

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA COMUNIDAD ENERGÉTICA EN EL PAÍS VALENCIÀ



Estudiante: Martínez Sendra, Arnau

Director/Directora: Aranzabal Santamaría, Itxaso

Curso: 2022-2023

Fecha: Bilbo, 14 de julio de 2023

DISEÑO DE UNA COMUNIDAD ENERGÉTICA EN EL PAÍS VALENCIÀ

RESUMEN

En este Trabajo Final de Grado se ha diseñado una comunidad energética local en un pueblo rural del País Valencià. Esta nueva configuración de autoconsumo permite hacer frente a la pobreza energética desde un cambio en el sistema eléctrico donde se descentraliza la generación. Se han analizado los diferentes beneficios económicos, sociales y medioambientales que aporta, desde la puesta en práctica de un proyecto desde cero. Analizando teóricamente primero para luego con los datos en la mano observar los cambios que les proporciona a los habitantes del pueblo.

LABURPENA

Gradu Amaierako Lan honetan, País Valencià-n kokatutako herri baten toki-komunidade energetiko bat diseinatu da. Autokontsumo mota berri honek, txirotasun energetikoari aurre egitea baimentzen du, energia ekoizpena deszentralizatuz. Hutsetik abiatutako proiektu baten bidez, eredu energetiko honen abantaila ekonomiko, sozial eta ingurumenean duen onura aztertu dira. Lehendabizi teorikoki aztertuz eta gerora lortu diren datuekin, herriko bizilagunei dakarzkien onurak aztertuko dira.

ABSTRACT

In this Final Degree Project, a local energy community has been designed in a rural village in the País Valencià. This new self-supply configuration makes it possible to confront energy poverty from a change in the electrical system where generation is decentralized. The different economic, social and environmental benefits that it brings have been analyzed, from the implementation of a project from scratch. Analyzing theoretically first of all, and then with the data in hand, observing the changes it provides to the inhabitants of the village.

PALABRAS CLAVE

Comunidad energética, energía eléctrica, pobreza energética, instalación fotovoltaica, autoconsumo, energía renovable, descentralización, soberanía energética.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| LISTA DE TABLAS..... | 5 |
| LISTA DE ILUSTRACIONES | 6 |
| LISTA DE GRÁFICOS | 7 |
| LISTA DE ACRÓNIMOS..... | 8 |
| 1. MEMORIA | 9 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| 1.2. CONTEXTO..... | 9 |
| 1.3. OBJETIVOS, ALCANCE Y BENEFICIOS | 9 |
| 2. ESTADO DEL ARTE | 11 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 2.2. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL..... | 11 |
| 2.2.1. Actividades del SE..... | 12 |
| 2.3. AUTOCONSUMO | 13 |
| 2.3.1. Modalidades de autoconsumo [12] | 13 |
| 2.3.2. Agentes en el autoconsumo | 14 |
| 2.4. NUEVAS CONFIGURACIONES DE AUTOCONSUMO EN BT EN EL ENTORNO URBANO..... | 15 |
| 2.4.1. Autoconsumo individual..... | 15 |
| 2.4.2. Autoconsumo colectivo | 16 |
| 2.5. COMUNIDADES ENERGÉTICAS..... | 16 |
| 2.6. NORMATIVA..... | 19 |
| 2.6.1. Formas jurídicas..... | 20 |
| 2.6.2. Tramitación administrativa..... | 21 |
| 2.6.3. Tramitación autonómica. País Valencià..... | 21 |
| 3. METODOLOGÍA | 23 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN..... | 23 |
| 3.2. UBICACIÓN | 23 |
| 3.3. CÁLCULO ENERGÍA CONSUMIDA..... | 24 |
| 3.4. CÁLCULO POTENCIA FV..... | 26 |
| 3.5. ELECCIÓN INSTALACIÓN FV..... | 27 |
| 3.5.1. Potencia FV de 20 kW..... | 27 |
| 3.5.2. Potencia FV de 22 kW..... | 29 |
| 3.5.3. Potencia FV de 25 kW..... | 29 |
| 3.6. ANALISIS DE RESULTADOS..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.6.1. Análisis económico..... | 32 |
| 3.7. CONSTITUCIÓN DE LA CEL..... | 32 |
| 3.7.1. Reparto de la energía producida | 34 |
| 3.8. DIAGRAMA DE GANTT..... | 35 |
| 4. PRESUPUESTO..... | 37 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 38 |
| 6. REFERENCIAS..... | 39 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. OLIGOPOLIO ELÉCTRICO DEL ESTADO ESPAÑOL. FUENTE: OCU [10]..... | 12 |
| TABLA 2. TRAMOS TARIFA 3.0TD. FUENTE: SOM ENERGIA COOPERATIVA [27]..... | 25 |
| TABLA 3. CONSUMO ANUAL DEL PUEBLO | 26 |
| TABLA 4. COMPARATIVA DE PRECIOS ENTRE 20 KW Y 22 KW | 31 |
| TABLA 5. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA EE DURANTE LOS DÍAS LABORABLES..... | 34 |
| TABLA 6. RESUMEN Y DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES | 35 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1. ESQUEMA DEL SE PENINSULAR. FUENTE: REE.ES | 11 |
| ILUSTRACIÓN 2. AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES. FUENTE: IDAE..... | 13 |
| ILUSTRACIÓN 3. AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES ACOGIDO A COMPENSACIÓN. FUENTE: IDAE | 14 |
| ILUSTRACIÓN 4. AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES NO ACOGIDO A COMPENSACIÓN. FUENTE: IDAE | 14 |
| ILUSTRACIÓN 5. IMAGEN POR SATÉLITE DE BENIALÍ. FUENTE: GOOGLE EARTH [24] | 24 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 1. CONSUMO FINAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SECTORES EN EL ESTADO ESPAÑOL – 2019 [16] | 17 |
| GRÁFICO 2. TRAMOS TARIFA 2.0TD. FUENTE: ENERGIGREEN [26] | 25 |
| GRÁFICO 3. COMPARACIÓN ENTRE LA ENERGÍA CONSUMIDA Y LA PRODUCIDA CON DIFERENTES POTENCIAS FV..... | 27 |
| GRÁFICO 4. IRRADIANCIA MEDIA DIARIA DURANTE EL MES DE MAYO EN BENIALÍ. FUENTE: PVGIS [28] | 28 |
| GRÁFICO 5. COMPARATIVA ENTRE EL CONSUMO DEL AYUNTAMIENTO Y LA GENERACIÓN FV DE 20 KW..... | 28 |
| GRÁFICO 6. COMPARATIVA ENTRE EL CONSUMO DEL AYUNTAMIENTO Y LA GENERACIÓN FV DE 22 KW..... | 29 |
| GRÁFICO 7. COMPARATIVA ENTRE EL CONSUMO DEL AYUNTAMIENTO Y LA GENERACIÓN FV DE 25 KW..... | 29 |
| GRÁFICO 8. CONSUMO DIARIO CASA UNIFAMILIAR..... | 30 |
| GRÁFICO 9. CONSUMO DIARIO CASA UNIFAMILIAR..... | 30 |
| GRÁFICO 10. CONSUMO DIARIO CASA UNIFAMILIAR..... | 31 |
| GRÁFICO 11. DIAGRAMA DE GANTT DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS..... | 36 |

LISTA DE ACRÓNIMOS

| | |
|----------------|---|
| AT | Alta Tensión |
| BT | Baja Tensión |
| CEL | Comunidad Energética Local |
| CUPS | Código Universal de Punto de Suministro |
| EE | Energía Eléctrica |
| FV | Fotovoltaica |
| kW | Kilovatios |
| kWh | Kilovatios hora |
| m ² | Metros cuadrados |
| MWh | Megavatios hora |
| OMIE | Operador del Mercado Ibérico de Energía |
| PVGIS | Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica |
| PVPC | Precio Voluntario al Pequeño Consumidor |
| REE | Red Eléctrica de España |
| SE | Sistema Eléctrico |
| UE | Unión Europea |
| W | Vatios |
| Wh | Vatios hora |

*Photovoltaic Geographical
Information System*

1. MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN

Este documento ha sido desarrollado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) con motivo de la realización del trabajo de fin de grado en ingeniería en tecnología industrial.

1.2. CONTEXTO

La Pobreza Energética es una realidad en el Estado español donde 2,7 millones de familias se encuentran en esta situación, llegando a 9,5% de hogares (4,5 millones de personas) que debe retrasar el pago de sus facturas energéticas. Estos datos se acentúan más cuando observamos la pobreza energética oculta severa, que lo sufre el 11,3% de los hogares y se traduce en que se gastan menos de la cuarta parte de lo que realmente necesitan para cubrir sus necesidades energéticas. Todo esto, junto a que 6,7 millones de ciudadanos viven con una temperatura inadecuada en su hogar [1] afectando en su salud, con mayor probabilidad de sufrir asma, bronquitis, ansiedad o depresión [2].

La guerra de Rusia con Ucrania, el aumento del precio de la energía y la posterior inflación sólo han hecho que aumenten los datos anteriormente mencionados, no obstante, los oligopolios eléctricos del estado han obtenido beneficios de récord [3][4].

Con todos estos datos sobre la mesa y que las problemáticas no se vislumbra su final, se ha tomado como objetivo principal contribuir en la lucha contra la Pobreza Energética. Para ello, en este Trabajo Fin de Grado se va a realizar el diseño de una comunidad energética local en un pueblo rural del País Valencià y se va a analizar cómo una comunidad de este tipo puede contribuir en la lucha contra la pobreza energética.

1.3. OBJETIVOS, ALCANCE Y BENEFICIOS

El objetivo de este trabajo es desarrollar un proyecto de comunidad energética en el ámbito rural, pequeña escala, para que su población pueda obtener:

- Soberanía de su consumo energético. Para poder descentralizarse e independizarse energéticamente del oligopolio eléctrico.
- Gestión comunal de su producción. Impulsando la participación ciudadana horizontal, democrática y transparente.
- Luchar contra la despoblación. Generar puestos de trabajo estables, locales y de valor para la gente que habita en esas tierras.
- Aumento de las instalaciones renovables respetuosas con el medio.

En cuanto al alcance, se busca que ayude tanto a la gestión municipal como a los vecinos, pudiéndose beneficiar los dos ya que su uso de la energía se encuentra en tramos horarios distintos.

DISEÑO DE UNA COMUNIDAD ENERGÉTICA
EN EL PAÍS VALENCIÀ

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se van a dar unas pequeñas pinceladas sobre lo que es el Sistema Eléctrico (SE) para luego profundizar en el autoconsumo, las comunidades energéticas y la normativa vigente dentro del marco del Estado español. Todo esto para dar a conocer que se ha hecho en el siguiente apartado del análisis técnico.

2.2. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

El ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico define al SE como: “La entrega de energía a través de las redes de transporte y distribución mediante contraprestación económica en las condiciones de regularidad y calidad que resulten exigibles”.

El SE es un mercado organizado de negociación que en 1997 se liberalizó en nuestro país finalizando con el monopolio existente hasta entonces, siendo la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, la que actualmente regula su estructura y funcionamiento [5].

La energía eléctrica (EE) no puede almacenarse en grandes cantidades, como lo hacemos con el agua, por lo tanto, debe existir un equilibrio entre su generación y su consumo en cada instante para un correcto funcionamiento y que no se produzcan desequilibrios con su frecuencia nominal (50Hz). A partir de la aprobación de la Ley 17/2007, de 4 de julio [6], REE se convirtió en la responsable del transporte y operación del SE, donde su función como operadora consiste en garantizar el equilibrio anteriormente mencionado. Para ello monitoriza en cada instante la demanda, pudiendo aumentar o disminuir su generación con suficientes márgenes por si se produce algún pico de consumo. Además, gestiona el mercado diario de producción donde cada central generadora vende su producción a partir de las previsiones de demanda eléctrica [7].

