La

cuantía global de estos conceptos se sitúa entre el 3 y el 7 % de la inversión en la instalación de generación.

Ingresos.

- Ahorro por energía autoconsumida. Los consumidores asociados a la instalación de autoconsumo colectivo pasarán a consumir una parte de su energía, directamente o a través de la red, de la misma, disminuyendo por tanto la factura de la compañía suministradora. La cuantía de este ahorro dependerá del porcentaje de participación de cada consumidor en el reparto de la energía generada por la instalación de producción, y del grado de coincidencia temporal de su consumo con la producción asignada a cada consumidor.
- Ahorro por energía compensada. La producción asignada a cada consumidor que no es consumida de forma instantánea, se convierte en excedente individual de cada consumidor. Esta energía es compensada en términos económicos por cada consumidor de acuerdo con las condiciones que este haya pactado con su compañía suministradora. En los últimos años, diversas compañías están ofreciendo el servicio de “batería virtual”, mediante el cual el consumidor acumula el valor de los excedentes no compensados en el periodo de facturación. Esto permite acumular los excesos de producción, que se dan generalmente en verano, para ser consumidos en épocas de mayor demanda y/o menor producción.
- Ayudas recibidas. Tanto para las comunidades energéticas en particular como para las instalaciones de autoconsumo de forma genérica, ha habido diversas convocatorias de ayudas con cargo a los fondos *Next Generation EU*, que alcanzan un porcentaje elevado de la inversión inicial. Dependiendo del tipo de beneficiario, estas ayudas pueden llegar hasta el 100 % de la inversión inicial.

Gastos de explotación.

Los gastos de explotación de una instalación de este tipo son muy bajos, puesto que solo se debe realizar un mantenimiento básico de la instalación de generación, consistente en la limpieza periódica de los captadores solares, y de revisión y limpieza de los inversores e instalación eléctrica. También son bajos los costes de gestión, ya que, una vez que están formalizados los contratos con la compañía suministradora, no se requieren gestiones adicionales para la compra o compensación de la energía. Es conveniente formalizar

un seguro que cubra los daños que puedan producirse en la instalación de generación, y los que esta pueda producir a terceros.

2.3. Implantación de medidas de ahorro y eficiencia energética de forma colectiva

La normativa establece en cada actualización criterios más exigentes para disminuir el consumo de energía en todos los sectores. En el caso del sector de la construcción, que es responsable del 36 % de las emisiones de CO₂, se tiende hacia la construcción de nuevos edificios climáticamente neutros, y se está dando un fuerte impulso a la rehabilitación de edificios existentes para que disminuyan sensiblemente su consumo de energía, y se eliminan de forma paulatina los sistemas de calefacción alimentados con combustibles fósiles. Existen en la actualidad subvenciones de elevada cuantía para acometer este tipo de medidas.

Las comunidades energéticas locales pueden ser un actor relevante en la disminución del consumo energético en el sector de la construcción, mediante la implantación de medidas de mejora de la eficiencia energética de edificios. Este tipo de medidas son más rentables y obtienen mayores ahorros energéticos al ejecutarse de forma coordinada entre los miembros de estas comunidades energéticas. Se enumeran a continuación las más comunes:

- Mejora del aislamiento térmico de la envolvente de los edificios existentes. Consiste en la implantación de medidas como la incorporación de sistemas de aislamiento térmico por el exterior del edificio (SATE), sustitución de ventanas, mejora del aislamiento de cubiertas, suelos o fachadas, etc. Este tipo de medidas reducen el consumo de energía de los sistemas de climatización, al evitar las pérdidas de calor por los cerramientos. La ejecución de estas soluciones en un edificio completo es más eficaz y económica que si se realiza individualmente.
- Sustitución de calderas de calefacción y agua caliente sanitaria alimentadas con combustibles fósiles. La alternativa a estos sistemas pasa por su sustitución por sistemas alimentados con biomasa o por sistemas basados en aerotermia. La elección de uno u otro dependerá de diversos factores, como el grado de centralización del sistema de calefacción y ACS, la disponibilidad de espacio para el almacenamiento de biomasa, la disponibilidad de potencia eléctrica para alimentar la aerotermia, la posibilidad de incorporar una

- instalación de autoconsumo, etc. Para su correcta definición se requiere un estudio de viabilidad específico de cada caso.
- Mejora de la eficiencia energética de otras instalaciones del edificio. Se trata de sustituir equipamiento poco eficiente de las instalaciones, como iluminación, ascensores, grupo de presión de agua potable, extracción de garajes, etc., por equipos nuevos que presenten un menor consumo de energía prestando el mismo servicio.

