



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 Cultural La Villa.

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 del Centro Cultural de la Villa, 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 fotovoltaica conectada a la red interior, formada por 99 módulos fotovoltaicos TRINASOLAR TALLMAX 144 LAYOUT MODULE de 455 Wp, ubicados en la cubierta del edificio, soportes fijos y 1 inversor Huawei SUN2000 40 KTL de 40 kW de potencia nominal.

El sistema que se propone es un sistema de generación de energía eléctrica a través de una instalación de módulos fotovoltaicos e inversores. Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre la cubierta del edificio (la más elevada) denominada ZONA C y sobre cubierta metálica existente (techadillo) denominada (ZONAS A y B) de la siguiente manera:

- Instalación 1 (Zona C): una inclinación de 10º y orientación 29º (azimut).
- Instalación 2: (Zonas A y B), con módulos integrados en cubierta metálica abovedada de aproximadamente 11º de inclinación y orientación 29º.

La salida AC del grupo inversor de conexión a la red trifásica del edificio, se conecta al cuadro principal de la red eléctrica interna.



Unión Europea



La empresa suministradora es ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.U. y la tensión de suministro es 400V.

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. Cada célula genera una tensión de menos de un voltio, las células conectadas están conectadas en serie para producir un valor más elevado. La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar que cae sobre el frontal de las células. Esta instalación comprende una combinación de módulos en paralelo y serie dispuestos de modo que, priorizando la integración arquitectónica, se busque 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 99 módulos fotovoltaicos estándar de 455 Wp.

- 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 ha instalado 1 inversor de 40 KW a los que se han conectado los módulos fotovoltaicos estándar. Este inversor cuenta 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 cumplimiento con la ITC-BY-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.



Unión Europea



- 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 0,9/1,8 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 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.



Unión Europea



La variación de la tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica no es superior al 2,5% 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 de sobreintensidad, mediante relés directos magneto-térmicos;
- 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. Incluido según inversor instalado
- Descargador de sobretensiones transitorias de CC (tipo 2, tipo ½) a la salida de cada inversor, que proteja cada uno de los seguidores MPPT de 40 kA. Incluido en el inversor
- 2 interruptor magneto-térmico 1 de 100 A y tipo AC en cada Cuadro (CSFV y CGBT).
- 1 Interruptor diferencial. Se instalará con una In=100A y una sensibilidad de 300mA Curva tipo AC para las protecciones contra contactos directos e indirectos. En cada Cuadro Secundario de Fotovoltaica.

Además, para proteger la instalación de monitorización se proyectan:

- 1 Interruptor magneto-térmico bipolar de 16 A.
- 1 Interruptor magneto-térmico tetrapolar de 16 A



Unión Europea



- Interruptor diferencial. In=25A 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 de soporte de los módulos fotovoltaicos está dimensionada para soportar cargas 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 construcción de la estructura y fijaciones de los módulos permite dilataciones térmicas que pueden 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 en el caso de las Zonas A y B y a lastres de hormigón en el caso de Zona C.

El anclaje se efectuará mediante fijación a chapa entre grecas y tornillo roscachapa M8 en Zonas A y B y mediante taco químico con tornillos de M10 colocados en cada triángulo a los lastres de hormigón en Zona C.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesidades dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la intensidad de los módulos, siguiendo con las indicaciones del fabricante.

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



Unión Europea



paneles solares fotovoltaicos sin sistema de acumulación eléctrica para autoconsumo, cuya potencia inicial de generación fotovoltaica inicialmente proyectada era de 43,88 kWp, a partir de un total de 135 paneles de 325 Wp cada panel solar a instalar, con una potencia nominal de 45 kW.

Dicho estudio obtuvo los indicadores siguientes:

Indicador	Resultado	Unidad
C034	37,29	tCO2eq/año
C030	0,0439	MW

Dónde:

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

Tras la evaluación por los técnicos proyectistas del proyecto, se estudió y comprobó la posibilidad de instalar un total de 108 paneles de 410W, obteniendo una potencia de generación de 44,28 Wp y una potencia nominal de 37,5 kW.

Finalmente, junto con la contrata encargada de las obras de instalación, y tras una visita se replanteo, se evaluó y aprobó la instalación de módulos de 455Wp, lo que implicó instalar un total 99 paneles y una potencia de generación de 45,05 kWp y una potencia nominal de 40 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	40,06	tCO2eq/año
C030	0,045	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





Unión Europea



Financiación.

Desde el punto de vista económico, este proyecto ha contado con una inversión total de 55.400,76 €, correspondiendo:

La ejecución del contrato de suministro e instalación de placas fotovoltaicas asciende a 42.725,62 €, incrementada con 8.972,38 € IVA, hacen un total de 51.698 €.

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€.

Los trabajos efectuados en la red de tierras que protegen los circuitos de BT tanto de la instalación Fotovoltaica como el resto de las instalaciones que contiene el Centro Cultural de la Villa han supuesto un coste total de 871,97€.

La elaboración de proyecto, dirección facultativa, estudio Seguridad Salud y Plan gestión de residuos constituyeron un total de 2.843,50€ (IVA incluido).

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.



Unión Europea



Resultados de la actuación.

ANTES DE LA ACTUACIÓN	ANTES DE LA ACTUACIÓN
DURANTE LA INSTALACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN



Unión Europea



PROYECTO FINALIZADO



PROYECTO FINALIZADO



PLACA COMUNICACIÓN



PLACA COMUNICACIÓN ENTRADA TEATRO