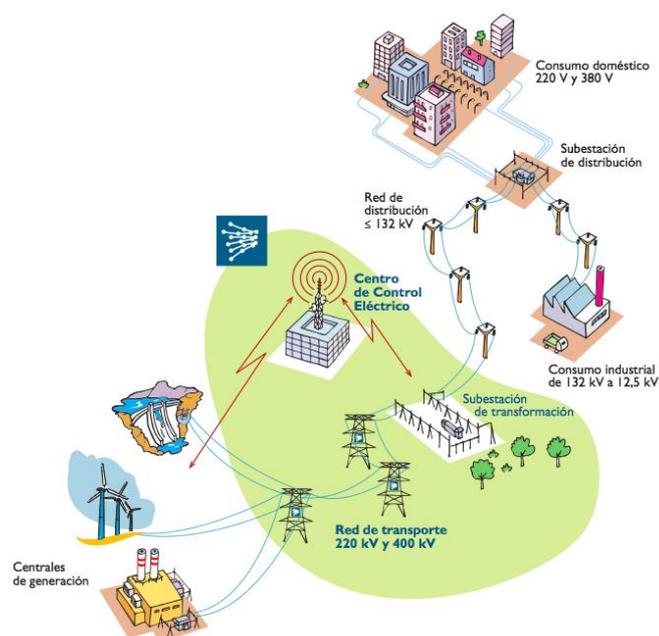


Ilustración 1. Esquema del SE peninsular. Fuente: ree.es

Para garantizar el funcionamiento del SE existen 5 actividades sin las cuales la EE no podría llegar a su destino final.

2.2.1. Actividades del SE

- **Generación:** es la primera actividad y consiste en la transformación de recursos renovables (solar, eólica, hidráulica, etc.) o no renovables (carbón, nuclear, gas, etc.), para obtener electricidad que verter a la red. La cantidad de energía producida por cada central variará según la demanda.
- **Transporte:** La EE obtenida en la generación se tiene que transportar hacia la zona de consumo mediante líneas de AT. Como hemos mencionado anteriormente la REE es la responsable del transporte y tiene que garantizar un equilibrio entre la producción y la demanda, además de una frecuencia de 50 Hz. La red de transporte está constituida por una red primaria, donde la tensión es igual o mayor a 380kV, y una red secundaria, tensión hasta 220kV.
- **Distribución:** esta fase consiste en lo mismo que la de transporte, pero ya desde los puntos donde se consumirá la energía, y, por lo tanto, a una tensión más baja, menor a 132kV. El gestor y encargado de mantener la calidad y continuidad de las redes ya no es la REE sino el distribuidor de cada zona, establecida por el gobierno.
- **Comercialización:** actividad que realizan las empresas comercializadoras que son las que adquieren la EE para abastecer a sus clientes. Compran la energía en las subastas de OMIE para luego realizar las tarifas y ofertas a los clientes. Hacen de intermediarias entre las distribuidoras y el cliente. En la factura, se incluyen costes relacionados con la producción, peajes de transporte y distribución, alquiler de contadores y impuestos [8]. Existen dos tipos de comercializadoras:
 - De libre mercado: son aquellas que pueden fijar el precio de forma independiente con descuentos y promociones para ser competitivas de cara a atraer a clientes.
 - De referencia: son aquellas que están reguladas por el Gobierno y aplican la tarifa regulada del PVPC. No pueden establecer sus propios precios, si no que el precio varía en función de la oferta y la demanda entre distribuidora y cliente. Para poder contratarla el cliente ha de tener una potencia instalada igual o inferior a 10kW [9].

| | Distribuidora | COMERCIALIZADORA | |
|-----------------|------------------------------|--|----------------|
| | | Regulada (PVPC/TUR) | Tarifas libres |
| CHC | | comercializador de referencia energética grupo dhc | chc energia |
| Grupo EDP | REDES DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA | IBASER Comercializadora de Referencia | edp |
| Grupo Endesa | e-distribución | energiaXXI | endesa |
| Grupo Iberdrola | i-DE Grupo IBERDROLA | COMERCIALIZADOR DE ÚLTIMO RECURSO Grupo IBERDROLA | IBERDROLA |
| Grupo Naturgy | ufd Grupo Naturgy | comercializadora regulada Grupo Naturgy | Naturgy |
| Grupo Repsol | VIESGO DISTRIBUCIÓN | Régsiti | REPSOL |

Tabla 1. Oligopolio eléctrico del Estado español. Fuente: ocu [10]

- **Consumo:** actividad final donde el consumidor, ya sea un pequeño consumidor o una gran empresa, tras haber contratado una tarifa con la comercializadora puede disfrutar de la EE en sus equipos eléctricos.

Esto son unas pinceladas del SE tradicional que en los últimos años ha ido evolucionando con el crecimiento de las energías renovables y la aparición del autoconsumo. Además, en BT han aparecido nuevos términos, como autoconsumo individual y colectivo, y actores, como prosumidor y agregador, que definiremos más adelante.

2.3. AUTOCONSUMO

El autoconsumo se define como: “el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica provenientes de instalación de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos” [5].

En el Estado español, la última ley en materia de autoconsumo es el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio [11]. En ella anticipa la anunciada nueva regulación en materia de acceso y conexión; incluye el nuevo sistema de subastas “pay-as-bid”, donde el precio final de la energía producida en la subasta se le asigna un precio por la energía generada durante su vida útil; contempla nuevos modelos de negocio y establece medidas de fomento de la eficiencia energética.

Dentro del autoconsumo podemos distinguir diferentes modalidades.

2.3.1. Modalidades de autoconsumo [12]

- Sin excedentes. Son instalaciones conectadas a la red de transporte o distribución pero que con un sistema de antivertido impiden la inyección de EE excedentaria.

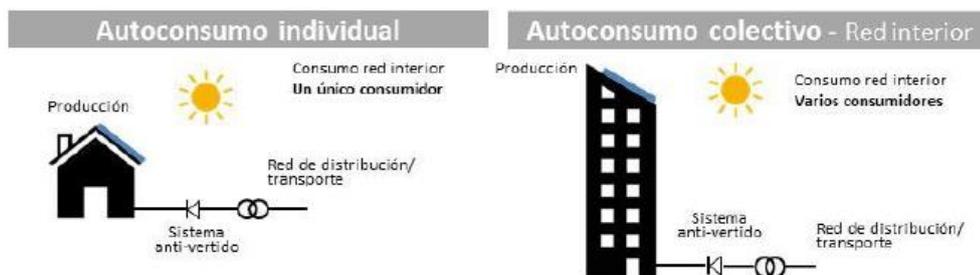


Ilustración 2. Autoconsumo sin excedentes. Fuente: IDAE

- Con excedentes acogida a compensación. Son instalaciones que pueden ceder la EE generada no consumida a la red. En cada periodo de facturación se compensará el coste de la energía comprada con la vertida valorada al precio medio del mercado horario menos el coste de desvíos o al precio acordado con la comercializadora, sin poder llegar a resultar negativo.

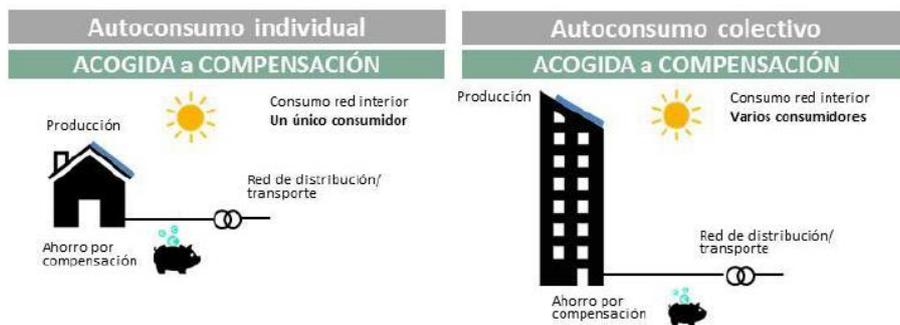


Ilustración 3. Autoconsumo con excedentes acogido a compensación. Fuente: IDAE

- Con excedentes no acogida a compensación. Son igual que las anteriores, pero no cumplen alguno de los requisitos nombrados anteriormente o no quieren acogerse voluntariamente. Los excedentes son vertidos al mercado eléctrico.

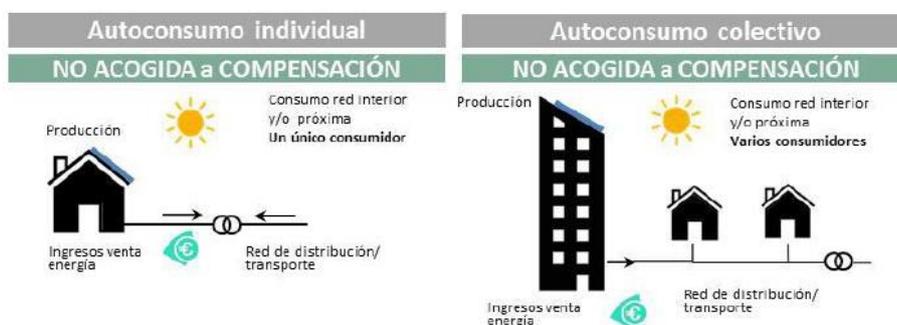


Ilustración 4. Autoconsumo con excedentes no acogido a compensación. Fuente: IDAE

Una vez definidas las diferentes modalidades podemos definir los distintos agentes que participan.

2.3.2. Agentes en el autoconsumo

- Consumidor asociado. Es el consumidor de EE en el punto de suministro. Puede estar asociado a un autoconsumo individual o colectivo.
- Titular de la instalación de generación en autoconsumo. El inscrito en los registros de autoconsumo de una instalación de autoconsumo. En las instalaciones sin excedentes será el consumidor, si es individual, y, si es colectivo, será repartido entre todos los asociados.
- Productor asociado. Sólo existe en las modalidades con excedentes. Ejerce como titular de la instalación y puede ser un consumidor asociado u otra persona física o jurídica. En las no acogidas a compensación será quien aparezca inscrito como productor y el que realice la venta de la energía sobrante.
- Propietario de la instalación de generación en autoconsumo. Puede ser una persona física o jurídica diferente del consumidor y del productor, por ejemplo, una empresa de servicios energéticos o una comunidad de propietarios.
- Empresa instaladora habilitada. Son las personas físicas o jurídicas responsables de realizar las actividades de montaje y de mantener o reparar las instalaciones, ya sean de BT o de AT.

Tras esta definición general del autoconsumo observamos qué dentro de él, como hemos nombrado anteriormente, podemos encontrar instalaciones de AT i de BT. Nosotros nos centraremos en las segundas, más concretamente dentro del ámbito urbano.

2.4. NUEVAS CONFIGURACIONES DE AUTOCONSUMO EN BT EN EL ENTORNO URBANO

Tras la entrada en vigor del RD 244/2019 [13] ha habido una expansión del autoconsumo conectado a la red debido a las trabas burocrática existentes anteriormente. Tras este florecimiento han aparecido nuevos actores en la generación dentro del entorno urbano (BT). Hecho que ha conseguido que los consumidores tomen un papel activo, más allá de sólo el consumo de EE. Como estas nuevas formas de autoconsumo se basan en energías renovables, no es una generación continua, por lo que necesitamos almacenar esa EE producida para poder usarla cuando nos haga falta, podemos usar por ejemplo baterías, que es lo más común. Para todas estas gestiones aparecen dos nuevos agentes que han surgido en esta nueva ola del autoconsumo que son el prosumidor y el agregador.

Prosumidor, del acrónimo entre “productor” y “consumidor”. Los prosumidores energéticos son personas físicas o jurídicas capaces de producir y consumir energía aprovechando su autoconsumo y la flexibilidad a la demanda de EE, pudiendo usar, almacenar o verter a la red su generada. Son uno de los actores principales para conseguir una red eléctrica más estable, distribuida y descentralizada. Varios juntos conforman una microrred que funciona como un único sistema y que gracias a esa producción y consumo de cercanía se reducen las pérdidas de transporte pudiendo mejorar su calidad. Además, esta generación con fuentes renovables favorece la descarbonización y una mejor sostenibilidad medioambiental.

