



Unión Europea



Programa: Programa de subvenciones a proyectos singulares de entidades locales que favorezcan el paso a una economía baja en carbono en el marco del programa operativo FEDER de crecimiento sostenible 2014-2020

Medida 15. Instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a generación eléctrica para autoconsumo (conectadas a red y aisladas).

Título del Proyecto: Instalación Solar Fotovoltaica en Centro Pérez Mercader.

Justificación de la actuación elegible.

Las instalaciones solares fotovoltaicas en la localidad de La Rinconada han puesto de manifiesto el fuerte compromiso de esta con la Unión Europea. Pretendiendo contribuir a ser más eficientes desde el punto de vista energético, esforzándose para alcanzar los objetivos propuestos en el paquete de medidas «Objetivo 55» de la Comisión.

Con estas instalaciones queremos aprovechar la fuente de energía renovable e inagotable, por excelencia, como es la luz solar, siendo La Rinconada agraciada con 2.898 horas de sol al año. El efecto fotovoltaico es la base del proceso mediante el cual una célula fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad. Esta energía generada se está consumiendo ya en las instalaciones del edificio Centro Pérez Mercader, reduciendo así la energía que se necesita importar de la red eléctrica.

El sistema seleccionado fue un sistema de generación de energía eléctrica a través de una instalación de 64 módulos fotovoltaicos y dos inversores de capacidad 12 kW. Estos han sido instalados sobre la cubierta del edificio que se encuentra más elevada, apoyados sobre soportes fijos con inclinación de 30º orientados a 47º sur (ángulo óptimo de la zona). La salida AC del grupo inversor de conexión a la red trifásica del edificio, se conectará al cuadro principal de la red eléctrica interna.

La empresa suministradora es ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.U. y la tensión de suministro es 400V. Se utiliza un punto de conexión de la instalación en GDMP (Dispositivos Generales de Mando y Protección) propiedad del usuario.

A continuación, describiremos brevemente los equipos que han conformado la instalación:

- **Módulos fotovoltaicos**

Estos están compuestos por células fotovoltaicas que generan corriente eléctrica continua cuando están expuestas a la luz solar. Como cada célula genera una tensión de menos de un voltio, las células están conectadas en serie para producir un valor más elevado. La tensión de salida de un módulo varía inversamente con la carga de la corriente, y con la temperatura ambiente. La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar que cae sobre le Fontal de las células.



Unión Europea



Para evitar el sombreado entre los módulos y los apartados constructivos del edificio (Torre), se ha calculado la distancia mínima de la instalación, teniendo en cuenta el ángulo de incidencia óptimo en la localización del edificio.

Esta instalación comprende una combinación de módulos en paralelo y serie dispuestos de modo que, priorizando la integración arquitectónica, se ha buscado la mejor orientación (hacia el sur) e inclinación para maximizar la conversión de energía solar a eléctrica a lo largo de todo el año.

En concreto se han instalado 64 módulos fotovoltaicos estándar de 455 Wp. Se han instalado distribuidos en 3 grupos:

- Zona 1: 13 módulos de 455 W, con una potencia pico total de 5,92 kWp instalados con una inclinación de 30º, agrupados en 1 string.
- Zona 2: 24 módulos de 455 W, con una potencia pico total de 10,92 kWp instalados con una inclinación de 36º, agrupados en 3 strings.
- Zona 3: 27 módulos de 455 W, con una potencia pico total de 12,29 kWp instalados con una inclinación de 36º, agrupados en 3 strings.

Los strings se conectarán a los dos inversores. La instalación presentará una potencia total de generación de 29,12 kWp.

- Inversor de conexión

La alimentación de red suplementaria incluye la conversión de la tensión de CC (corriente continua) procedente del panel PV en tensión CA (corriente alterna) compatible con la red, con los denominados "inversores" y la conexión subsiguiente de la red eléctrica en la distribución doméstica.

Se decidió hacer uso de la tecnología tipo "String" debido a la reducción de costes que supone. Esta tecnología significa que un número pequeño de módulos fotovoltaicos están conectados en serie a un "string", cada uno se conecta después de un inversor separado, el cual inyecta la electricidad a este "string" hacia la red. La energía generada se recoge directamente en la parte de CA, lo que da lugar al hecho de que el diseño del sistema se hace muy sencillo y no es ya necesario un cableado extraordinario en CC.

