



**Universidad
Europea**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE
MADRID**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y
DISEÑO**

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

CURSO ACADÉMICO 2021-2022



**Universidad
Europea**

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE
MADRID**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y
DISEÑO**

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**ESTUDIO DE VIABILIDAD DE
INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA EN COMUNIDAD DE
VECINOS E IMPACTO SOBRE EL PRECIO
ACTUAL DE LA ELECTRICIDAD.**

**Alumno: D. BORJA MAURICE BATLLE
CASTELBÓN**

**Director: D. FRANCISCO DE ASÍS CABELLO
GALISTEO**

22 de JULIO del 2022

TÍTULO: ESTUDIO DE VIABILIDAD DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COMUNIDAD DE VECINOS E IMPACTO SOBRE EL PRECIO ACTUAL DE LA ELECTRICIDAD.

AUTOR: BORJA MAURICE BATLLE CASTELBÓN.

DIRECTOR DEL PROYECTO: FRANCISCO DE ASÍS CABELLO GALISTEO.

FECHA: 22 de Julio de 2022

RESUMEN

A lo largo del siguiente documento se realiza un estudio de viabilidad técnica, económica y legal; de la instalación de energía solar fotovoltaica para autoconsumo, para uno de los bloques de edificios de la comunidad de vecinos Lomas de Verapaz. También, se tratan y explican las nuevas figuras legales creadas por la Comisión Europea llamadas comunidades energéticas renovables y comunidades ciudadana de energía.

Se instalará en el edificio Teide una potencia pico fotovoltaica de 30,3 kWp, que se estima una producción anual total de 53,019 MWh. Habiendo sido utilizado en programa de PVSyst para su cálculo. Esto supondrá que el 36% de la energía utilizada por cada propietario tendrá origen en la instalación fotovoltaica y un 35% de la energía utilizada en las zonas comunes del edificio.

A su vez, en el apartado económico se ha realizado un comparativo entre la tarifa actual para el precio de venta del pequeño consumidor, PVPC, la cual es la 2.0 A frente a la tarifa pasada 2.0 TD. En este comparativos se observa el incremento que se ha producido en el coste de la factura debido al cambio de tarifa y al aumento de los combustibles fósiles. Pero haciendo que este incremento en el coste de la energía genere mayor ahorro económico en la factura de la luz al utilizar energía solar fotovoltaica y por tanto, aumentando la rentabilidad desde un 3% hasta un 17% ;y el ahorro sobre la factura mensual de la luz desde un 28% hasta un 33%.

Finalmente, la inversión a realizar por los propietarios será de 57.182,57 donde el 25% será subvencionada por las ayudas de la Comunidad de Madrid, siendo la cantidad por pagar por los propietarios de 42.886,93.

Palabras clave:

- **Energía renovable:** son recursos limpios y casi inagotables que proporciona la naturaleza. (IDAE, 2022)
- **Autoconsumo:** Consumo de bienes o recursos, especialmente agrarios, por parte de quien los produce. (RAE, 2022)
- **Fotovoltaica:** Pertenciente o relativo a la conversión directa de energía luminosa en energía eléctrica. (RAE, 2022)

ABSTRACT

Within this document you will find a study which consist in assessing the technical, economical and legal viability for the installation of solar energy photovoltaic in a block of buildings for a neighborhood community at Lomas de Verapaz for their self-consumption.

It will be installed in the building Teide with a photovoltaic peak power of 30,3 kWp, which estimates a total annual production of 53,019 MWh. By using a PVSyst program for the calculation. This will suppose that the 36% of the energy used by each owner will have its origin in photovoltaic installation and a 35% of the energy used in common areas of the building.

At the same time, in the economic section, it has been developed a comparative between the actual rate for the small consumer selling price, PVPC, which is 2.0 A, against the past fee 2.0 TD. In this comparative, we can watch how the cost of the bill has increased due to the change in the rate and the increase of fossil fuels. But making that this increase in the energy cost is translated into an increase in the economic savings of the electricity bill due to the use of solar photovoltaic energy and then, also increasing profitability from a 3% to a 17%; and an estimate increase in savings in the monthly electricity bill from a 28% to a 33%.

Finally, the investment to make by the owners will be of 57.182,57€, where a 25% will be subsidized by the Comunidad de Madrid support program, having a total investment to pay of 42.886,93€ by the owners.

Key words:

- **Renewable energy:** they are clean and almost inexhaustible resources provided by nature. (IDAE, 2022)
- **Self-consumption:** Consumption of goods or resources, especially agricultural, by the person who produces them. (SAR, 2022)
- **Photovoltaic:** Belonging or relating to the direct conversion of light energy into electrical energy. (SAR, 2022)

Índice

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 OBJETIVO	13
1.2 MOTIVACIÓN	14
Capítulo 2. COMUNIDAD DE VECINOS ENERGÉTICAS	15
2.1 MARCO REGULATORIO	15
2.1.1 Marco regulatorio europeo.....	15
2.1.2 Marco regulatorio español.....	17
2.2 ESTADO DEL ARTE ENERGIA SOLAR.....	19
2.2.1 Estado del arte Energía Solar	19
Capítulo 3. DISEÑO COMUNIDAD DE VECINOS LOMAS DE VERAPAZ	22
3.1 Descripción comunidad de vecinos	22
3.2 CRITERIOS DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	23
3.3 ESTIMACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA	24
3.3.1 ESTIMACIÓN POR VECINO.....	24
3.3.2 ESTIMACIÓN DE DEMANDA ZONAS COMUNES	25
3.4 PARAMETROS PARA DISEÑO PRELIMINAR	25
3.5 Análisis de la producción	26
3.5.1 PRODUCCIÓN EDIFICIO TEIDE	28
3.6 CONDICIONES PARA EL REPARTO DE LA ENENERGIA.....	29

3.7	ANÁLISIS DEL BALANCE ENERGÉTICO.....	31
3.7.1	Balance energético propietarios.....	32
3.7.2	Balance energético zonas comunes.....	33
Capítulo 4.	ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	36
4.1	FINANCIACIÓN.....	36
4.2	COSTE DE MANTENIMIENTO.....	36
4.3	CÁLCULO DEL AHORRO ECONÓMICO POR PROPIETARIO.....	37
4.4	ANÁLISIS RENTABILIDAD POR PROPIETARIO.....	43
Capítulo 5.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.....	48
ANEXOS.....		50
BIBLIOGRAFÍA.....		59

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la energía actualidad vs. Futuro: Fuente: Presentación Máster en Transición Energética Renovable UEM.	11
Figura 2. Predicción energía renovable instalada. Fuente: (PNIEC, 2020)	13
Figura 3. Porcentaje de energía renovable y no renovable producida por año. Fuente: (REE, 2022)	19
Figura 4. Potencia instalada energía solar fotovoltaica. Fuente: (REE, 2022)	20
Figura 5. Datos precio por MWh desde el enero 2021 hasta abril 2022. Fuente: (EPDATA, 2022)	21
Figura 6. Vista aérea comunidad de vecinos. Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 7. Diagrama de principios instalación fotovoltaica conectada a la red. Fuente: (Cambio Energético, 2022)	24
Figura 8. Consumo de propietario de CCPP Lomas de Verapaz en un año. Fuente: Vecino CCPP Lomas de Verapaz.	25
Figura 9. Detalle de perdidas en la instalación fotovoltaica. Fuente: PVSyst.....	27

Índice de Tablas

Tabla 1. Diferencias entre CEC y CER. Fuente: Elaboración propia.	17
Tabla 2. Coeficiente de reparto. Fuente: Elaboración propia.....	30
Tabla 3. Producción de instalación fotovoltaica asociada a cada propietario en meses. Fuente: Elaboración propia.	32
Tabla 4. Producción de la instalación fotovoltaica asociada a las zonas comunes en meses. Fuente: Elaboración propia.....	34
Tabla 5. Datos calculo ahorro económico. Fuente: Elaboración propia.....	37
Tabla 6. Ahorro económico por propietario por año. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 7. Factura con escenario 1 sin autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 8. Factura con escenario 1 con autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.....	41
Tabla 9. Factura escenario 2 sin autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.....	42
Tabla 10. Factura escenario 2 con autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 11. Análisis inversión escenario 2. Fuente: Elaboración propia.....	46

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Producción estimada por meses. Elaboración: Elaboración Propia.....	28
Gráfica 2. Producción mensual energía solar fotovoltaica instalación. Fuente: Elaboración propia.....	29
Gráfica 3. Balance neto energético por meses propietarios. Fuente: Elaboración Propia.	33
Gráfica 4. Balance neto energético por meses zonas comunes. Fuente: Elaboración Propia. ...	34
Grafica 5. Flujos de caja acumulado escenario 1. Fuente: Elaboración propia.	45
Gráfica 6. Flujo de caja acumulado escenario 2. Fuente: Elaboración propia.....	47

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual en la que vivimos se está enfrentando a uno de los mayores desafíos debido al cambio climático debido a la utilización de combustibles fósiles. Debido a esto nacen los objetivos propuestos por la ONU para el 2050 buscando poder alcanzar unas “emisiones de carbono netas igual a 0”. Esto claramente es un desafío ambicioso ya que actualmente según el último informe sobre las Emisiones de gases de efecto invernadero del Ministerio para la transición energética y el reto demográfico, el sector de la generación eléctrica emite un 13,7% de las emisiones (EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, 2019).