Agregador es la unión de consumidores, productores, prosumidores o cualquier combinación de estos, es decir, agrupa y coordina a diversos agentes del SE. Significa un cambio a lo que había establecido debido a que es el encargado de las gestiones comerciales de la energía sin tener que haber estado en las anteriores fases del sistema. Es el responsable técnico y financiero de los agentes que representa. Además, es el encargado de la gestión del almacenamiento de la energía, pudiendo elegir si descargar las baterías, cargar de la red o del excedente generado. Esto implica que debe estar siempre alerta de las ofertas del mercado eléctrico para ver que les favorece más.

Además, se han desarrollado nuevas configuraciones de autoconsumo para BT donde los nuevos agentes anteriormente mencionados juegan un papel crucial.

2.4.1. Autoconsumo individual

El autoconsumo individual es el modelo de alimentación para un consumo eléctrico más simple que existe. Consiste en un generador de EE renovable y un único consumidor asociado a él, con sistema de almacenamiento o no.

Un ejemplo es una vivienda aislada de la red eléctrica con paneles fotovoltaicos instalados en su tejado para abastecerse de la electricidad que necesite.

2.4.2. Autoconsumo colectivo

El autoconsumo colectivo se diferencia del individual en que se puede asociar a la generación más de un consumidor para aprovechar la EE renovable. Al igual que con el anterior se podrá instalar un sistema de almacenamiento o no, según se desee.

El mejor ejemplo es un bloque de viviendas donde tienen la instalación en el tejado y todos los vecinos se aprovechan de la generación.

2.5. COMUNIDADES ENERGÉTICAS

Las comunidades energéticas locales (CEL) son una nueva figura dentro del SE que han cambiado el plano medioambiental, económico y social del sector energético. Su papel medioambiental se fundamenta en la utilización de energías renovables. Su papel económico se constituye en su menor dependencia del mercado eléctrico. Su papel social se basa en fomentar la participación de quienes la constituyen para atribuirle un valor al territorio donde operan. Las CEL en el Estado español se encuentran en fase de desarrollo e implantación, por lo tanto la definición que da la UE mediante la Directiva Europea COM (2016) 864 [14] es: *“Comunidad Energética Local: una asociación, cooperativa, sociedad, organización sin ánimo de lucro u otra entidad jurídica que esté controlada por accionistas o miembros locales, generalmente orientada al valor más que a la rentabilidad, dedicada a la generación distribuida y a la realización de actividades de un gestor de red de distribución, suministrador o agregador a nivel local, incluso a escala transfronteriza.”*

Podemos observar en su definición que no priva de su participación a ninguna persona o empresa, ya sea grande o pequeña. No obstante, los intereses individuales no deben chocar con los de la propia comunidad, que como podemos leer, están orientados más al valor que la rentabilidad económica. Estos valores son socioeconómicos y medioambientales, que ya hemos mencionado anteriormente.

Las CEL nacen para conseguir una transición energética rápida y limpia aprovechando los recursos renovables disponibles, por ejemplo, los tejados de los bloques de edificios, con la idea de compartir la energía generada de forma democrática. Con esta acción también se consigue disminuir la dependencia de la red eléctrica. El problema es que no se puede llegar a la autosuficiencia debido a que puede darse el caso que, incluso teniendo baterías, estas se agoten siendo de noche, cuando mayor es el consumo y la instalación FV (fotovoltaica) no pueda producir. No obstante, podemos encontrar CEL desconectadas de la red eléctrica.

No existe un modelo estándar de CEL debido a que cada una tiene sus características donde aprovecharse para sacar el máximo beneficio en el medio donde se encuentre. En conclusión, todas son nuevas obras ingeniosas de los técnicos que las diseñan.

Como actores dentro de la transición energética, las CEL tienen un gran potencial, sobre todo dentro del contexto urbano. Como podemos observar en el Gráfico 1 tanto el sector terciario como el residencial suponen un 63% del consumo final de la EE. Esto implica que CEL conformadas por sectores privados y públicos donde la simbiosis entre los dos sería muy favorable debido a su cercanía, el alto consumo final que implican y su disparidad en horarios de uso de la EE.

Según Amigos de la tierra [15], estableciendo la hipótesis de que hubiese una CEL instalada en cada municipio, unas 8245, contemplando un mix energético entre FV, biomasa y pequeña eólica. Se estima que para el 2030 se podría llegar a producir 148610 GWh (respecto a sólo autoconsumo fotovoltaico en tejados, que produciría 65181 GWh) llegando a casi todo el consumo terciario y residencial.

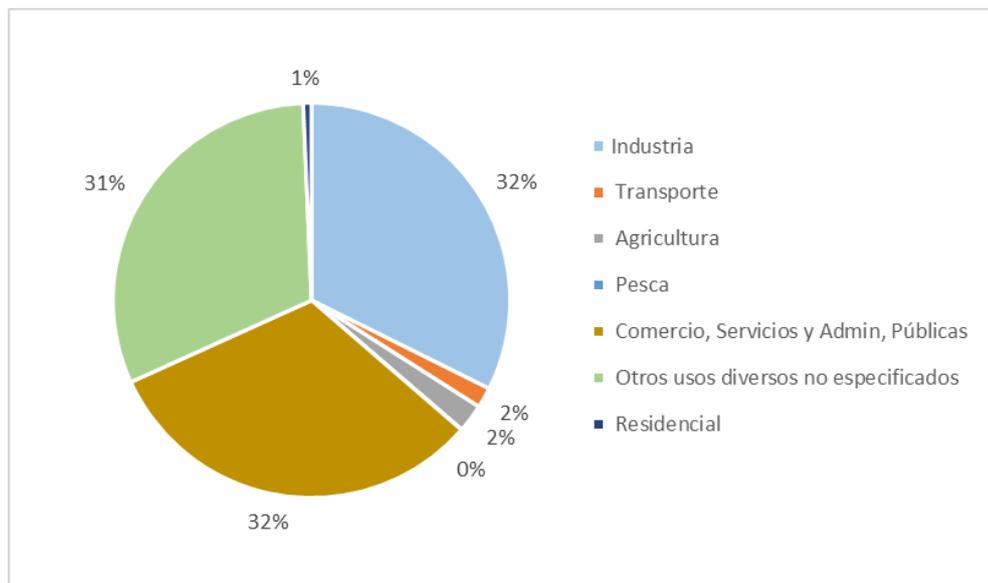


Gráfico 1. Consumo final de energía eléctrica por sectores en el Estado español - 2019 [16]

Las CEL tienen numerosos beneficios para poder constituir una en lo que al ámbito de autoconsumo se refiere. Algunos de sus beneficios son [15]:

- Descentralización del SE. Gracias a la inversión de los asociados para poder instalar el sistema de generación renovable, suelen ser FV en los tejados, pueden perder cierta dependencia del oligopolio eléctrico.
- Impulso a la participación ciudadana. Al participar todos en la inversión, todos tienen voz y voto en las decisiones que se tomen. Así se forma una comunidad democrática, horizontal y transparente.
- Contribuye a la cohesión social. Como lucha contra la pobreza energética se fomenta la creación de grupos que también ayuden contra la exclusión social con enfoques de género e interseccionales.
- Aumento de instalaciones renovables descentralizadas. El hecho de que cada comunidad construya y gestione sus propias instalaciones aprovechando su medio hace que no se instalen tantas macro plantas solares en terrenos agrícolas o forestales, siendo así respetuosas con el medio.
- Incremento de valores locales. La creación de empleo y fortalecimiento de la economía local van ligados a estas comunidades ya que su instalación y mantenimiento crean nuevos trabajos de valor en la zona y por ende favorece a una firme economía local.
- Disminución de la factura eléctrica. El uso de energía renovable y de autoconsumo contribuye que tanto la ciudadanía, PIMES y administraciones puedan reducir su consumo de la red eléctrica con sus elevados precios.

- Independencia energética. Como hemos mencionado en el primer punto, que la comunidad sea su propia gestora de su energía favorece su independencia de las grandes multinacionales.

No obstante, todo no son beneficios, sino que también podemos encontrar trabas para su auge. Algunos inconvenientes que ya se han encontrado en los países donde han tenido más historia nos pueden ayudar a entender por dónde encontraremos dificultades. Un repaso de estas:

- Cambios en las normativas. Este punto nos es bastante importante viendo como ha funcionado la normativa en cuanto a autogeneración se refiere en el Estado español. Poniendo como máximo ejemplo el famoso “impuesto al sol”.
- Falta de marco normativo. Este punto es actual ya que carecemos de normativa concreta para las CEL en nuestro país.
- Complejidad de procedimientos administrativos.
- Dificultad en acceso a la financiación. Aquí se dependerá de la creación de normativa, ya que la indefinición en términos legales desincentiva a los inversores. Por ahora, sólo queda confiar en cómo hayan funcionado CEL anteriormente para que aumente su confianza.
- Poco interés por parte de la ciudadanía.
- Desmotivación de los miembros de la comunidad. Este punto y el anterior van ligados debido a que si la gente no siente que sus decisiones no se toman en cuenta y que la comunidad no funciona democráticamente se desmotivarán y, por ende, perderán el interés.
- Falta de tiempo de dedicación voluntaria. Es un punto sensible debido a los ritmos que nos exige el sistema. Mucha gente es posible que no pueda participar tan activamente debido a la falta de tiempo, causa que desencadenará en los dos anteriores puntos.
- Dificultad a la hora de acceder al conocimiento experto. Mucha información está escrita en términos muy académicos que a la gente le resultan complicados. Se ha de favorecer un lenguaje adecuado para que todos puedan informarse al respecto.
- Escasez de empresas instaladoras en la zona y dudas en la redacción del proyecto. Si queremos crear una CEL en un entorno más rural puede que nos encontremos con este problema debido a que estos actores más especializados se suelen encontrar en las ciudades. No obstante, puede ser un impulso a la creación de ese empleo de valor en la zona.
- Bajos márgenes de beneficio de la comercialización eléctrica y la feroz competencia del oligopolio eléctrico. Además de las trabas proporcionadas por el estado, el sector eléctrico también puede poner obstáculos haciendo muy poco beneficioso económicamente el vertido de excedentes o en la conexión con la red eléctrica donde ellos distribuyen su EE.

En Europa se distinguen dos tipos de CEL, la comunidad energética ciudadana y la comunidad energética renovable.

- Comunidad energética ciudadana (CEC). La normativa hace más hincapié en cualquier tipo de proyecto en el ámbito del sector eléctrico, Directiva UE 2019/944 [17].

- Comunidad energética renovable (CER). Se enfatiza en proyectos eléctricos de carácter renovable, Directiva UE 2018/2001 [18]. Este tipo de comunidad es sobre el que vamos a realizar nuestro trabajo.

En concreto, en este trabajo nos centraremos en las CER ya que nuestro objetivo es construir una CEL de carácter renovable.

2.6. NORMATIVA

Como hemos mencionado anteriormente, en el Estado español actualmente no existe una normativa vigente en cuanto a CEL se refiere. Por lo tanto, vamos a enumerar los términos legales vigentes a los que se pueden acoger a fecha de espera de una ley que concrete.