El sistema de control secuencial controla una operación totalmente automática y gestiona el seguimiento MPP (Punto de Máxima Potencia); se ha buscado que la tensión de salida fotovoltaica tenga la potencia de salida más alta. Este sistema de control secuencial minimiza las innecesarias pérdidas, tanto en modo de espera como en el modo de alimentación de red.

Se han instalado 2 inversores de 12 KW a los que se conectarán los módulos fotovoltaicos estándar. Estos inversores cuentan además con las protecciones internas de mínima y máxima tensión y máxima y mínima frecuencia tal y como se indica en el apartado 7 de la ITC-BT-40. En



Unión Europea



cumplimiento de la ITC-BT-40 del REBT, el fabricante de los inversores certifica que la corriente continua inyectada a la red no supera el 0,5% de la corriente nominal.

- Instalación Eléctrica

Cableado de corriente continua

Se siguieron las especificaciones indicadas en AENOR EA 0038 y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red de IDAE para la elección del cableado de la parte de corriente continua (CC). Estos han sido diseñados para condiciones severas de larga duración (superior a 25 años), adecuados para equipos de aislamiento clase II, resistentes a temperaturas extremas (entre -40°C y +90°C) como a la intemperie y diseñados para una temperatura máxima del conductor de 120°C. Serán de alta seguridad (AS), no propagadores de llamas, ni fuego y de baja emisión de humos y gases corrosivos.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos elevados. Los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior.

Estos cables cumplen con los requisitos e indican el fabricante o marca comercial, la designación del cable, la sección del mismo, la tensión asignada y las dos últimas cifras del año de fabricación. La tensión asignada de los cables es de 0,6/1 kV DC (conductor-conductor, sin puesta a tierra, circuito sin cargas).

Cableado de corriente alterna

La caída de tensión máxima ha seguido los criterios estipulados en la ITC-BT-40 punto 5, es por ello que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión de la Red de Distribución Pública o Instalación Interior, no es superior al 1,5% para la intensidad nominal.

El cableado de la parte de alterna va desde la salida de los inversores hasta el Cuadro General, siendo este de alta seguridad (AS), no propaga llama, ni fuego, y es de baja emisión de humos y gases corrosivos. Los cables fueron diseñados para una tensión nominal de 0,6/1 kV.

Protecciones externas

La conexión del generador fotovoltaico a la red instalado no debe provocar en la red averías ni disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa. Su funcionamiento no podrá dar origen a condiciones peligrosas en el trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución. En caso de que la línea



Unión Europea



de distribución se quede desconectada de la red, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución.

Al tratarse de una instalación de potencia superior a 15kW la conexión es trifásica.

La variación de la tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no es superior al 2 % de la tensión nominal.

El factor de potencia de la energía suministrada debe ser lo más próximo posible a la unidad, solamente superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25% de su potencia nominal.

Para cumplir con el RD 1699/2011 y con la ITC-BT-40 del REBT, las protecciones con las que se han contado en la interconexión son:

- Un elemento de corte general que proporcione el aislamiento requerido sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico;
- Un interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en caso de derivación de algún elemento a tierra;
- Un interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- Protecciones de conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un);

A continuación, detallamos cada una de las protecciones que han sido instaladas:

- Protecciones fusibles 16 A 1000 Vcc para cada uno de los Strings de módulos;
- Descargador de sobretensión de CC (tipo 2, tipo ½) a la salida de cada inversor, que proteja cada uno de los seguidores MPPT de 40 kA;
- Dos interruptores magneto-térmico de 25 A por inversor;
- Interruptor magneto-térmico + descargador de sobretensiones permanentes. Se ha instalado magneto-térmico para cada línea AC individual de 63 A y tipo A que conecta con el inversor;
- Interruptor automático diferencial, con una In=63 A y una sensibilidad de 300mA Curva tipo C para las protecciones contra contactos directos e indirectos;

Además, para proteger la instalación de monitorización se proyectan:

- Un interruptor magneto-térmico bipolar de 16 A;
- Un interruptor magneto-térmico tetrapolar de 16 A;



Unión Europea



- Un interruptor diferencial. In=25 A y una sensibilidad de 30 mA Curva tipo AC para las protecciones contra contactos directos e indirectos.

Puesta a tierra

Con el objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos o indirectos del sistema fotovoltaico, se ha dispuesto de un generador fotovoltaico en esquema flotante, la red de corriente continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de la tierra y existe una tierra de protección a la que se unirá las masas metálicas componentes del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, impidiendo que las masas adquieran potencial en el caso de defecto de aislamiento;
- Permite la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Estructura de soporte

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos tendrán que estar dimensionadas para soportar sobrecargas de viento, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su Documento Básico de Seguridad Estructural y Acciones de la Edificación (DB SE-AE).