Debido a la contaminación, se está realizando un gran esfuerzo económico para la transformación del modelo de producción energética; de un modelo puramente dependiente de los combustibles fósiles y el cual estaba centralizado en grandes plantas de generación energética, como ciclos combinados o centrales térmicas; hacia un modelo no dependiente de la utilización de combustibles fósiles mediante la utilización de las energías renovables y donde no solo se dependa de grandes centros de producción energética, esto se puede observar en la figura 1.

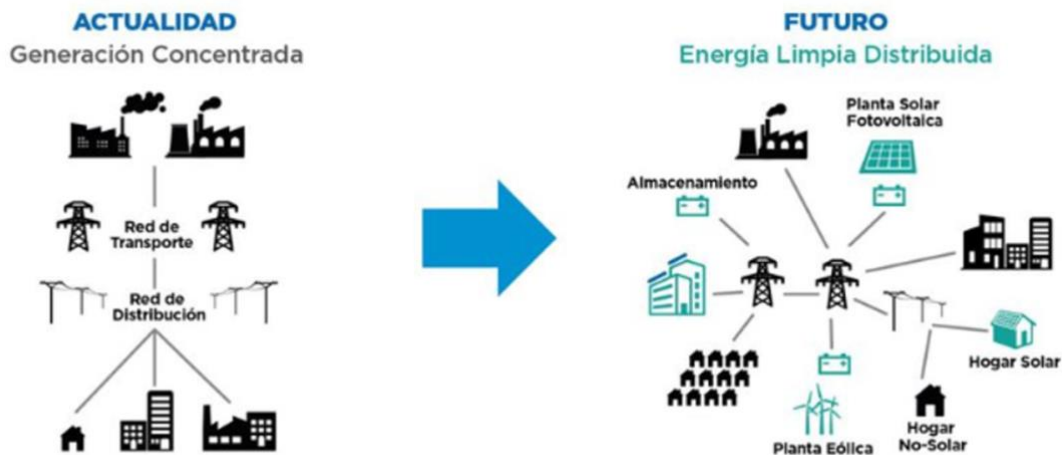


Figura 1. Diagrama de flujo de la energía actualidad vs. Futuro: Fuente: Presentación Máster en Transición Energética Renovable UEM.

En este proceso de aumento de la utilización de las energías renovables se promulgo el Real Decreto-ley 15/2018, por el cual se eliminaba el llamado “impuesto al sol” y desbloqueaba la posibilidad de utilización de tecnologías de energía solares en potencias menores sin ser penalizadas haciendo así que su utilización se viese incrementa en gran medida en el uso residencial y también se reconoce el autoconsumo. A su vez, en el Real Decreto 244/2019 se reconoce el autoconsumo colectivo, donde una energía generada por ejemplo en un espacio común de una común de una comunidad de vecinos puede ser compartido entre los propietarios.

Cabe destacar que este impulso no solo ha sido a la energía solar fotovoltaica sino ha sido a las energías renovables, donde en España en el enero de 2020 se publica el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, PNIEC; donde se desarrolla las principales medidas para poder cumplir los objetivos ambiciosos de la unión europea para el 2030 donde los dos principales objetivos son, la reducción de gases de efecto invernadero y aumento de las energías renovables. Estos objetivos están vinculados con los objetivos a largo alcance de la ONU para 2050, anteriormente citados.

Finalmente, ha modo de ejemplo y relacionado con el aumento de la energía renovables en el PNIEC, nos plantean una estimación de crecimiento de las principales fuentes de generación donde la energía solar fotovoltaica y la energía eólica aumentan en mayor medida con respecto a las demás, donde una de las principales explicaciones a este aumento según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico es la previsión del aumento del autoconsumo. Esto se puede observar en la figura 2 de a continuación.

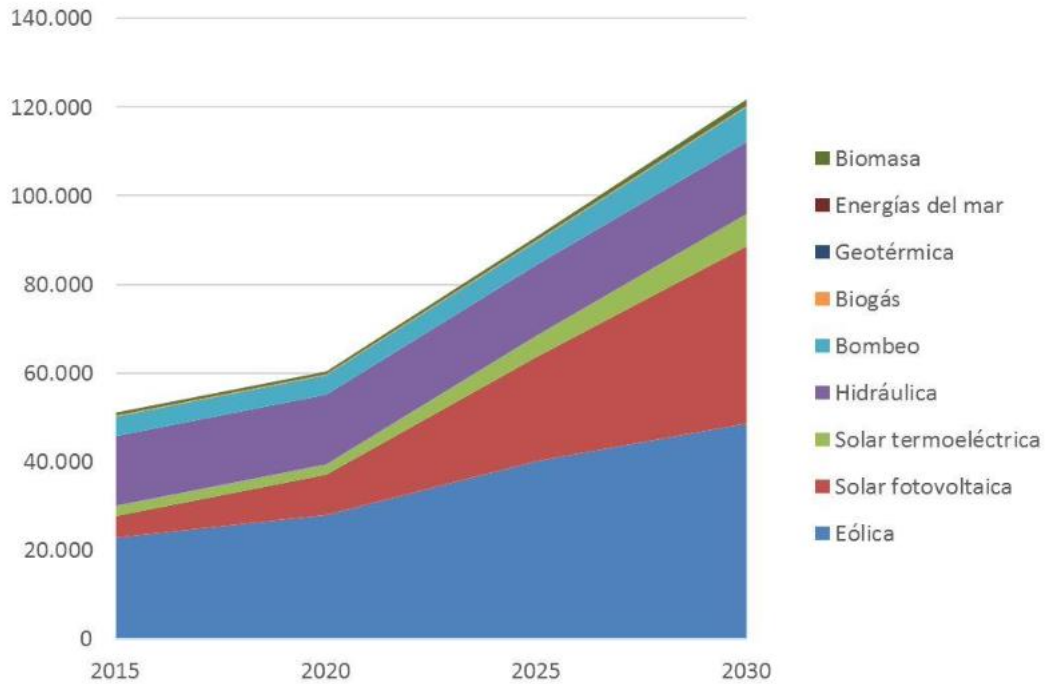


Figura 2. Predicción energía renovable instalada. Fuente: (PNIEC, 2020)

1.1 OBJETIVO

Los principales objetivos que busca este proyecto son:

- Estudio de viabilidad instalación de energía solar fotovoltaica en una comunidad de vecinos.
- Diseño de la instalación fotovoltaica.
- Análisis de rentabilidad de la instalación y coste por vecino.

En este proyecto se busca realizar un estudio de la viabilidad de la instalación de energía solar fotovoltaica en una comunidad de vecinos en Pozuelo de Alarcón. Después, se realizará el diseño de la instalación fotovoltaica. Una vez diseñado y calculado la producción se estudiará la rentabilidad de la instalación y su impacto sobre el gasto en electricidad de la comunidad de vecinos. Se realizará una comparación de la rentabilidad y amortización de la instalación respecto a precios pasados de la electricidad frente a los precios actuales de la electricidad.

1.2 MOTIVACIÓN

Este proyecto nace del interés propio en la búsqueda de la reducción de los costes energéticos, los cuales en la actualidad se han incrementado por diferentes factores políticos, económicos y sociales. Los cuales han desencadenado en un pico histórico del coste de los combustibles fósiles y por con siguiente, un incremento en todos los vectores energéticos dependientes de estos.

A su vez, particularmente en España, existe una gran dependencia energética con otros países, que según el PNIEC en el 2017 se estima de un 74%, sumado a la regulación del mercado energético ha hecho que el 8 de marzo del 2022 se alcanzase el precio medio de 544,98 euros/MWh.