Por lo que hace a las formas jurídicas en las que se pueden constituir, todas las existentes cumplen con la normativa europea, Directiva 2018/2001 [18] para CER. Los acuerdos constitutivos y estatutos deben cumplir con una serie de requisitos [19]:

- Deben ser entidades jurídicas. Son titulares de derechos y obligaciones. Esto les diferencia de sus miembros o socios.
- Deben estar basadas en la participación abierta y voluntaria de sus miembros o socios. Deben tener criterios objetivos, transparentes y no discriminatorios. No pueden excluir a nadie mediante criterios arbitrarios. No se puede obligar a entrar o permanecer. Se será libre de retirar la inversión dentro de unos límites establecidos que no afecten excesivamente a la comunidad.
- Sus socios o miembros deben ser personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios. Los socios que sean empresas privadas deben tener como actividad comercial o profesional distinta a su participación en la comunidad. En las CER se excluye a las grandes empresas y a las empresas privadas que estén profesionalizadas en el sector energético.
- Su control efectivo debe corresponder a los socios o miembros que estén situados en las proximidades de los proyectos de energía renovable titularidad de la comunidad. Esto implica que nadie con mayor influencia pueda tomar decisiones, gestionar o disponer de su actividad y patrimonio, por eso su control efectivo lo limita su proximidad. Porque su cercanía, conexión y pertenencia a la red son motivos de peso en la actividad de la comunidad.
- Deben tener como finalidad primordial proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales en las que opera. Los beneficios económicos deben ser para reinvertirlos en la propia CEL, no para los propios miembros o socios. Además, su función principal no es económica, sino el beneficio social (creación de estructuras locales, lucha contra la pobreza energética) y medioambiental (energía renovable y limpia).
- Deben ser autónomas. Deben conservar su autonomía frente a sus miembros o socios, así como de sus intereses o beneficios personales, para evitar abusos y garantizar la participación de todos.

2.6.1. Formas jurídicas

Las formas jurídicas en el derecho español son tres: las cooperativas, las asociaciones y las sociedades limitadas. En que constituir la CEL su elección consistirá en las características de cada forma y las circunstancias de cada comunidad.

Asociación. Agrupación de personas que desarrollan una actividad colectiva de forma estable, democrática y sin ánimo de lucro. Sus características son: tiene personalidad jurídica, persigue un fin específico, no tiene finalidad lucrativa, si realiza actividades económicas sus beneficios son para reinvertirlos en ella, funciona democráticamente, sus asociados no responden a las deudas sociales con su patrimonio personal. Sus ventajas son: la no necesidad de aportar un capital mínimo para su constitución, fácil y rápida constitución, funcionamiento sencillo, responsabilidad limitada de los asociados. Por el otro lado, su única desventaja es la dificultad de acceso a la financiación. Por lo que hace a sus obligaciones fiscales durante su actividad se diferencia de las cooperativas y las sociedades limitadas en referencia al Impuesto sobre Sociedades, al impuesto sobre Actividades Económicas y al Impuesto sobre Transiciones Patrimoniales y Actos jurídicos Documentados.

Cooperativa. Unión voluntaria entre distintas personas físicas o jurídicas con objeto de crear una organización común por la producción de un bien o la prestación de un servicio. Sus características son: tiene personalidad jurídica, persigue la satisfacción económica y social de sus socios, funciona democráticamente, los cooperativistas no responden a las deudas sociales con su patrimonio personal. Sus ventajas son: la normativa estatal y de algunas comunidades autónomas no exigen capital mínimo (las que sí es de poca cuantía), fomenta la comunicación, la solidaridad y el compromiso de los cooperativistas, todos tienen los mismos derechos, obligaciones y reparto de beneficios, responsabilidad limitada, contribuye a la promoción de los valores propios. Las desventajas aquí son: constitución menos ágil y funcionamiento más complejo que las asociaciones, parte de los beneficios son destinados a reservas, dificultad de obtener financiación externa si el capital convenido es bajo, no se transmite la propiedad, para salir se tiene que dar de baja.

Sociedad limitada. Sociedad mercantil en la que el capital, que está dividido en participaciones sociales, se integra por las aportaciones de todos los socios que no responden personalmente de las deudas sociales. Características: tiene personalidad jurídica, suele tener finalidad lucrativa, cada participación social es el derecho a un voto, los socios no responden a las deudas sociales con su patrimonio personal. Ventajas: capital mínimo de 1€, en caso de ser menor a 3000€ se deposita el 20% de los beneficios hasta 3000€ para el pago de las obligaciones sociales en caso de liquidación, se puede constituir por un solo socio, responsabilidad limitada. Desventajas: dificultad de obtener financiación externa si el capital convenido es bajo, constitución menos ágil y funcionamiento más complejo que las asociaciones, funcionamiento no democrático (votos en función de participaciones), finalidad lucrativa, la transmisión de participaciones puede ser limitada por los Estatutos.

La elección de su forma jurídica es fundamental para tener éxito en el desarrollo y logros del proyecto ya que ha de facilitar el desenvolvimiento en su día a día y ha de cumplir con la normativa europea para obtener los beneficios que la regulación les otorga. Las

asociaciones son una buena opción para el desarrollo de proyectos pequeños, mientras que las cooperativas y sociedades limitadas son interesantes para proyectos que presenten cierta escala económica, territorial o se dirijan a un gran número de destinatarios. Sin embargo, las sociedades limitadas son una figura más controvertida debido a su búsqueda de beneficios y su falta de democracia.

2.6.2. Tramitación administrativa

Actualmente las CEL, en la administración española, se explota sus configuraciones de consumo energético mediante el RD 244/2019 [13]. Como se ha explicado en apartado 2.3.1 existen diferentes modalidades de autoconsumo, todas con sus particulares también en cuanto a normativa se refiere.

- Sin excedentes. Deben estar provistas de un sistema anti vertido de acuerdo con la ITC-BT-40. El consumidor será también el titular de las instalaciones de generación y responsable de cualquier incumplimiento que dañe a la red. En el autoconsumo colectivo la titularidad será compartida por todos los asociados.
- Con excedentes acogidas a compensación. El coste total que se compense no será superior al coste de la compra de energía en momentos de demanda de la instalación ni podrá resultar negativo el cobro de la facturación. Para acogerse a esta opción se tienen que cumplir unos requisitos: generación renovable, potencia total igual o inferior a 100kW, contrato único para el consumo y los servicios auxiliares, suscribirse a un contrato de compensación entre productor y consumidor.
- Con excedentes no acogidas a compensación. En caso de no querer acogerse o no cumplir las anteriores condiciones, la EE se almacenará en baterías o se verterá directamente a la red. En el caso de verterse, se venderá la energía a precio POOL y tratándose como el resto de EE renovable aplicándose el Impuesto Sobre el Valor de la Producción de Energía Eléctrica del 7%.

2.6.3. Tramitación autonómica. País Valencià

Parte de los trámites de la tramitación administrativa se deben realizar a través de la Comunidad Autónoma. En nuestro caso, el País Valencià, se dispone de un procedimiento administrativo específico para autoconsumo, adaptando el RD 244/2019 [13]. Estas particularidades son [11]:

Tramitación de la instalación eléctrica.

- Instalaciones en BT con memoria técnica de diseño. Puede ser presencial en las oficinas de los Servicios Territoriales, o telemática. Telemáticamente sólo podrá la empresa instaladora habilitada, tras un prerregistro telemático.
- Instalaciones en BT con proyecto. Debe ser presencial en las oficinas de los Servicios Territoriales, o telemática.
- BT: Prerregistro de certificados de instalación eléctrica. Las empresas instaladoras habilitadas deben completar los Certificados de BT mediante un formulario web y entregarlo impreso y firmado en el Servicio Territorial.
- Instalaciones de AT.

Registro de productores de energía eléctrica.

Las instalaciones con excedentes no acogidas a compensación deberán inscribirse en el registro autonómico de instalaciones de producción de energía eléctrica, Orden de 11 de julio de 1995 [20].

Depósito de la garantía económica.

El depósito de la garantía económica para el inicio de los procedimientos de acceso y conexión a la red se ha de realizar en la Agencia Tributaria Valenciana.

Declaración de interés comunitario.

Las instalaciones de generación de EE de origen renovable que se pretendan realizar en suelo no urbanizable, requieren esta declaración. Las excepciones: cuentan con un plan especial aprobado; instalaciones de energía solar FV menores a 5MWp, con una superficie de parcela entre 10 y 1 Ha o en cubiertas ya edificadas; destinadas a autoconsumo; generadoras de energía solar térmica para uso propio; energía renovable obtenida a partir de la propia actividad agraria y genere un elevado nivel de autosuficiencia.

Instalaciones de energía eólica de potencia inferior a 3MW.

Quedan excluidas del cumplimiento de las Normas particulares del vigente Plan Eólico del País Valencià. Deben someterse al régimen jurídico en materia urbanística, eléctrica y medioambiental.

3. METODOLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este tercer apartado vamos a realizar el cálculo de cómo sería nuestro diseño de una CEL tras la anterior descripción teórica. Iremos paso por paso, explicando cómo se ha obtenido nuestro objetivo para que el pueblo seleccionado alcance una mayor soberanía energética. Se expondrán gráficos y tablas realizados con la aplicación Excel para documentar los datos obtenidos durante la realización de esta parte práctica. Finalmente se hará un análisis económico para poder presupuestar la opción óptima.

3.2. UBICACIÓN

Para el diseño de nuestra CEL hemos seleccionado el pueblo de Benialí, dentro del municipio de La Vall de Gallinera, en el País Valencià. Cuenta con 147 habitantes [21] y alberga el ayuntamiento del municipio. Además, en la *ilustración 5* observamos que, usando la escala proporcionada, todo el núcleo urbano se encuentra dentro del radio de 500m de límite en las CEL.

La elección de este pueblo es debida a su cercanía con la costa mediterránea, por lo que tendrá una gran cantidad de radiación solar durante todo el año. Su baja población y su dependencia del sector primario, sobre todo del cultivo de cerezas, almendras y aceitunas. Acentuado con el problema que supone el vaciamiento de pueblos debido al éxodo rural en todo el estado español [22]. En el País Valencià se encuentra el problema añadido de que la población ha aumentado en la zona de la costa para vivir del sector servicios, turismo, y vaciándose su interior. Encontrándose con la dicotomía de que es la zona con mayor tasa de pobreza y con menos renta de la comunidad autónoma [23] la que más turismo recibe, encontrándose Benialí en esa comarca.

La instalación FV será sobre el tejado de la iglesia del municipio, rectángulo rojo en la *ilustración 5*. El área del tejado, calculada mediante la herramienta que nos proporciona Google Earth [24] para ello, es de 160,15 m². La orientación del tejado es dirección este, como podemos observar con el uso de la brújula en el programa Google Earth [24].



Ilustración 5. Imagen por satélite de Benialí. Fuente: Google Earth [24]

3.3. CÁLCULO ENERGÍA CONSUMIDA

Para hacer una estimación de la energía que debería generar nuestra instalación dentro de una CEL hemos seleccionado el ayuntamiento, enmarcado en verde en la *ilustración 5*, el bar del pueblo, en azul, y cuatro casas unifamiliares, en amarillo, como ejemplos de puntos de consumo. Para la obtención de los consumos anuales hemos necesitado los CUPS, Código Universal de Punto de Suministro, de cada uno de estos puntos. El CUPS es un identificador, de 20 o 22 caracteres, que tiene cada contador de luz o gas de cada vivienda o negocio, es permanente e invariable, sin importar la tarifa o compañía comercializadora o distribuidora. Nos sirve para darnos de alta, cambiar de compañía o modificar la potencia eléctrica. Se encuentra en todas las facturas de luz o gas en el apartado “*Datos del contrato*” [25].

Las casas unifamiliares y el bar están acogidas a un contrato con una tarifa 2.0TD [26] con tres tramos horarios con diferentes tarifas, *Gráfico 3*. Con un periodo llamado valle que se encuentra sólo por la noche, y otros dos, punta y llano que se encuentran

mayoritariamente durante las horas de sol. Por lo que hace al ayuntamiento, su contrato tiene una tarifa 3.0TD [27] que se encuentra dividido en 6 periodos de energía, del P1 al P6, *Tabla 2*. El periodo P6 le pasa lo mismo que al anterior periodo valle, mientras que el resto de los periodos, del P1 al P5, se encuentran durante el día al igual que los punta y llano. Por lo tanto, para nuestra estimación del consumo del pueblo hemos eliminado los tramos valle y P6, respectivamente, en nuestro cálculo ya que no nos proporcionan información útil durante las horas de sol.