El diseño y la construcción de la estructura y fijaciones de los módulos deberá permitir dilataciones térmicas que puedan afectar a la integridad de los módulos. La estructura soporte de módulos estará compuesta por perfilaría de aluminio para la sujeción de los paneles solares. Anclándose mediante tornillería a la chapa grecada existente en la cubierta del edificio.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico. El emplazamiento de las estructuras se realizará para la orientación y ángulo de inclinación según los cálculos y tomas de decisión, además de la facilidad del montaje y desmontaje y la posibilidad de sustitución de elementos.

Resultados energéticos tras la instalación.

En este apartado se muestran los valores alcanzados para los indicadores que aplican a la actuación realizada, incluidos en el Eje de Economía Baja en Carbono POCS, y que se justifican a partir del análisis realizado en este documento.

En primera instancia, el objetivo del proyecto presentado por el Ayuntamiento a la convocatoria de ayudas según el RD 616/2017, de 16 de junio, consistió en la instalación de paneles solares fotovoltaicos sin sistema de acumulación eléctrica para autoconsumo, cuya potencia inicial de generación fotovoltaica inicialmente proyectada era de 28,6 kWp, a partir



Unión Europea



de un total de 88 paneles de 28,6 kWp cada panel solar a instalar, con una potencia nominal de 30 kW.

Dicho estudio obtuvo los indicadores siguientes:

Indicador	Resultado	Unidad
C034	23,43	tCO2eq/año
C030	0,0286	MW

Dónde:

- C034 Reducción de emisiones de GEI (tCO2eq/año).
- C030 Capacidad adicional de producción de energía renovable eléctrica (MW).

Debido a la falta de espacio en la cubierta, se comprobó tras la evaluación que finalmente solo se podían instalar 64 paneles, y se han conseguido colocar todos, obteniendo una potencia de generación de 29,12 kWp y una potencia nominal de 12 kW.

Así mismo, se ha contabilizado la siguiente energía eléctrica a lo largo del año 2019 y no la correspondiente a 2017 como aparece en la solicitud de la ayuda, debido a que se han actualizado los datos conforme a proyecto realizado.

Por tanto, los indicadores de resultado obtenidos tras la realización del proyecto subvencionado se muestran a continuación:

Indicador	Resultado	Unidad
C034	26,53	tCO2eq/año
C030	0,02912	MW

Combustible	Kg CO2/kWh E. Final
Electricidad	0,521
Gasóleo calefacción	0,311
GLP	0,254
Gas Natural	0,252
Carbón	0,472
Biomasa no densificada	0,018
Biomasa densificada (pellets)	0,018
Otros	A justificar

Financiación.

Desde el punto de vista económico, este proyecto ha contado con una inversión total de 38.531,35 €, correspondiendo:



Unión Europea



El suministro e instalación de placas fotovoltaicas, asciende a 30.270,52€ ,siendo el IVA, 6.356,81€ .Total 36.627,32 €

Asimismo, como elemento de comunicación, se ha instalado una Placa de comunicación de la actuación. Esta ha sido adquirida por un importe de 128,26 €, siendo igualmente financiada un 80% por los Fondos Europeos, y el 20% restante por los Fondos Propios del Ayuntamiento.

Con respecto a la coordinación de Seguridad y Salud del suministro e instalación del contrato, tenemos un coste elegible de 435,60€.

La elaboración de proyecto, dirección facultativa, estudio Seguridad Salud y Plan gestión de residuos constituyeron un total de 969,21€ (IVA incluido).

En este proyecto ha sido necesario realizar trabajos de adecuación de trafos de medida según la normativa de Endesa y han supuesto un gasto de 370,96€.

El 80% de la cantidad adjudicada ha sido financiada por la Unión Europea en concepto de ayuda IDAE, enmarcada en el Programa Operativo de Crecimiento Sostenible, concretamente del objetivo temático 4 (OT4), del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El 20% remanente ha sido sufragado por los fondos propios del Ayuntamiento de La Rinconada.

Resultados de la actuación.



ANTES DE LA ACTUACIÓN



ANTES DE LA ACTUACIÓN



Unión Europea



DURANTE LA INSTALACIÓN	DURANTE LA INSTALACIÓN
PROYECTO FINALIZADO	PROYECTO FINALIZADO

PLACA COMUNICACIÓN	PLACA COMUNICACIÓN ENTRADA EDIFICIO