Por estas razones me ha parecido de gran interés realizar un estudio en mi propia comunidad de vecinos y observar los posibles beneficios y su alcance de estos, de la instalación de energía solar fotovoltaica. Y a su vez, realizar una comparación entre el coste actual con la tarifa 2.0 A y la tarifa antigua 2.0 TD, pudiendo estudiar que cambios se han producido.

Capítulo 2. COMUNIDAD DE VECINOS ENERGÉTICAS

2.1 MARCO REGULATORIO

Como se ha comentado anteriormente en la búsqueda de maximizar y fomentar la utilización de energías renovables en ámbitos no solo industriales sino también el sector residencial, se han creado marcos regulatorios a nivel europeo y español, con la creación de una nueva figura llamada Comunidades energéticas. A continuación, se procederá a su desarrollo y explicación esta nueva figura como a si la normativa para el autoconsumo compartido.

2.1.1 Marco regulatorio europeo

Desde la Unión Europea, en el 2019 se publico un nuevo documento donde se recogía la nueva estrategia para poder alcanzar los objetivos propuestos por la ONU de emisiones de carbono neutras para el 2050; este documento se llama “Clean energy for all Europeans package”.

En este documento se promueven 4 nuevas directivas europeas, donde los países de la Unión Europea disponen de 2 años como plazo máximo para adaptar las directivas en su legislación nacional. A si mismo se fija 3 principales objetivos para el 2030:

- Aumento de la eficiencia energética alcanzando al menos un 32,5%.
- Un 32% de energías renovables en le mix energético.
- Reducción de un 40% de los gases de efecto invernadero con respecto a los niveles de 1990.

Como comentamos anteriormente en una de las directivas promovidas por la UE, se habla sobre los mercados y comunidades, en este tema se introduce la figura de “Comunidades Energéticas” y específicamente en la Directiva europea de la Comunidad Ciudadana de Energía, CEE (UE) 2019/944; Según la Comisión europea esta directiva permita la participación de los consumidores individualmente o a través de comunidades energéticas ciudadanas, llegando a todos los mercados; ya sea generando, consumiendo o vendiendo electricidad.

Todo esto sumado a la revisión de la directiva por la Comunidad de Energías Renovables, CER (2018/2001/UE), sobre energías renovables, se les da a las comunidades energéticas de vecinos capacidad para producir, almacenar, consumir y vender energías renovables, ayudando en la eficiencia energética en el sector residencial. (European Commission).

En las directivas europeas anteriormente comentadas, se da un enfoque diferente al concepto de las comunidades energéticas, pero a su vez tiene tres puntos en común que son los siguientes:

- **Propósito:** Los beneficios de las comunidades energéticas deben centrarse en el beneficio social y medioambiental, antes que el económico.
- **Gobernanza:** los socios de la comunidad constituyen una entidad jurídica, de participación libre, autónoma y controlada por los mismos socios.
- **Propiedad y control:** la participación y el control debe realizarse mediante ciudadanos, autoridades locales o PYMES, que el sector eléctrico no sea su actividad principal.

Mientras tanto se pueden establecer diferencias entre las comunidades energéticas ciudadanas y las renovables, esta se pueden observar a continuación en la tabla 1.

	CEC	CER
ACTIVIDADES	Se admite la producción mediante energías renovables y combustibles fósiles para únicamente la electricidad.	Se enmarca todas las actividades de producción de energía o calor mediante fuentes renovables.
PARTICIPANTES	Personas físicas, PYMES incluso grandes empresas y entidades publicas locales. Es menos restrictivo que las comunidades energéticas renovables	Más restrictivo, solo pueden ejercer su participación personas física, PYMES y entidades locales. Pudiendo limitar la participación de empresas cuyo objetivo sea dar servicio a la CER.
CONTROL	El control es sometido por los miembros de la comunidad, mientras que esos miembros no este unidos a un gran número de actividades comerciales,	Son autónomos y pueden participar en el mercado tradicional.

ÁREA DE ACCIÓN	No tiene restricción de distancia para la producción o para el consumo.	Tienes que ser propietaria en una distancia cercana para poder formar parte de la comunidad.
----------------	---	--

Tabla 1. Diferencias entre CEC y CER. Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Marco regulatorio español

En el Plan nacional Integrado de Energía y Clima, (PNIEC), documento redactado por el estado español donde se recogen las principales medidas energéticas y de lucha contra cambio climático, las cuales fueron ratificadas por la comisión europea. En estas medidas entre otras se encuentran un conjunto de medidas que fomentan la aparición y desarrollo de las comunidades energéticas. Entre ellas la creación de un marco legislativo para estas, para una mejor gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad. A su vez, la comunicación e información en materia de eficiencia energética.

En el PINIEC, también se destacan las siguientes medidas:

- Medida 1.13. Comunidades energéticas locales – marco normativo.
- Medida 1.6. Marco para desarrollo de energías renovables térmicas – promoción de redes.
- Medida 1.2. Gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad.
- Medida 1.4. Desarrollo del autoconsumo con renovables y la generación distribuida.
- Medida 1.14. Promoción el papel proactivo de la ciudadanía en la descarbonización.
- Medida 1.19. Generación de conocimiento, divulgación y sensibilización.
- Medida 2.15. Comunicación e información en materia de eficiencia energética.
- Medida 5.8. Innovación social por el clima.

El autoconsumo colectivo, desarrollado en el Real Decreto 244/2019, permite que diversos consumidores de una misma comunidad (comunidad de propietarios, un barrio, un polígono industrial, etc.) puedan beneficiarse colectivamente de las mismas instalaciones de generación próximas, situadas en el entorno de la comunidad, lo cual conlleva un aprovechamiento de la capacidad de generación y, por tanto, de la inversión a realizar.

Para aprovechar este potencial es necesario racionalizar las cargas económicas y administrativas, y en especial promover programas de formación y capacitación de la ciudadanía y las comunidades susceptibles de aprovechar el autoconsumo colectivo para que estas puedan contar con los recursos humanos y técnicos que les permitan identificar, tramitar, ejecutar y gestionar los proyectos, así como movilizar las inversiones necesarias. Esto puede conllevar su constitución en comunidades energéticas locales, objetivo que se impulsa con la Medida 1.13 de este Plan.

En el marco jurídico español, en el 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, mediante la modificación de varios artículos de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se definen las Comunidades de Energías Renovables como “entidades jurídicas basadas en la participación abierta y voluntaria, autónomas y efectivamente controladas por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dichas entidades jurídicas y que estas hayan desarrollado, cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios y cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde operan, en lugar de ganancias financieras.” Por tanto, estas comunidades pueden basarse en instalaciones de cualquier vector energético, siempre y cuando sea renovable.

A continuación, se disponen la principal legislación aplicable a una instalación de autoconsumo de energía solar fotovoltaica siendo esta:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. – Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. 7
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

2.2 ESTADO DEL ARTE ENERGIA SOLAR

2.2.1 Estado del arte Energía Solar

Para enmarcar en el contexto del estado actual de la energía solar debemos conocer como esta el sistema actual de generación eléctrica en España, y como ya se ha comentado anteriormente se encuentra en un proceso de transición al desarrollo y aumento de la producción de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables. Esto queda constatado en los datos facilitados por Red Eléctrica Española, en su informe anual del año 2021, y donde podemos observar la figura 3, la generación eléctrica mediante energías renovables ha alcanzado un máximo histórico del 48,4% en el mix eléctrico.

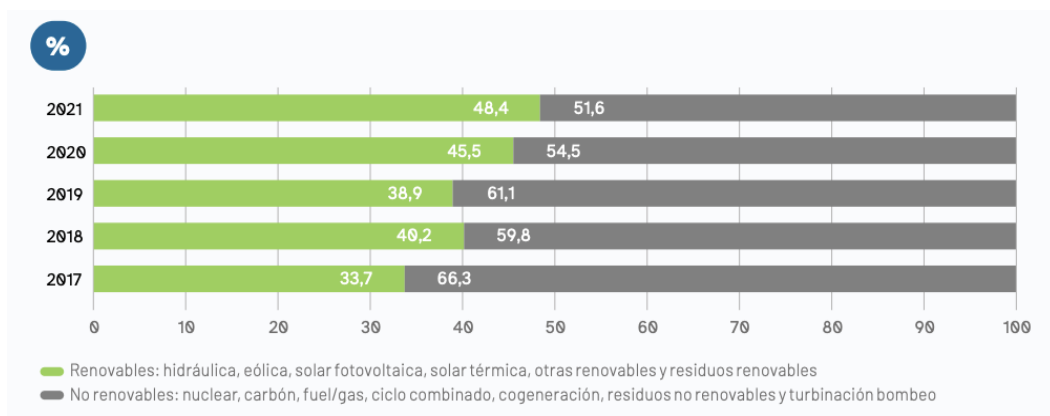


Figura 3. Porcentaje de energía renovable y no renovable producida por año. Fuente: (REE, 2022)

Más en concreto la energía solar fotovoltaica ha sufrido un gran incremento en la potencia instalada lleva incrementándose año a año desde el 2019 debido a la derogación del Real Decreto-ley 15/2018 o también conocido “Impuesto al sol” en el 2018. Esto se puede ver la siguiente figura 4.