Gráfico 2. Tramos tarifa 2.0TD. Fuente: energigreen [26]

| PENÍNSULA | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|------------------------------|
| MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | SÁBADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS |
| 0-1 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 1-2 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 2-3 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 3-4 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 4-5 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 5-6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 6-7 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 7-8 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 | P6 |
| 8-9 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 9-10 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 10-11 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 11-12 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 12-13 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 13-14 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 14-15 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 15-16 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 16-17 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 17-18 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 18-19 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 19-20 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 20-21 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 21-22 | P1 | P1 | P2 | P4 | P4 | P3 | P1 | P3 | P3 | P4 | P2 | P1 | P6 |
| 22-23 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |
| 23-0 | P2 | P2 | P3 | P5 | P5 | P4 | P2 | P4 | P4 | P5 | P3 | P2 | P6 |

Tabla 2. Tramos tarifa 3.0TD. Fuente: Som energia cooperativa [27]

Tras las anteriores consideraciones, hemos sumado todos los consumos por meses, durante un año, obteniendo el siguiente gráfico. Además de conseguir el consumo total anual, siendo este de 40900 kWh.

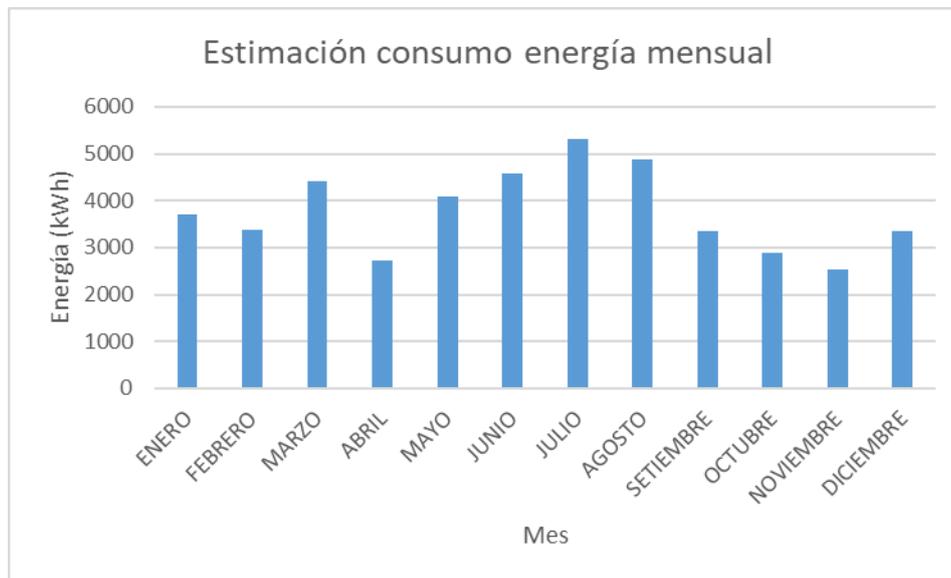


Tabla 3. Consumo anual del pueblo

3.4. CÁLCULO POTENCIA FV

Para el cálculo de la potencia FV necesaria en nuestra instalación hemos usado la herramienta PVGIS, *Photovoltaic Geographical Information System* [28], proporcionada por la UE, Unión Europea. Primeramente, le hemos introducido los siguientes datos:

- Ubicación con coordenadas de donde queremos poner nuestro sistema fotovoltaico. Siendo esta la de la iglesia. Latitud/Longitud: 38.822, -0.222
- La inclinación donde será montado este sistema, 20º, al tratarse de un tejado.
- Orientación de las placas respecto al sol, dirección este, como hemos comentado anteriormente.
- Potencia FV pico instalada de 1 kW.

Al introducirle una potencia de sólo 1 kW el resultado de la producción anual que nos dará junto al consumo anual del pueblo nos permitirá saber la potencia necesaria en nuestra instalación. La producción anual FV según PVGIS es aproximadamente de 1300 kWh. Tras dividir el consumo anual entre la producción anual obtenemos que necesitamos una instalación de 31 kW. Asumiendo que la instalación nunca producirá el 100% de su potencia FV dimensionaremos esta para un 80% de su pico de producción, resultándonos una instalación de 25 kW. Para evitar sobredimensionamientos y, sobre todo, un indeseado aumento de vertido en la red elegiremos entre instalaciones con potencias de 20 kW, 22 kW o 25 kW. En la siguiente tabla podemos observar una comparación entre la energía consumida anualmente y la que produciríamos con las diferentes potencias.

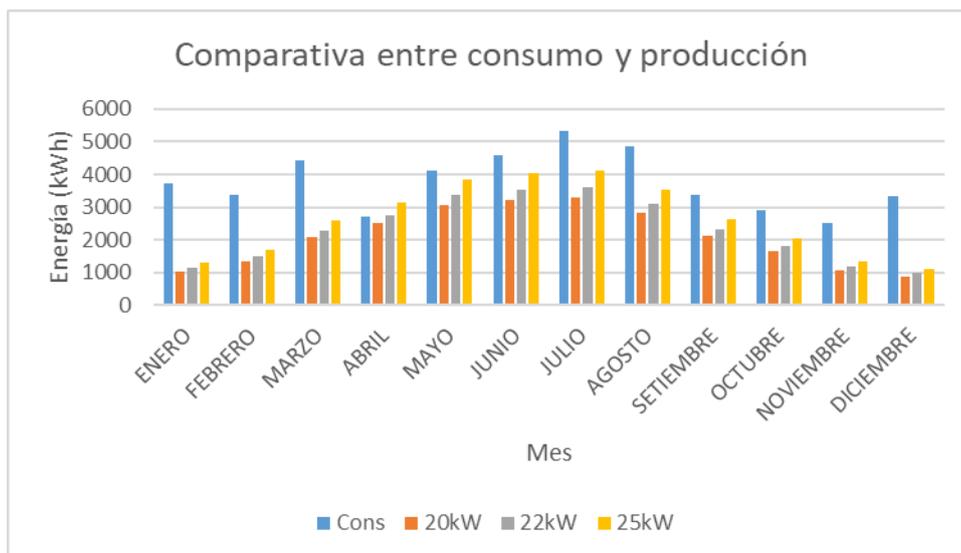


Gráfico 3. Comparación entre la energía consumida y la producida con diferentes potencias FV

3.5. ELECCIÓN INSTALACIÓN FV

Como primer paso, vamos a elegir el panel solar de nuestra instalación. Hemos elegido el panel solar LONGI LR5-72HPH 550W HIM05 [29], el cual tiene una producción de 550 W y un área de 2,6 m². Una vez seleccionado el panel y con sus características, proseguiremos al análisis de las diferentes potencias FV mediante el cálculo de la cantidad paneles necesarios y la comparación entre energía consumida y generada diariamente. Esta comparación la realizaremos sobre el consumo del ayuntamiento, que será el principal beneficiado de la CEL, pudiéndose beneficiar el resto de las viviendas en momentos de menor consumo del consistorio. Finalmente, tras este análisis compararemos los datos para obtener cual será mejor en términos económicos y energéticos.

3.5.1. Potencia FV de 20 kW

Como hemos mencionado anteriormente, cada panel tiene una potencia de 550 W que entre nuestra potencia de 20 kW nos da que necesitaremos 37 paneles. El área total será de 96,2 m² cumpliendo con nuestra ubicación ya que será menor que su área. Tras estos cálculos, con la herramienta PVGIS podemos calcular la irradiación que tendremos para nuestras características de instalación (inclinación 20° y orientación este), además de seleccionar un mes en concreto. En nuestro caso hemos seleccionado el mes de mayo ya que es el mes del que disponemos también los datos horarios de nuestros puntos de consumo. Obteniendo el siguiente gráfico.

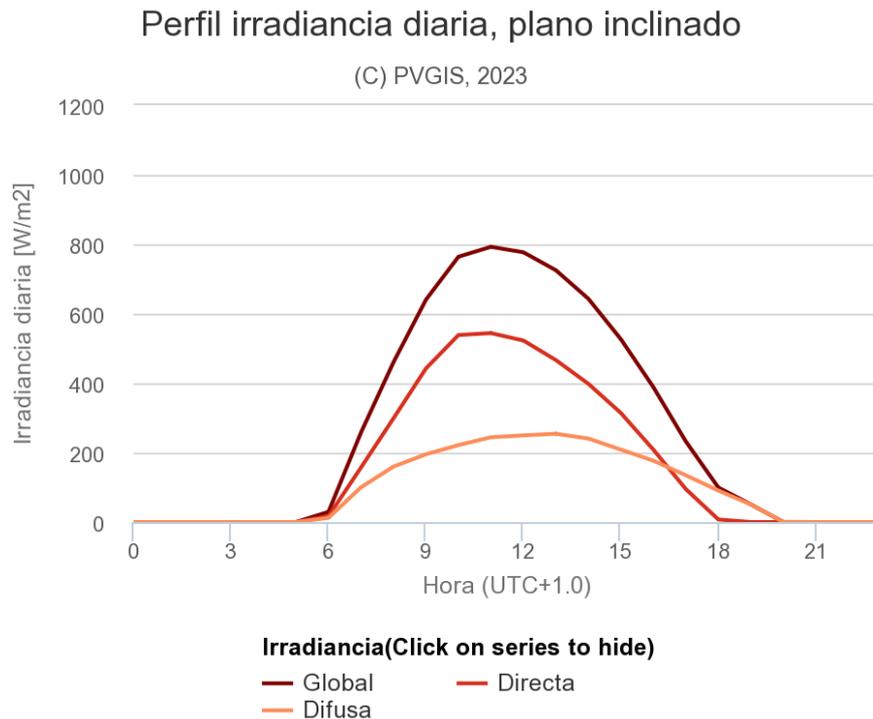


Gráfico 4. Irradiancia media diaria durante el mes de mayo en Benialí. Fuente: PVGIS [28]

Una vez obtenida la irradiancia diaria en Benialí, con la ficha de especificaciones de nuestro panel observamos que para una irradiancia de 800 W/m² obtendríamos 411,1 Wh. Relacionando ambos datos podemos obtener la producción de un panel por hora, multiplicándolo por el número de placas obtendríamos nuestra generación horaria.

Nuestro principal beneficiario de la CEL sería el ayuntamiento, por lo que, si juntamos los datos de su consumo con los de generación, que acabamos de obtener, en un gráfico que relacione la energía con las horas de un día podremos observar cuando hace uso de esta y cuando tiene excedentes.

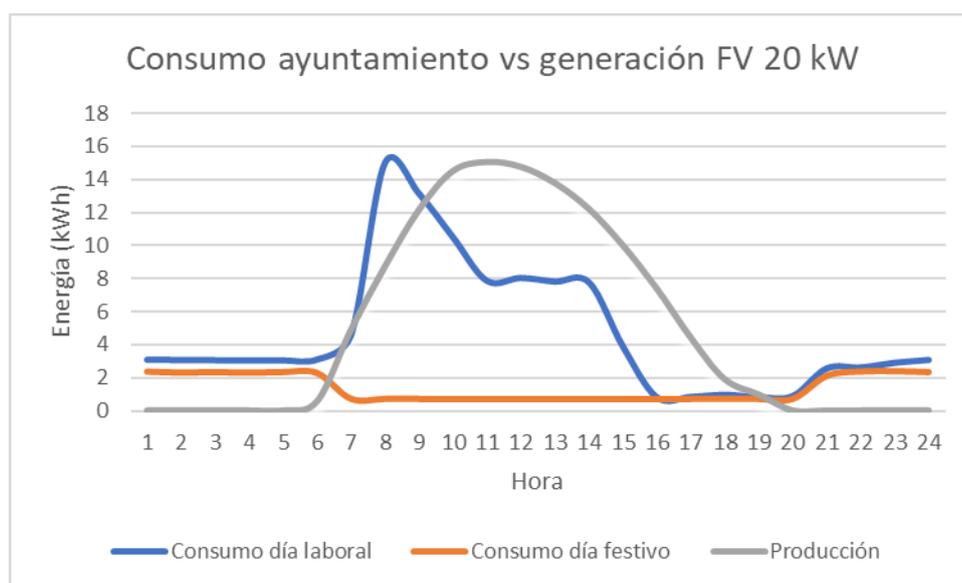


Gráfico 5. Comparativa entre el consumo del ayuntamiento y la generación FV de 20 kW

3.5.2. Potencia FV de 22 kW

Con esta nueva potencia repetimos los pasos del anterior apartado. Dividimos los 550W del panel entre la potencia FV de 22 kW obteniendo 40 paneles en total. Resultando un área total de 104 m². Con los mismos datos obtenidos en PVGIS en el *Gráfico 5*, y haciendo la misma operación que anteriormente obtenemos el siguiente gráfico.