2.4. Servicios de recarga de vehículos eléctricos

El sector transporte es el responsable del 30 % de las emisiones de CO₂. Dentro de este, el subsector de transporte por carretera es el causante del 90 % de las mismas, al ser el principal consumidor de productos petrolíferos. Por este motivo, desde los diferentes niveles de la administración se han venido impulsando medidas como la electrificación del sector. Una comunidad energética local puede participar el dicho proceso de electrificación, instalando puntos de recarga de vehículos eléctricos.

La normativa básica a considerar para realizar la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos es el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y concretamente su ITC-BT-52 - Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

Los principales aspectos a considerar para la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos son:

- Existencia de plazas de aparcamiento que puedan ser reservadas para este uso. La mayor parte de los fabricantes de puntos de recarga disponen de puntos con varias tomas, de modo que con un punto de recarga se puede dar servicio a dos plazas de aparcamiento.
- Disponibilidad de potencia en la red a la que se conecten los puntos de recarga, y obras para llevar el suministro eléctrico hasta las plazas de aparcamiento.
- El tipo de conectores y potencia de que dispondrán los puntos de recarga. La mayor parte de los vehículos eléctricos o híbridos enchufables que se encuentran actualmente en circulación, se pueden recargar en alguno de estos tres tipos de conectores:
 - o Schuko para potencias hasta 2,3 kW en CA
 - o Tipo 2 (Mennekes) para potencias hasta 44 kW
 - o CSS para potencias hasta 44 kW en CA y 50 kW

- El sistema de gestión de los puntos de recarga, debiendo contemplar la identificación de usuarios, la posibilidad de visualización del estado y reserva del punto de recarga mediante una *app* o un sitio web, los métodos de pago en su caso, etc.
- Coste total de la instalación por punto de recarga, debiendo considerar:
 - o Señalización de las plazas de aparcamiento y obra civil para su acondicionamiento si es necesario.
 - o Instalación eléctrica para alimentar el punto de recarga.
 - o Suministro e instalación del punto de recarga.
 - o Legalización de la instalación.

En cuanto a la gestión de los puntos de recarga, si estos van a ser accesibles al público, se debe tener en cuenta lo establecido en el Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos. En el mismo se establecen los derechos y obligaciones de las entidades que prestan el servicio de recarga energética, que podrá ser realizado directamente por la comunidad energética local o a través de un tercero especializado, como los proveedores de servicios de movilidad eléctrica, también regulados en la misma norma.

En cuanto a las modalidades bajo las que se puede prestar el servicio de recarga energética, se establecen tres:

- a) Mediante recarga puntual. Se da cuando no existe un contrato previo a la prestación del servicio entre el operador del punto de recarga y el usuario. El pago se podrá realizar tanto por medios físicos como electrónicos.
- b) Con contrato previo a la prestación del servicio.
- c) A través de una empresa proveedora de servicios para la movilidad eléctrica. En esta modalidad se deberá haber establecido un contrato previo de interoperabilidad con la misma.

Actualmente no existe un número suficiente de vehículos eléctricos que demanden servicios de recarga, por lo que es difícil rentabilizar la instalación de puntos de recarga con la simple venta de energía. La mayor parte de las instalaciones disponibles en la actualidad han sido realizadas por grandes compañías que buscan posicionarse en el mercado, Administraciones que pretenden fomentar el uso de esta tecnología, y otras empresas como hoteles, restaurantes, centros comerciales, que lo ofrecen como un servicio adicional a sus clientes, reforzando también su imagen de compromiso con el respeto al medioambiente.