Potencia eléctrica instalada de solar fotovoltaica

Sistema eléctrico nacional 2015-2021 | En MW

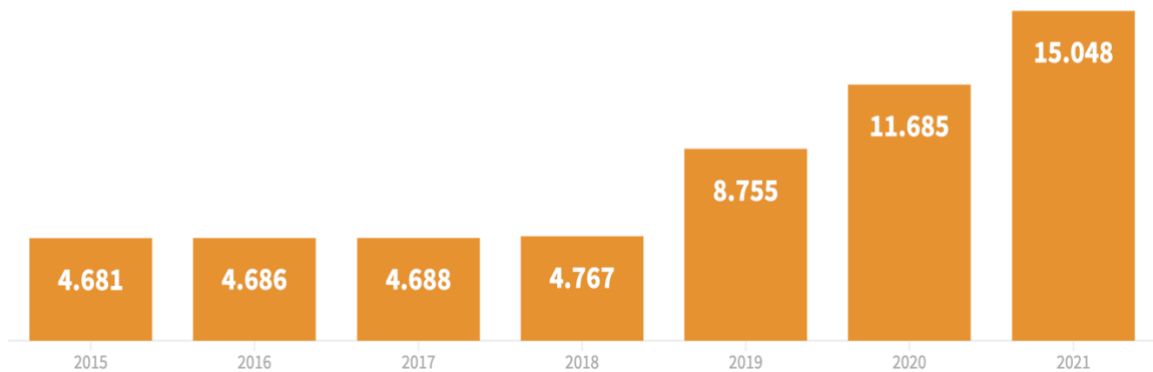


Figura 4. Potencia instalada energía solar fotovoltaica. Fuente: (REE, 2022)

Como hemos comentado se esta produciendo una tendencia positiva en la instalación de energía solar fotovoltaica habiendo aumentado en el ultimo año alrededor de 3.300 MW. Este incremento en gran parte es debido al aumento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica en el sector residencial para autoconsumo se instalaron 1.203 MW, aumentando el autoconsumo residencial en un 101% en el 2021, datos obtenidos de Unión Española Fotovoltaica.

Este gran incremento en la potencia instalada de energía claramente se ha visto influenciado como hemos comentado por la derogación del “impuesto al sol”, pero actualmente se ha visto influenciado por el creciente incremento del coste de la energía eléctrica, esto se debe a un cambio en la tarifa regulada para consumidores minoristas y en los últimos meses, esta creciente subida se le añadido la crisis energética debida a los costes en el gas natural acrecentados por la guerra entre Rusia y Ucrania. Este incremente se pude analizar en la siguiente figura 5, donde el día 7 de marzo de 2022 se alcanzo 442,54 euros el megavatio hora; donde ese mismo día del año 2021 su precio se situaba en 55,43 euros el megavatio hora.

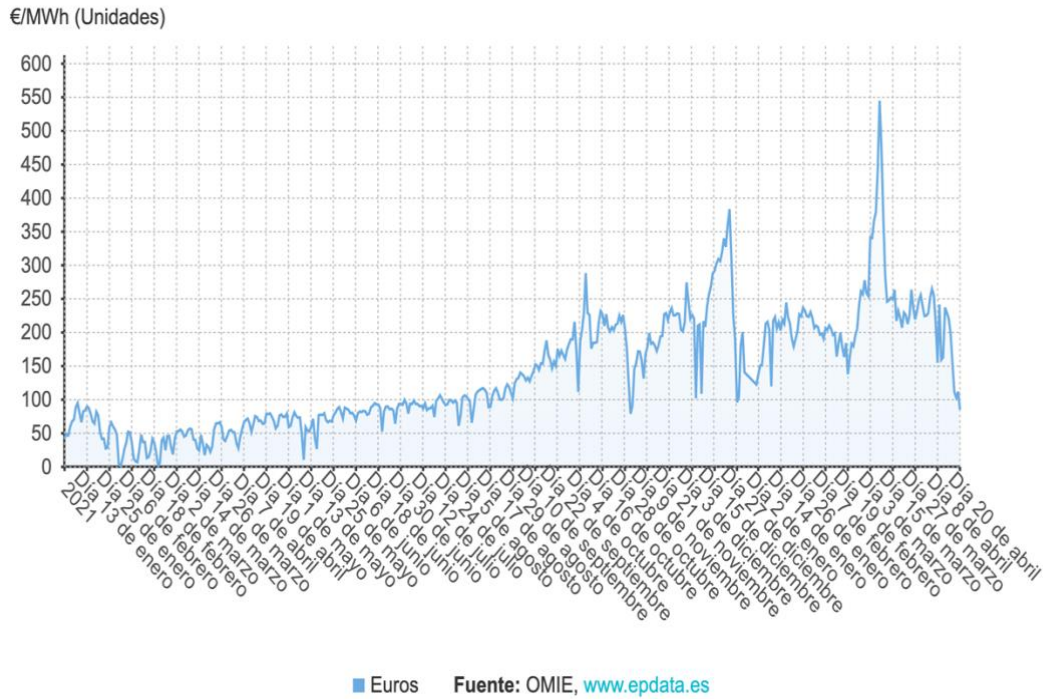


Figura 5. Datos precio por MWh desde el enero 2021 hasta abril 2022. Fuente: (EPDATA, 2022)

Capítulo 3. DISEÑO COMUNIDAD DE VECINOS LOMAS DE VERAPAZ

La comunidad de vecinos donde se proyectará la instalación fotovoltaica se encuentra en la Comunidad de Madrid, en el municipio de Pozuelo de Alarcón. La comunidad de vecinos (CCPP) se llama Lomas de Verapaz, esta dispuesta en 4 bloques de edificios los cuales se pueden observar en la Figura 6.



Figura 6. Vista aérea comunidad de vecinos. Fuente: Elaboración propia.

3.1 Descripción comunidad de vecinos

Como se ha comentado anteriormente la comunidad de vecino dispone de 4 bloques de edificios, con 2 portales respectivamente por bloque de edificio. Sumando un total de 8 portales. Cada portal dispone de 4 cuatro plantas sumadas con un aparcamiento subterráneo y otra planta de trasteros.

Existen un total de 12 viviendas por portal, haciendo un total de 96 viviendas. Para determinar los posibles beneficiarios de esta instalación serán los 96 propietarios sumados a las áreas de comunes de la comunidad de vecinos.

La financiación de este proyecto se realizará a partes iguales por los integrantes de la comunidad. Además, se contempla en cual haya propietarios los cuales sean contrarios a este proyecto. Por ello, según la Ley de Propiedad Horizontal se deberá someter a votación en una junta de vecinos; donde deberá ser aprobada por al menos un tercio de los propietarios de la comunidad, que a su vez deberá representen a un tercio de la cuota de participación. Tres quintos en caso de solo utilizarse para las zonas comunes.

En la CCPP LOMAS DE VERAPAZ se realizó la votación y se aprobó por unanimidad la utilización de las zonas comunes, en este caso los techos de los edificios para la instalación de paneles solares fotovoltaicos.

3.2 CRITERIOS DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Como hemos comentado anteriormente existen 4 bloques de edificios los cuales se contarán como instalaciones independientes, habiendo un total de 4 instalaciones. Al ser idénticos los edificios y por tanto sus cargas y para la cumplir con los objetivos de este proyecto, se diseñará uno de ellos; el edificio Teide.

Para su diseño a su vez, debemos definir dos variables importantes a la hora del diseño de la instalación fotovoltaica; el primero de ello es que será una instalación conectada a la red, lo que significa que se podrá utilizar tanto energía generada de la instalación fotovoltaica como de la red, también cuando se produzcan excedentes de la energía solar fotovoltaica esta será vertida a la red eléctrica, para poder beneficiarse de la compensación por inyectar energía a la red eléctrica se de tener una instalación con potencia instalada menor a 100 kW.