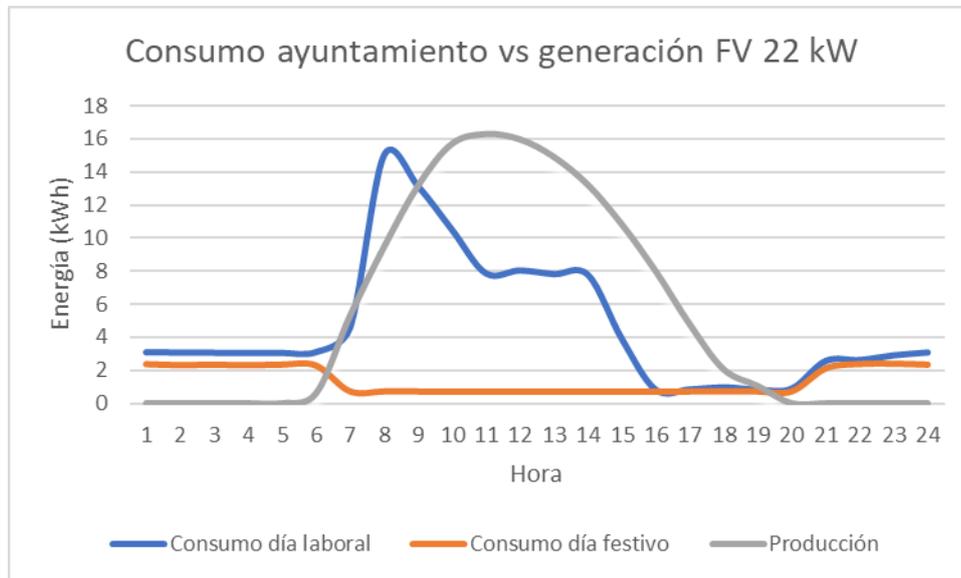


Gráfico 6. Comparativa entre el consumo del ayuntamiento y la generación FV de 22 kW

3.5.3. Potencia FV de 25 kW

Para una potencia FV de 25 kW necesitaremos 46 paneles solares, dándonos un área total de 119,6 m². Obteniendo el siguiente gráfico con el consumo del ayuntamiento y la generación FV para esa cantidad de paneles.

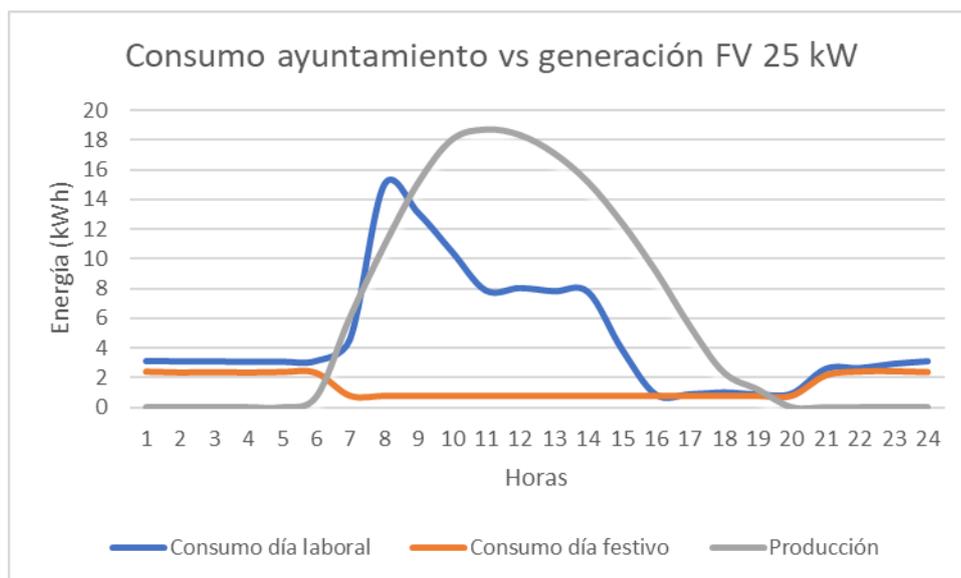


Gráfico 7. Comparativa entre el consumo del ayuntamiento y la generación FV de 25 kW

3.6. ANALISIS DE RESULTADOS

Tras el cálculo de la generación FV para cada potencia seleccionada anteriormente, podemos observar que en días laborables para las tres potencias tendremos un exceso de producción a partir del mediodía hasta la puesta de sol. Para solucionar este excedente de EE podemos dirigirlo hacia las viviendas del pueblo ya que estas tienen un mayor consumo durante esas horas que el ayuntamiento no está consumiendo. Mientras que los días festivos tendremos EE generada sobrante durante todas las horas de sol ya que el ayuntamiento se mantendrá cerrado, por lo que irá dirigida también a las casas del pueblo que sí tienen consumo durante esas horas. Podemos observar los consumos diarios de tres casas unifamiliares del pueblo como ejemplo en las siguientes graficas.

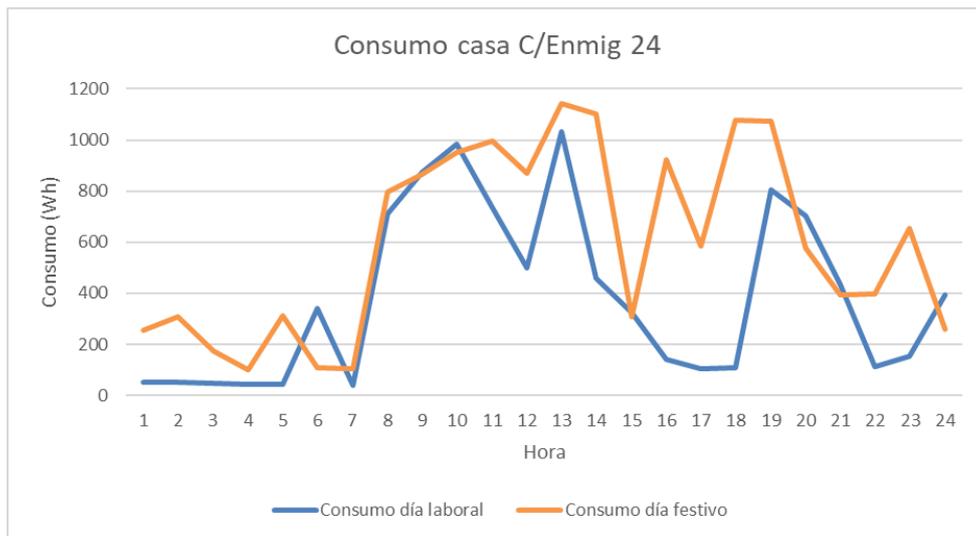


Gráfico 8. Consumo diario casa unifamiliar

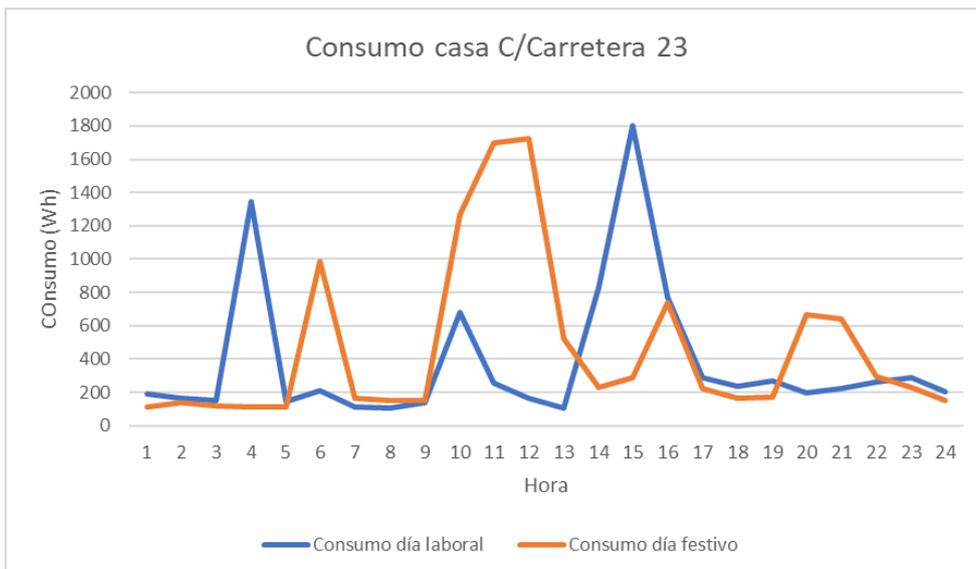


Gráfico 9. Consumo diario casa unifamiliar

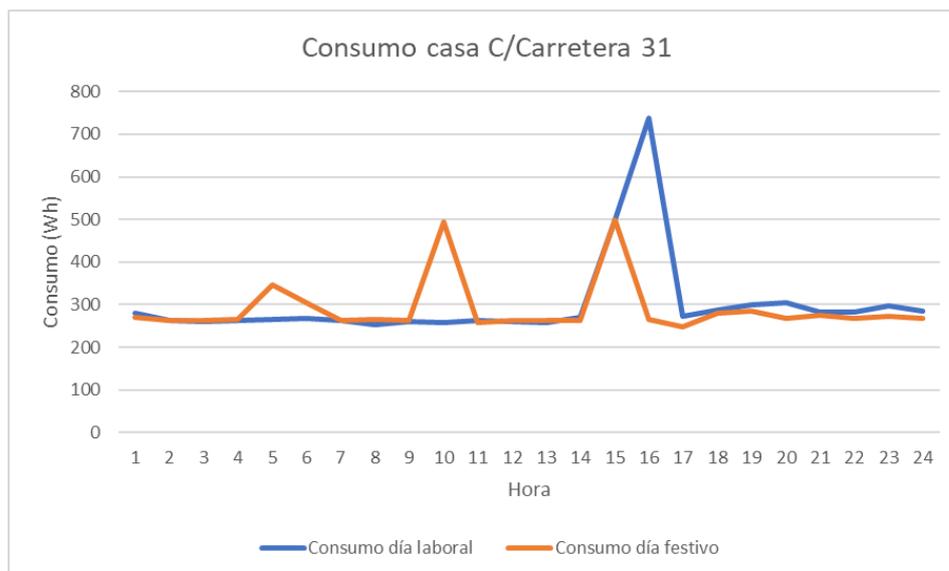


Gráfico 10. Consumo diario casa unifamiliar

Por otro lado, observando solamente la producción FV, vemos que para una potencia de 25 kW tendríamos una gran cantidad de excedente el cual no podríamos cubrir a priori, por lo que esa opción queda descartada. Para comparar entre 20 kW y 22 kW vamos a observar el plano económico.

| | 20 kW | 22 kW |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| Nº PANELES | 37 | 40 |
| PRECIO/PANEL (€) [29] | 213,86 | 213,86 |
| POT. INVERSOR FV (kW) | 20 | 25 |
| PRECIO/INVERSOR FV (€) [30] [31] | 2.861,20 | 3.089,03 |
| PRECIO TOTAL (€) | 10.774,02 | 11.643,43 |

Tabla 4. Comparativa de precios entre 20 kW y 22 kW

La diferencia de precio entre las dos potencias es aproximadamente 900€, que no supondrían una gran diferencia de desembolso para la CEL. Además, para 22 kW, instalaríamos un inversor de 25 kW, debido a que no se dispone de inversores para nuestra potencia. Esto nos daría la oportunidad de poder ampliar nuestra instalación FV en un futuro hasta una potencia de 25 kW, pudiendo así aumentar la cantidad de socios en nuestra CEL. Por lo tanto, viendo que no hay una gran diferencia de precio entre ambas y existiendo la posibilidad de crecimiento nos decantaremos por la instalación FV de 22 kW.