El funcionamiento de este tipo de instalaciones se puede observar en la figura 7, donde los principales componentes de estas son los siguientes:

- Panel fotovoltaico: Se encarga de transformar la energía solar, almacenada en los fotones en energía eléctrica en corriente continua.
- Inversor: Son encargados de transformar y adecuar la energía producida en los paneles fotovoltaicos, transformando la corriente continua a corriente alterna con una frecuencia de 50Hz.
- Contado bidireccional: Encargado de contabilizar la energía que suministra tanto la red eléctrica como la instalación fotovoltaica, como la que es suministrada por la red eléctrica.

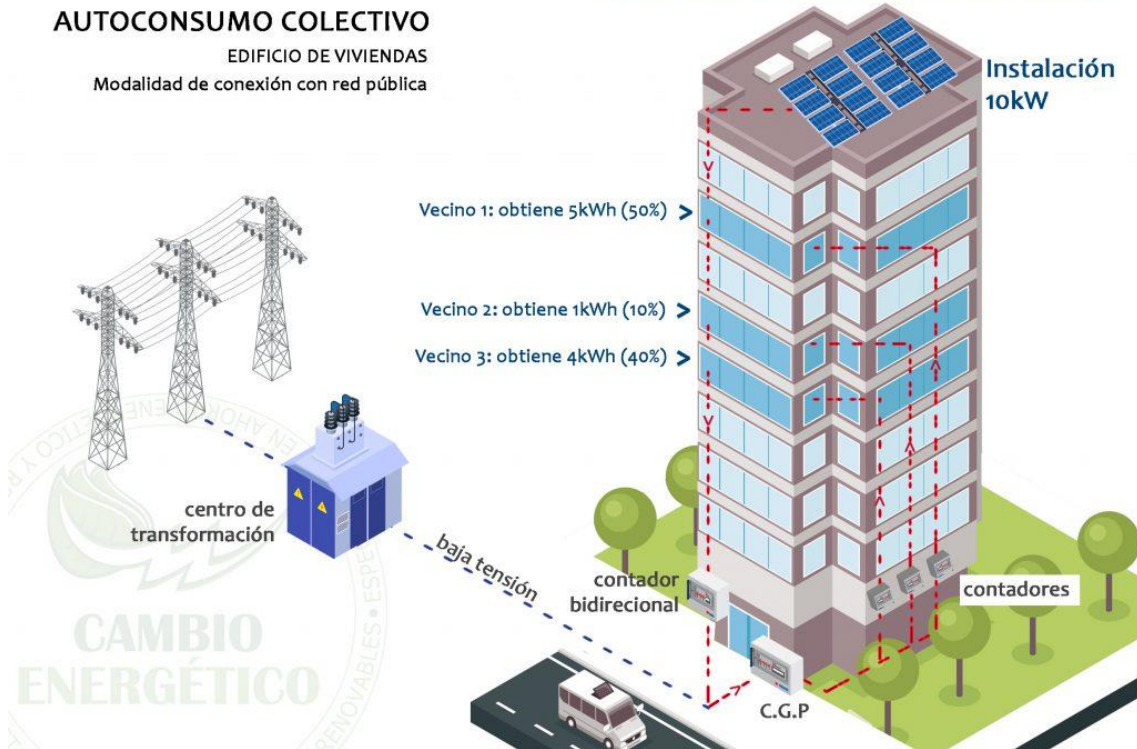


Figura 7. Diagrama de principios instalación fotovoltaica conectada a la red. Fuente: (Cambio Energético, 2022)

En segundo criterio se tomará como preferencia el suplir la demanda energética de las zonas comunes, quedando en segundo plano la demanda de las viviendas de los vecinos.

3.3 ESTIMACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA

3.3.1 ESTIMACIÓN POR VECINO

Se ha realizado una estimación de consumo energético por vecino, para ello se ha escogido dos facturas de la luz de un vecino de la comunidad de las Lomas de Verapaz, ya que así se puede saber de manera estimada el consumo de una vivienda para el tipo de edificio. Como se observa en la figura 6 que hay a continuación, el consumo de la vivienda en un año es de 3.254 kWh, haciendo un consumo medio de 271,17 kWh al mes.



Figura 8. Consumo de propietario de CCPP Lomas de Verapaz en un año. Fuente: Vecino CCPP Lomas de Verapaz.

3.3.2 ESTIMACIÓN DE DEMANDA ZONAS COMUNES

Para el consumo de las zonas comunes de los edificios se realizará una estimación según el tipo de alumbrado que se dispone en cada parte los edificios, en pasillos y recibidores se dispone de luces convencionales con potencia de 40 W, mientras en que en el aparcamiento existe luces fluorescentes de 58 w; también, se dispone de portero automático con un consumo de 400 Wh y finalmente, de un ascensor por bloque con un consumo de 7,5 kWh.

Todo ello contabiliza un consumo anual de 10.000 kWh por bloque. Siendo el portero automático y el ascensor un consumo constante; mientras que la iluminación es un consumo intermitente al disponer de sistemas control como marca la normativa en el Código Técnico de la Edificación, en el documento básico de HE3.

3.4 PARAMETROS PARA DISEÑO PRELIMINAR

El diseño de la instalación se realizará mediante el programa de calculo PVSYST 7.2, pero para poder comenzar con ello primero se debemos conocer algunos parámetros, como la distancia entre paneles, la configuración de los diferentes subsistemas de paneles.

El modelo de panel fotovoltaicos escogido es el Jimko JKM 410M-72H, es un panel mono-cristalino con tecnología PERC. Con dimensiones de 2,004 m de alto x 1,002 m de ancho

x 0,04 m de ancho; para este proyecto los paneles se dispondrán de manera horizontal. Para mas características de estos se pueden observar en los Anexos.

Para el cálculo de la sombra generada se ha utilizado la formula que obtiene del pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a la red, según el IDAE, donde el cálculo de distancia mínima entre filas (d) se establece como:

$$d = \frac{h}{\tan (61^{\circ} - \text{latitud})}$$

Siendo la h la altura a la que se encontrar la parte superior del panel con respecto al suelo y formando el panel con respecto al suelo un ángulo de 35 grados, resultando que h=0,574 metros; y la latitud de pozuelo de Alarcón es de 40,3 grados. Resultando la distancia mínima igual a:

$$d = \frac{0,574}{\tan (61^{\circ} - 40,3)} = 1,52 \text{ metros}$$

3.5 Análisis de la producción

Como se ha comentado anteriormente, para el cálculo de la producción se ha utilizada el programa de calculo PVSyst con la versión 7.2. Este utiliza los datos meteorológicos de la ubicación que deseamos calcular y introduciendo el modelo de paneles e inversores, con su base de datos realiza el calculo de la producción energética.

A continuación, se ha realizado un diseño preliminar de los 4 bloques; aunque más adelante solo se realizara el análisis en detalle del bloque de edificios Teide. En total se instalarían un total de 264 paneles con una potencia pico instalada de 108 kWp. Según la simulación de producción se generarán 189,7 MWh por año. Esta simulación de la producción de energética en la CCPP Lomas De Verapaz, se ha realizado con la base de datos meteorológicos de la PVGIS, que aporta los datos de irradiación por metro cuadra, para de esta no es captada por los paneles debido a las perdidas por orientación; a su vez, una vez producida la energía esta se genera en corriente continua por lo que se debe transforma a corriente alterna mediante un conjunto de inversores. También, existen diferentes perdidas en

por el cableado, por temperatura, etc. Estas se pueden observar en la figura7 de a continuación:

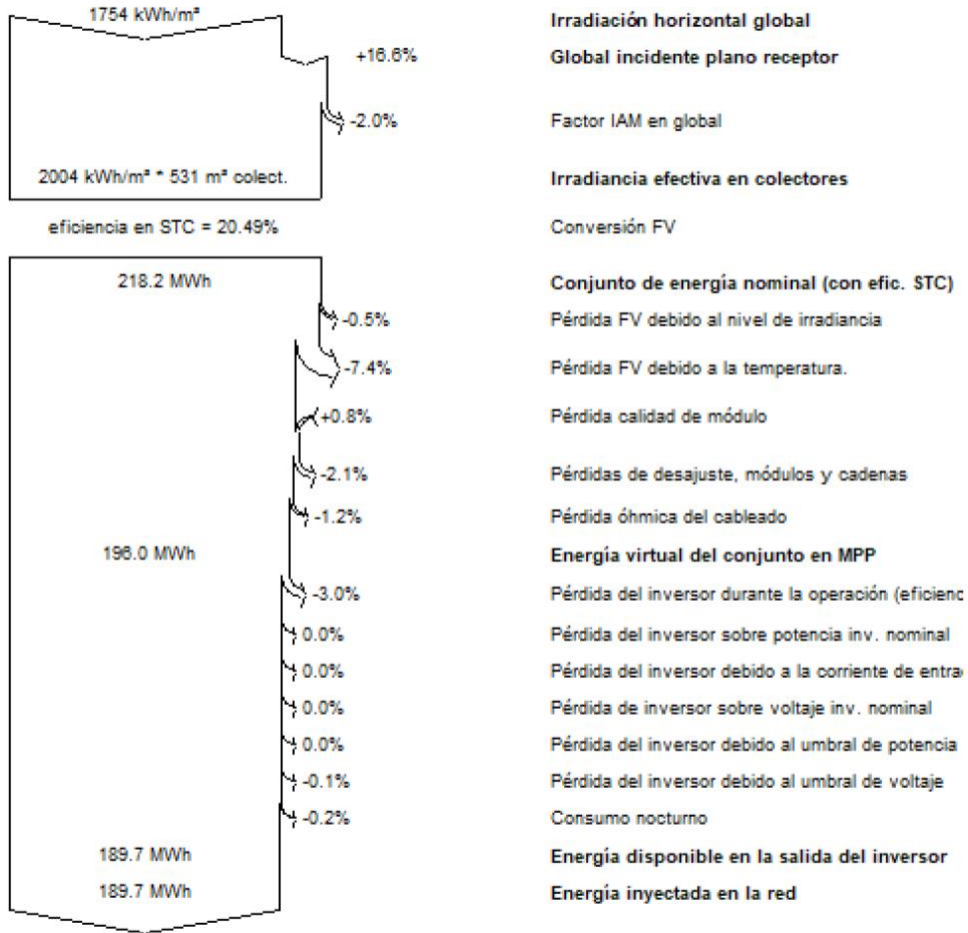
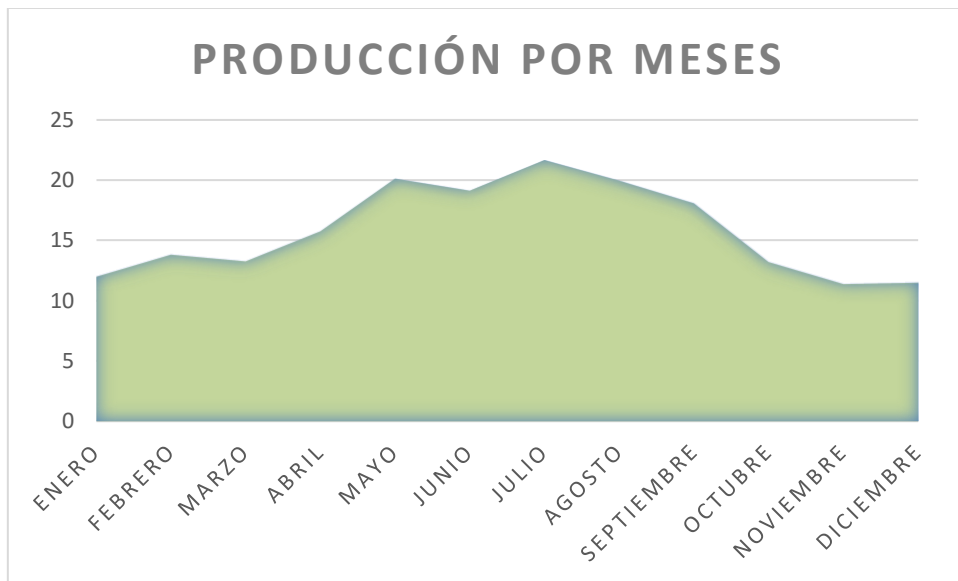


Figura 9. Detalle de pérdidas en la instalación fotovoltaica. Fuente: PVSyst.

En la grafica 1 se puede analizar la producción mensual y se puede concluir que los meses de verano es en los meses de mayor producción eléctrica coincidiendo con la temporada de mayor irradiancia en el hemisferio norte; mientras que en los meses de invierno la producción se ve menguada.

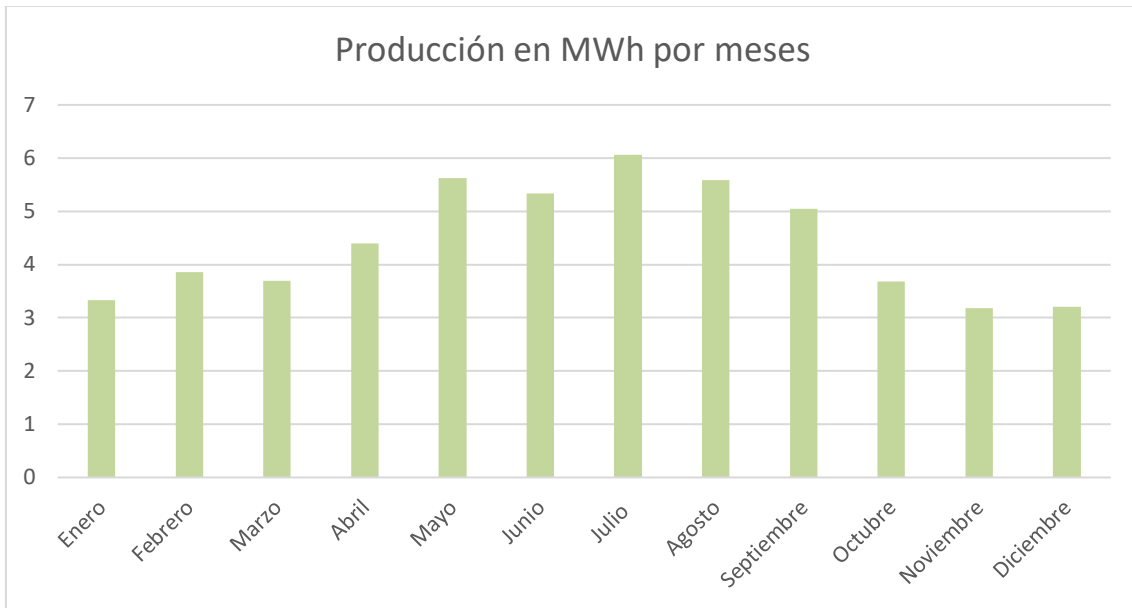


Gráfica 1. Producción estimada por meses. Elaboración: Elaboración Propia.

La gráfica 1 cotejada con el perfil de consumo energético observamos que en los meses de mayor producción se corresponden con los meses de menor consumo eléctrico.

3.5.1 PRODUCCIÓN EDIFICIO TEIDE

Como se ha comentado se ha decido realizar un mayor detalle en este edificio debido a la similitud que hay entre los 4. Como se ha explicado anteriormente se ha utilizado el programa de PVSyst, para el calculo de la producción de la instalación del edificio Teide, el cual tendrá una potencia pico de 30,3 kWp. Esta potencia se consigue gracias a la instalación de 74 paneles fotovoltaicos anteriormente especificados. La producción total en el primer año donde la pérdida de eficiencia de los paneles fotovoltaicos es despreciable será de 53,019 MWh. Esta producción se puede observar desglosada por meses en la siguiente grafica 2. Para mayores datos de la instalación se recomienda leer la documentación incluida en los anexos, con el informe realizado desde el programa de cálculo.



Gráfica 2. Producción mensual energía solar fotovoltaica instalación. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la vida útil de los paneles solares es de 25 años, los datos mostrados en la grafica 2, y como se explica anteriormente son datos del primer año sin tener en cuenta las perdidas por degradación de los paneles solares. La marca asegura una degradación lineal de un 0,6% anual. Esta información ha sido utilizada más adelantes para la realización del estudio económico.

3.6 CONDICIONES PARA EL REPARTO DE LA ENENERGIA

Como hemos comentado esta instalación se encuentra en una comunidad de vecinos donde habrá dos principales consumidores de energía las zonas comunes de los edificios y los propios vecinos. Para que este sea un reparto equitativo, este será un reparto en base de unos coeficientes reparto. Estos coeficientes de reparto serán acordes a la disposiciones del Real Decreto 244/2019, donde deben existir unos coeficientes de reparto fijos, estos serán acordados entre los vecinos y se mantendrán constantes en las franjas horarias. El criterio para selección de la cuota es libre. En la comunidad de vecinos se dispone, que en cada bloque de edificios se acordara su criterio para el reparto. Desde los diseñadores de este proyecto se propone un criterio en base al consumo de cada vecino y las zonas comunes. La formula para su cálculo será la siguiente:

$$\alpha = \frac{C_{contratada}}{\sum P_{contratada}}$$

Se toman los siguientes consumos de referencia, estos son aproximados:

	ESTIMACIÓN DEMANDA ANUAL	COEFICIENTE DE REPARTO (α)
ZONAS COMUNES	10.077,65 KWh/ año	8,82%
PROPIETARIOS (32 propietarios por edificio)	3.254 KWh/año	2,84% por propietario

Tabla 2. Coeficiente de reparto. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que de la energía generada en cada bloque de edificios se destinara el 8,82% de la energía a las zonas comunes, mientras que se destinara un 2,84% a cada propietario.