3.6.1. Análisis económico

Como venimos comentando durante todo el trabajo, uno de los mayores beneficios de la CEL en el pueblo sería en el plano económico. Con los datos obtenidos mediante PVGIS [28] en el apartado 3.4. conocemos que la producción anual FV es de 1.257,46 kWh/kW que con nuestra potencia finalmente elegida de 22 kW obtenemos una producción total anual de 27.664,12 kWh. Tomaremos como modelo para el cálculo del ahorro el precio de la luz para los clientes de tarifa regulada vinculados al mercado mayorista en el Estado español, que en 2022 fue de 209,4 €/MWh de media [32]. Haciendo el cálculo obtenemos que durante un año la CEL se ahorrará un total de 5.792,87 € al año, por lo que con dos años ya tendría pagada prácticamente la totalidad de la instalación y ya los años siguientes podrían disfrutar de esos ahorros que les proporcionaría la instalación FV.

Con los datos de las viviendas del pueblo que hemos obtenido, vamos a observar su consumo durante las horas de sol al igual que en el punto 3.3. El consumo anual de las viviendas se encuentra entre los 2300 y los 2500 kWh que suponen un gasto de 481,62 a 523,50 € a lo largo del año de media. En las horas que no hay sol se tiene un consumo alrededor de 2500 kWh, por lo que el gasto será también de 523,50 €. Si se aprovechara todo el consumo diurno con la generación FV los vecinos se podrían ahorrar la mitad de la factura, o incluso, si parte del consumo nocturno lo pudiesen pasar a las horas de sol podrían verse beneficiados de pagar menos de la mitad de lo que pagan ahora mismo.

Ahora mismo el salario mínimo interprofesional en el Estado español se establece en 1.080 € brutos [33], por lo que, juntando el consumo en horario solar y en horario nocturno obtenemos una factura de la luz de 1.005,12 a 1.047 € anuales. Con estos datos observamos que el salario de un mes se tendría que destinar completamente a pagar la EE consumida durante un año, con los beneficios de la CEL que reducirían la factura a menos de la mitad sería una gran ayuda para los hogares más vulnerables. Además, la elección de esta gente para que sea ayudada tiene mayor peso con lo mencionado en el apartado 1.2. donde se observa que consumen menos que la media de hogares debido a que no pueden permitirse tal desembolso, por lo tanto, que puedan salir de la pobreza energética gracias a la CEL aumentaría su nivel de vida considerablemente.

3.7. CONSTITUCIÓN DE LA CEL

Una vez expuestos y analizados todos los resultados obtenidos podemos pasar a constituir como sería nuestra futura CEL dentro del pueblo de Benialí.

El ayuntamiento sería quien haría la inversión inicial de toda la instalación FV pudiendo así ser el máximo beneficiario de esta. Esto es debido a que el consistorio dispone de la liquidez necesaria para poder financiarla, además que el dinero ahorrado en su factura de la luz puede ir para mejorar el pueblo o en becas y ayudas para sus ciudadanos.

Como hemos mencionado en el anterior punto, habrá excedente de energía generada que puede ir vertida a las casas. Por lo que las primeras viviendas que se pueden beneficiar podrían ser las más vulnerables, es decir, las que menor renta tengan. Así, se podría combatir la pobreza energética, mencionada en el análisis teórico. Puede dimensionarse para distintas viviendas hasta completar toda la energía producida. También cabría la

posibilidad de aumentar la potencia FV instalada hasta 25 kW pudiendo así acogerse más casas, con la posibilidad de financiarlo el ayuntamiento también o entrando ellas como socias.

La elección del tejado de la iglesia se debe a su gran área para poder instalar una cantidad considerable de paneles, como hemos observado en el apartado de la elección de la potencia FV a instalar donde podrían llegar a caber 46 paneles. Al tratarse de un edificio dentro del pueblo, nos ayudaría así en su distribución radial. Además, al instalarse en esa superficie, se evitaría construir en terrenos agrícolas o forestales, con el evidente impacto visual y ambiental, siendo irrecuperable la fertilidad de los suelos agrícolas. Hechos que ya están ocurriendo en comarcas cercanas como La Vall d'Albaida [34] y el Vinalopó [35], con la instalación de macrocentrales solares.

Otros beneficios que nos aportaría la CEL sería la creación de puestos de trabajo de valor con la instalación y posterior mantenimiento de esta, formando así empleos estables alejados del sector primario predominante en el pueblo. También, fomentaría la participación ciudadana, pudiéndose así hacer fuerte y extenderse en otros ámbitos del pueblo, ya sea en decisiones municipales del ayuntamiento o con la creación de cooperativas para la gestión de sus productos agrícolas. Finalmente, una mayor independencia del SE ayuda, ya en el hecho de reducir su factura de la luz como en caso de avería del sistema de distribución, ya que al encontrarse en un valle lejos de grandes ciudades se tardaría más en solventar el problema.

Por lo que hace a los inconvenientes expuestos en el punto 2.5. "Comunidades energéticas" el hecho de que el ayuntamiento forme parte de la CEL puede ayudar a suavizar algunos. Como, por ejemplo, la complejidad de los procedimientos administrativos, la dificultad en el acceso a la financiación y la dificultad a la hora de acceder al conocimiento experto, ya que el consistorio tendrá mayor facilidad en lo que se refiere a temas administrativos y un lenguaje más académico. En el tema de la financiación podría gestionarse desde sus presupuestos. En cuanto a los inconvenientes de la desmotivación de los miembros de la comunidad, falta de tiempo de dedicación voluntaria y escasez de empresas instaladoras en la zona y dudas en la redacción del proyecto, es su obligación motivar a la población y hacerles creer en el proyecto además de facilitar la creación de empleo relacionado con la instalación. No obstante, de los cambios en las normativas y la falta de marco normativo el ayuntamiento ahí no puede hacer nada, sólo esperar a ver las decisiones de las administraciones estatales.

En cuanto a la normativa, nuestra CEL se debe constituir como una asociación como forma jurídica. Esto es debido a que el ayuntamiento forma parte de esta, por lo que ni se buscaría un beneficio económico ni habría problemas de financiación, además de estar constituida como un proyecto pequeño ya que no formaría parte de ella todo el pueblo. La tramitación administrativa en nuestro caso sería con excedentes acogida a compensación, ya que en el supuesto de tener excedentes de producción se podrían verter a la red para así obtener un beneficio que ayudase a nuestra CEL, ya sea en recuperar la inversión del ayuntamiento en esta o en otras ayudas a las familias vulnerables, por ejemplo. Por lo que hace a la tramitación autonómica se deberá realizar un proyecto y un prerregistro de certificados de instalación eléctrica para empezar con la tramitación de la instalación

eléctrica. Al ser una instalación de BT no se deberá tramitar nada de lo relacionado con la AT.

3.7.1. Reparto de la energía producida

Observando las gráficas de consumo del ayuntamiento y de las casas vamos a idear como sería el reparto de la EE que producirá la instalación. Al principio del día, cuando empiece a generar, toda la producción irá para el ayuntamiento ya que su consumo es igual o superior a la producción. A media mañana, se irá cediendo EE a las viviendas de forma gradual ya que aumentan los kW generados y el ayuntamiento descende su consumo. Finalmente, a partir de las 16 de la tarde, toda la producción irá para las viviendas hasta que nuestra instalación llegue a 0 kW generados. Por lo que hace a los días festivos, toda la producción FV irá para las viviendas ya que el consumo en el consistorio es prácticamente nulo. Todo esto se observa mejor con la siguiente tabla con los porcentajes de reparto que tendrán los participantes de la CEL durante los días laborables.

| HORA | AYUNTAMIENTO | VIVIENDAS |
|-------|--------------|-----------|
| 6:00 | 100% | 0% |
| 7:00 | 100% | 0% |
| 8:00 | 100% | 0% |
| 9:00 | 100% | 0% |
| 10:00 | 62,5% | 37,5% |
| 11:00 | 50% | 50% |
| 12:00 | 50% | 50% |
| 13:00 | 50% | 50% |
| 14:00 | 50% | 50% |
| 15:00 | 33,3% | 66,7% |
| 16:00 | 0% | 100% |
| 17:00 | 0% | 100% |
| 18:00 | 0% | 100% |
| 19:00 | 0% | 100% |
| 20:00 | 0% | 100% |

Tabla 5. Distribución porcentual de la EE durante los días laborables

Esta distribución se ha ideado observando los consumos de ambos a lo largo del día para poder distribuir la generación de la forma más equitativa y que más ayude a los beneficiarios. En el caso de las familias, dentro del porcentaje de la tabla, cada una recibirá una parte dependiendo de su consumo en ese momento y el grado de vulnerabilidad de cada una.

Para que las viviendas obtengan los máximos beneficios económicos, planteados en el punto 3.6.1. deberían empezar a consumir a media mañana, con su máximo consumo a partir de las 16 de la tarde. Otra opción es la ayuda que pueda prestar el ayuntamiento con lo que se ahorre por la mañana, donde toda la generación va para él, además de presentar su máximo consumo durante ese tramo horario. Todo este trabajo de la distribución de la EE se realizará mediante un agregador, que será el que observe los consumos de todos los

participantes de la CEL en ese mismo instante, para luego, repartir la energía generada de forma igualitaria entre todos mediante la proporcionalidad de la *Tabla 5*.

3.8. DIAGRAMA DE GANTT

El diseño de esta CEL se ha llevado a cabo mediante diversas tareas a lo largo del curso debido a que las CEL se encuentran aún en desarrollo normativo dentro del Estado español y la concreción del lugar de instalación con sus propias características.

En primer lugar, se buscó toda la información posible sobre el sistema eléctrico, el autoconsumo y las comunidades energéticas. A continuación, se resumió todo lo recabado en un análisis teórico para empezar a dar formato al trabajo. Después, nos dispusimos a conseguir datos reales sobre el consumo del pueblo para poder empezar a darle forma al análisis técnico. Seguidamente con todos los datos necesarios se empezó a trabajar con ellos para poder obtener unos resultados de los que poder sacar un presupuesto y unas conclusiones. Finalmente, analizando lo obtenido se tomó una decisión concluyendo el trabajo.

En la siguiente tabla se muestra el tiempo de duración de cada una de las actividades que se han desempeñado durante la realización del trabajo.

| ACTIVIDADES | FECHA INICIO | FECHA FIN |
|---------------------------|--------------|------------|
| Documentación | 07/02/2023 | 12/03/2023 |
| Análisis teórico | 13/03/2023 | 04/05/2023 |
| Obtención de datos | 05/05/2023 | 29/05/2023 |
| Análisis práctico | 30/05/2023 | 23/06/2023 |
| Tratamiento de resultados | 24/06/2023 | 14/07/2023 |

Tabla 6. Resumen y duración de las actividades

Con esta tabla se puede elaborar un diagrama de Gantt para visualizar el tiempo que ha durado cada una de las tareas. El trabajo se inició el día 07/02/2023 y finalizó el día 14/07/2023 como se puede observar en el siguiente gráfico.