La energía que no sea utilizada por cada parte se podría destinar a su almacenaje mediante un sistema de baterías o verterse a la red en forma de excedente. Este excedente tiene una compensación simplificada la cual se traduce en un balance entre la energía consumida y la energía inyectada a la red, estos balances se realizan generalmente en a final mes o en cada periodo de facturación de tenga cada propietario.

La opción de instalación de un sistema de almacenaje queda desestimado por su incremento en el presupuesto; la energía que no sea utilizada será inyectada en la red en forma de excedente y obtengan la compensación, según el Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica, para instalaciones de potencias menos a los 100 KW, no se cobrará ningún tipo de coste de conexionado con la red, donde el balance energético deberá ser asumido por la comercializadora.

Por lo cual la empresa distribuidora consignara en el contador bidireccional de energía, el coeficiente de reparto acordado por los vecinos y estipulados en la Tabla 2. Siendo calculada la energía correspondiente a cada consumidor para cada hora con la siguiente formula:

$$EG_{propietario} = \alpha * EG_{total}$$

Siendo:

$EG_{propietario}$ = energía generada correspondiente a cada propietario.

α = coeficiente de reparto.

EG_{total} = energía total generada por la instalación

Como se ha comentado se realizará un balance energético a cada hora donde se podrá resultar de este balance tres casos:

1. Si la energía consumida sea menor a la energía generada, por lo cual el consumo de la red eléctrica será 0 y la sobrante será energía excedentaria y será compensada al final del periodo.
2. Si la energía consumida es mayor a la energía generada, por lo cual la diferencia de energía será suministrada por la comercializadora y la energía excedentaria será igual a cero.
3. Si la energía consumida es igual a la energía generada, no se facturará energía por la comercializadora ni habrá energía excedentaria.

Como se ha comentado este balance energético será realizado por compañía suministradora al final de cada mes o en cada periodo de facturación estipulado por cada propietario, donde nunca la compensación podrá ser mayor al valor de la energía comparada a la comercializadora, nunca se percibirá dinero.

3.7 ANALISIS DEL BALANCE ENERGETICO

El coeficiente de reparto será de los consumidores los propietarios y las zonas comunes de los edificios. Los propietarios dispondrán de un 2,84% de la energía generada por propietario mientras que las zonas comunes de los edificios dispondrán de 8,82%. A continuación, se detallará el balance energético de los cuatro bloques de edificios de manera individual, ya que como se ha comentado anteriormente su estudio será individualizado al ser instalaciones semejantes para los cuatro bloques de edificios y disponiendo del mismo número de propietarios y zonas comunes; el cálculo servirá para la comprensión de del balance neto de cada bloque de edificios.

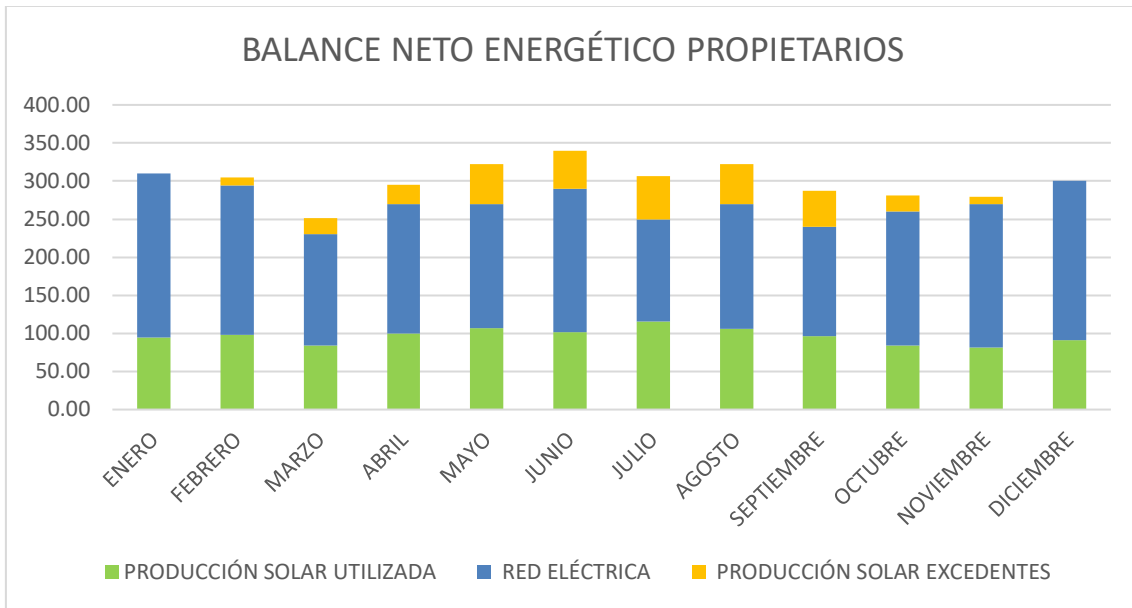
3.7.1 Balance energético propietarios

A continuación, se muestra en la tabla 3 la producción mensual en un año la cual correspondería a un propietario, ya aplicado el coeficiente de reparto

MES	PRODUCCIÓN EN kWh
ENERO	94,77
FEBRERO	109,45
MARZO	105,11
ABRIL	124,93
MAYO	159,58
JUNIO	151,51
JULIO	172,25
AGOSTO	158,81
SEPTIEMBRE	143,31
OCTUBRE	104,71
NOVIEMBRE	90,28
DICIEMBRE	91,02
TOTAL:	1.505,74

*Tabla 3. Producción de instalación fotovoltaica asociada a cada propietario en meses. Fuente:
Elaboración propia.*

Teniendo los datos de producción que le correspondería a cada propietario, conjuntamente, a los datos de la Figura 8, donde se puede observar los consumos mensuales de un propietario tipo de la comunidad de vecinos. Con estos datos podemos saber cuanta energía se ahorra mediante la utilización de los paneles fotovoltaicos.



Gráfica 3. Balance neto energético por meses propietarios. Fuente: Elaboración Propia.

Observando la grafica 3, se observa que en los mese de invierno, meses los cuales la producción solar se ve mermada y el consumo se incrementa, debido a las menores horas de luz solar y menor irradiación, no se producen excedente que se viertan a la red eléctrica.

Pero en su lugar, en los mese de verano donde el consumo eléctrico disminuye y, por otro lado, la producción eléctrica se ve incrementa por una mayor irradiación y mas horas de sol, la energía utilizada de la red eléctrica es menor y se incrementa la energía inyectada a la red en forma de excedentes.

En conclusión, la instalación solar aportara un 46% de la demanda de los propietarios. Pero esa producción se divide en un 36% será energía directamente usado por los propietarios y un 10% inyectada a la red en forma de excedente.

3.7.2 Balance energético zonas comunes.

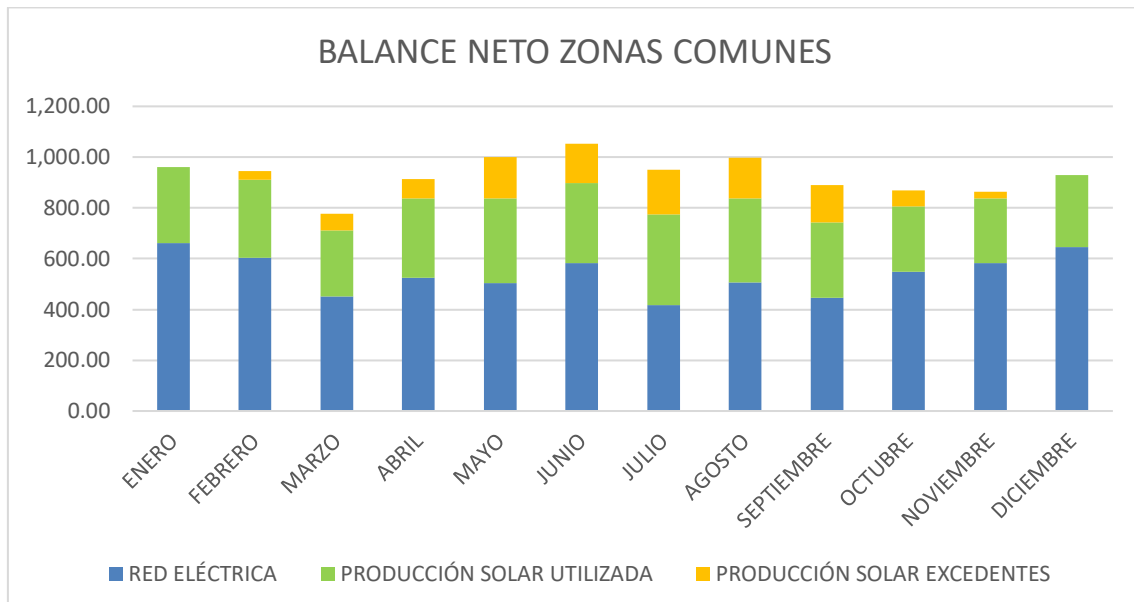
En el cálculo del balance energético de las zonas comunes, se ha procedido a realizar el mismo proceso de cálculo que para los propietarios. A continuación, en la tabla 4 se encuentra la producción solar mensual asociada a las zonas comunes de un bloque. Como es definido en el punto 3.6, el coeficiente de reparto correspondiente es de un 8,82 de la producción solar anual.