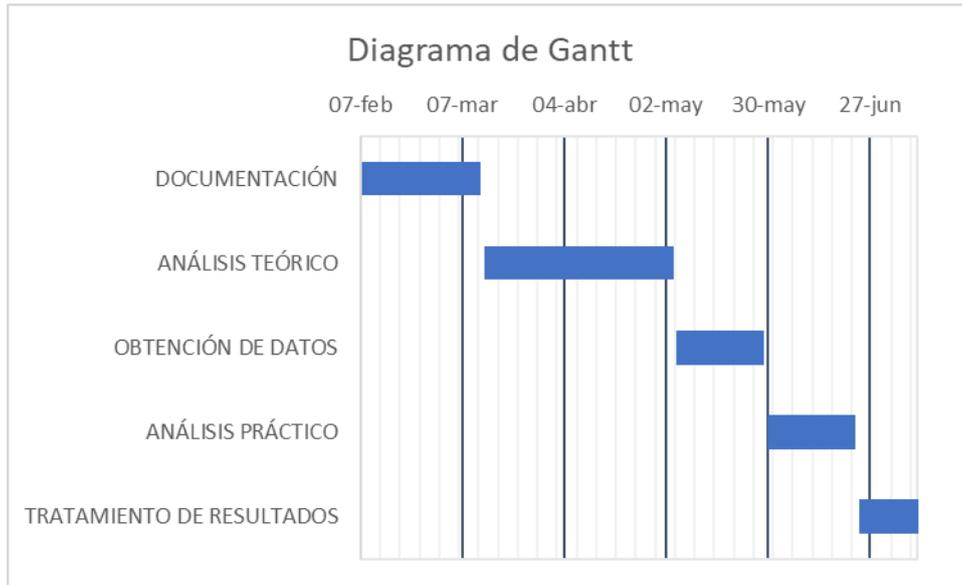


Gráfico 11. Diagrama de Gantt de las actividades realizadas

4. PRESUPUESTO

| CONCEPTO | RENDI- MIENTO | PRECIO | IMPORTE |
|---|------------------|----------|--------------------|
| INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 22000 W | | | |
| Ud. Panel fotovoltaico marca LONGi modelo: LR5-72HBD-550M (ef. 21,3%) potencia de 550W. Con dimensiones 2278×1134×35 mm, 32,6 kg de peso y caja de conexión IP-68. Garantía del producto 12 años y garantía de potencia 30 años. [36] | 40,00 | 176,74 | 7.069,75 |
| Ud. Inversor trifásico marca Fronius de 25 kW modelo: Eco 25.0-3-S, con seccionador CC, portafusibles, protección y medición del aislamiento CC integrado. Tipo de protección IP-66. [37] | 1,00 | 2.552,92 | 2.552,92 |
| Ud. Estructura coplanar en teja, modelo: 01V3, para el soporte de los módulos fotovoltaicos 2278×1134×35 mm, formada por perfilera de aluminio EN AW 6005A.T [38] | 6,00 | 120,50 | 723,00 |
| Ud. Estructura coplanar en teja, modelo: 01V4, para el soporte de los módulos fotovoltaicos 2278×1134×35 mm, formada por perfilera de aluminio EN AW 6005A.T [39] | 6,00 | 157,82 | 946,92 |
| Base imponible | | | 11.292,59 € |
| 21% IVA | | | 2.371,44 € |
| Coste total | | | 13.664,03 € |

5. CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo he podido descubrir la figura de las CEL, la cual desconocía completamente. Su papel para formar parte como agentes para luchar contra la crisis climática y energética que sufrimos en estos instantes. Su uso de energías renovables, su constitución y reparto de EE de forma democrática son un ejemplo a seguir. Los estados deben mejorar en eliminar las trabas burocráticas que supone hoy en día poder constituir las si queremos incentivar el uso de las renovables.

En cuanto a nuestro pueblo rural elegido, Benialí, la constitución de una CEL ayudaría a aumentar su valor además de solventarle los problemas con la factura de la luz a sus vecinos. Sería una inversión a futuro del ayuntamiento que podría acabar beneficiando a todo el pueblo.

El problema en el análisis práctico del trabajo ha sido la estimación de los datos del pueblo con un bajo porcentaje de los consumos del pueblo. Este suceso no me ha privado de poder analizar cómo sería una pequeña pincelada de la creación de un proyecto para una CEL. Pudiendo así analizar los datos obtenidos para luego encontrar la solución óptima al problema que se me planteaba.

Pienso que el trabajo ha sido muy enriquecedor personalmente, por descubrir que desde la ingeniería industrial se puedan crear proyectos que ayuden a darle vida, valor y sinergia a los pequeños pueblos lejos de las grandes urbes sin haber de destruir su territorio. Demostrar que se puede vivir dignamente sin tener que abandonar la gente sus tierras. Finalmente, la creación de puestos de trabajo de valor y la democracia directa que caracteriza a estas comunidades pueden desembocar en otras iniciativas como cooperativas para la gestión de sus productos agrícolas o una mayor participación en las decisiones que tome el consistorio sobre el pueblo.

6. REFERENCIAS

- [1] Cátedra de Energía y Pobreza de la Universidad Pontificia de Comillas. (2022). Informe de Indicadores de Pobreza Energética en España en 2021.
<https://www.comillas.edu/noticias/132-comillas-icai/catedraeyp/4260-la-pobreza-energetica-afecta-a-1-5-de-familias-menos-en-espana>
- [2] Sinc. (2021). Un estudio concluye que la pobreza energética empeora la salud.
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Un-estudio-concluye-que-la-pobreza-energetica-empeora-la-salud>
- [3] El País. (2023). Iberdrola bate un nuevo récord de beneficios al ganar 4.339 millones en 2022, un 12% más.
<https://elpais.com/economia/2023-02-22/iberdrola-bate-un-nuevo-record-de-beneficios-al-ganar-4339-millones-en-2022-un-12-mas.html>
- [4] elDiario.es. (2022). Las tres grandes eléctricas disparan su beneficio un 24% en pleno debate sobre el impuesto energético.
https://www.eldiario.es/economia/tres-grandes-electricas-disparan-beneficio-24-pleno-debate-impuesto-energetico_1_9238544.html
- [5] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. *Energía eléctrica*.
<https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/Index.aspx>
- [6] Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad. BOE núm. 160
<https://www.boe.es/eli/es/l/2007/07/04/17>
- [7] Red eléctrica. Operación del sistema eléctrico.
<https://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico>
- [8] Endesa. (2020). ¿Qué son las comercializadoras de electricidad?
<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/comercializadoras-electricas>
- [9] AEQenergía. (2021). Diferencias entre distribuidora y comercializadora.
<https://www.aeqenergia.com/blog/diferencias-entre-distribuidora-y-comercializadora>
- [10] Organización de Consumidores y Usuarios (OCU). *Distribuidora y comercializadora; ¿tienes clara la diferencia?*
<https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/comercializadora-y-distribuidora>
- [11] Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. BOE núm. 175
<https://www.boe.es/eli/es/rdl/2020/06/23/23/con>

- [12] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2019). *Guía profesional de tramitación del autoconsumo*.
- [13] Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. BOE núm. 83 <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>
- [14] EU, Propuesta de DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO COM (2016) 864 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (versión refundida).
[https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2016\)864&lang=es](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2016)864&lang=es)
- [15] Amigos de la tierra. (2021). Energía comunitaria. El potencial de las Comunidades energéticas en el Estado español.
- [16] Instituto para la Diversidad y Ahorro de la Energía (IDAE). Balances y consumos de energía final sectorizados y por tipo de energía en miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktep). [En línea].
<http://sieeweb.idae.es/consumofinal/>
- [17] DIRECTIVA UE 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, Art. 16.
<https://www.boe.es/doue/2018/328/L00082-00209.pdf>
- [18] DIRECTIVA (UE) 2019/944 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de junio de 2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE, Art. 22.
<https://www.boe.es/doue/2019/158/L00125-00199.pdf>
- [19] Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA). (2022). *Guía jurídica para la constitución de comunidades energéticas*.
- [20] Orden de 11 de julio de 1995, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la cual se establece el procedimiento de reconocimiento y registro en el régimen especial de instalaciones de producción eléctrica.
https://dogv.gva.es/datos/1995/07/20/pdf/1995_835531.pdf
- [21] Instituto Nacional de Estadística (INE). 1996-2022: Cifras Oficiales de Población de los Municipios Españoles: Revisión del Padrón Municipal. <https://www.ine.es/index.htm>
- [22] Wikipedia. España vaciada. https://es.wikipedia.org/wiki/Espa%C3%B1a_vaciada
- [23] La Marina Plaza. (2021). La Marina Alta es la comarca con más tasa de pobreza y con menos renta media de toda la Comunitat. <https://lamarinaplaza.com/2021/12/06/la-marina-alta-es-la-comarca-con-mas-tasa-de-pobreza-y-con-menos-renta-media-de-toda-la-comunitat/>

- [24] Google Earth. <https://earth.google.com/web/>
- [25] Endesa. (2022). Qué es el CUPS, dónde encontrarlo y por qué te importa. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/cups-donde-encontrar>
- [26] Energigreen. Horario tarifa 2.0TD. <https://www.energigreen.com/tarifas-electricidad/horario-tarifa-2-0td/>
- [27] Som energia cooperativa. Centro de ayuda. Horarios y periodos de la tarifa 3.0TD y las tarifas de alta tensión 6.1TD, 6.2TD, 6.3TD y 6.4TD. <https://www.somenergia.coop/es/>
- [28] Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [29] Autosolar. Panel Solar LONGI LR5-72HPH 550W HIMO5. <https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-longi-lr5-72hph-550w-himo5>
- [30] Autosolar. Inversor Red FRONIUS Symo 20-3-M light 20kW. <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-red-fronius-symo-20-3-m-light-20kw>
- [31] Autosolar. Inversor Conexión a Red Fronius ECO Light 25kW. <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-conexion-a-red-fronius-eco-light-25kw>
- [32] Europapress. (2022). El precio medio de la luz en 2022 casi duplica al de 2021 y es el más caro de la historia, con 209 euros/MWh. <https://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-precio-medio-luz-2022-casi-duplica-2021-mas-carro-historia-209-euros-mwh-20221230145008.html>
- [33] Ministerio de trabajo y economía social. Servicio público de empleo estatal (SEPE). El salario mínimo interprofesional publicado para 2023 se establece en 1.080 euros. <https://www.sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/comunicacion-institucional/noticias/detalle-noticia.html?folder=/2023/Febrero/&detail=El-salario-minimo-interprofesional-publicado-para-2023-se-establece-en-1080-euros>
- [34] La Directa. (2022). La Vall d'Albaida s'organitza contra l'allau de macroparcs solars. <https://directa.cat/la-vall-dalbaida-sorganitza-contrallau-de-macroparcs-solars/>
- [35] La Directa. (2022). Grans inversors amenacen el Vinalopó amb macrocentrals solars i línies d'alta tensió. <https://directa.cat/grans-inversors-amenacen-les-comarques-del-vinalopo-amb-macroplantes-solars-i-noves-linies-dalta-tensio/>
- [36] LONGi. Productos. Hi-MO 5. <https://www.longi.com/mx/products/modules/hi-mo-5/>
- [37] Fronius. Datos técnicos. Inversores. Eco. <https://www.fronius.com/es-es/spain/energia-solar/instaladores-y-socios/datos-tecnicos/todos-los-productos/inversor/fronius-eco/fronius-eco-25-0-3-s>

[38] Autosolar. Estructura Cubierta Tejas 3 Paneles Solares con varilla 01V.

<https://autosolar.es/estructuras-cubierta-teja/estructura-cubierta-tejas-3-paneles-solares-con-varilla-01v>

[39] Autosolar. Estructura Cubierta Tejas 4 Paneles Solares con varilla 01V.

<https://autosolar.es/estructuras-cubierta-teja/estructura-cubierta-tejas-4-paneles-solares-con-varilla-01v>