MES	PRODUCCIÓN EN KWh
ENERO	297,85
FEBRERO	339,92
MARZO	326,43
ABRIL	387,99
MAYO	495,60
JUNIO	470,55
JULIO	534,93
AGOSTO	493,21
SEPTIEMBRE	445,06
OCTUBRE	322,55
NOVIEMBRE	280,39
DICIEMBRE	282,68
TOTAL:	4.677,16

Tabla 4. Producción de la instalación fotovoltaica asociada a las zonas comunes en meses.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el cálculo de la energía solar generada asociada a las zonas comunes, se obtendrá el balance neto energético, en la grafica 4 se detalla la energía utilizada por meses, que se obtiene de la red eléctrica, la utilizada de la energía solar y la que será inyectada a la red en forma de excedentes.



Gráfica 4. Balance neto energético por meses zonas comunes. Fuente: Elaboración Propia.

Podemos concluir que la instalación fotovoltaica suministrara un 45% de la energía demanda por las zonas comunes del un bloque de edificios. Este 45% se dividirá en un 35 % utilizado directamente para suministro eléctrico del edificio y un 10% el cual ser inyectado a la red.

Como se ha comentado anteriormente, en los meses de invierno la producción solar se ve mermada debido a las condiciones de irradiación y horas de luz solar; mientras que en los meses de verano la producción obtiene sus máximos y se producen incluso excedentes.

Capítulo 4. ESTUDIOS ECONÓMICOS

En el capítulo de estudios económicos, se realizará un análisis económico de la rentabilidad de la instalación mediante las herramientas del TYR, VAN y flujos de caja. También, se definirá la financiación del proyecto.

Finalmente, cabe destacar que uno de los objetivos de este proyecto es el análisis económico de la situación energética actual en España con respecto a la de hace un año.

4.1 FINANCIACIÓN

El coste de la instalación fotovoltaica en su totalidad tendría un coste de 57.182,57 €, esto significa una ratio de 1.786,95 €/kWp.

Un 25% será aportada por una subvención directa de la comunidad de Madrid, registrada en la Orden de la Consejería de Economía, Empleo y Competitividad, conforme a lo dispuesto en el artículo 4.5 c) de la Ley 2/1995, de 8 de marzo, de Subvenciones de la Comunidad de Madrid.

Por lo cual el proyecto será financiado en un 25% mediante ayudas aprobadas por la Comunidad de Madrid y el 75% restante, será aportado por los propietarios de la Comunidad de Vecinos de lomas de Verapaz. Esto supondría que 14.295,64 € serían subvencionados, restando 42.886,93 € aportados por los propietarios.

Se financiarán 42.886,93 € en 6 años con 72 cuotas y un interés fijo del 5,03% más gastos de formalización de la financiación supondría un total adeudado de 45.158,4 €. Suponiendo 72 cuotas de 627,22 €; suponiendo para cada propietario un coste mensual de 19,6 €/mes por propietario.

4.2 COSTE DE MANTENIMIENTO

El coste de mantenimiento donde son incluidas revisiones periódicas, limpieza de los mismos y monitoreo de los principales datos de funcionamiento de la instalación, tendrá un coste anual de 1.100 €. Esto supondría un coste por vecino de 34,38 €/año.

4.3 CÁLCULO DEL AHORRO ECONOMICO POR PROPIETARIO

Para la realización del cálculo del ahorro económico que le supondrá la instalación de paneles fotovoltaico para un propietario de la Comunidad de vecinos de Las lomas de Verapaz, se realizaran dos escenarios para comparación y análisis. El escenario 1 será con la tarifa actual de PVPC 2.0A y con el precio actual de la electricidad el 15 abril de 2022; mientras que el escenario 2 será con el precio de la tarifa 2.0 TD el 15 de abril de 2021.

También, los ahorros obtenidos en las zonas comunes se dividirán entre los propietarios, ya que son los encargados del mantenimiento de estas zonas.

Se considerarán los excedentes parte del ahorro económico, ya que la instalación es de tipo de autoconsumo conectado a la red eléctrica, por consiguiente, acogándose al autoconsumo con excedente acogido a compensación, descrito en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Los datos de precio de la energía en las distintas tarifas como el de compensación por excedentes, son buscados en la herramienta ESIOS que se encuentra en la pagina web de la Red Eléctrica Española. Siendo estos datos los siguientes:

	TARIFA	Precio termino energía activa	Precio energía excedentaria
ESCENARIO 1 15 DE ABRIL 2022	2.0 A	0,27452 €/kWh	0,19791 €/kWh
ESCENARIO 2 15 DE ABRIL 2021	2.0 TD	0,13676 €/kWh	0,06808 €/kWh

Tabla 5. Datos calculo ahorro económico. Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual para el calculo de ahorro energético viene definido por la siguiente formula:

$$\text{Ahorro económico} = (1 + \text{Impuestos}) * \sum (E_x * P_x)$$

Siendo:

Impuestos = La energía esta sometida a dos impuestos el IVA con un 21% y el impuesto sobre la energía consumida del 5,11%. Sumando un total de 26,11%.

E_x = Energía en un periodo x

P_x = Precio de la energía en el periodo x

Para el cálculo se ha utilizado la media diaria, eso significa que en el escenario 1, la tarifa 2.0 A tiene 3 periodos con diferentes costes, para la simplificación de cálculo se ha utilizado el precio medio dispuesto según REE.

Mientras tanto, en el escenario 2, la tarifa 2.0 TD esta dividida en 2 periodos, realizándose el mismo procedimiento que en el escenario 1.

A su vez, se ha introducido un coeficiente de perdida de producción energética anual de un 0,6%, es una perdida lineal debida al desgaste y perdida de eficiencia energética en los componentes del módulo fotovoltaico. La empresa Jimko, encargados de su fabricación asegura los datos de eficiencia en los 25 años de vida útil.

AÑO	PRODUCCIÓN EN kWh	ESCENARIO 1			ESCENARIO 2		
		AHORRO AUTOCONSUMO (€)	AHORRO EXCEDENTES (€)	AHORRO TOTAL (€)	AHORRO AUTOCONSUMO (€)	AHORRO EXCEDENTES (€)	AHORRO TOTAL (€)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1.505,74	368,80	113,13	481,93	183,73	38,91	222,64
2	1.496,71	366,59	112,45	479,04	182,63	38,68	221,31
3	1.487,73	364,39	111,77	476,16	181,53	38,45	219,98
4	1.478,80	362,20	111,10	473,31	180,44	38,22	218,66
5	1.469,93	360,03	110,44	470,47	179,36	37,99	217,35
6	1.461,11	357,87	109,77	467,64	178,28	37,76	216,04
7	1.452,34	355,72	109,11	464,84	177,21	37,53	214,75
8	1.443,63	353,59	108,46	462,05	176,15	37,31	213,46
9	1.434,96	351,47	107,81	459,28	175,09	37,09	212,18
10	1.426,35	349,36	107,16	456,52	174,04	36,86	210,91
11	1.417,80	347,26	106,52	453,78	173,00	36,64	209,64
12	1.409,29	345,18	105,88	451,06	171,96	36,42	208,38
13	1.400,83	343,11	105,24	448,35	170,93	36,20	207,13
14	1.392,43	341,05	104,61	445,66	169,90	35,99	205,89
15	1.384,07	339,00	103,99	442,99	168,88	35,77	204,65
16	1.375,77	336,97	103,36	440,33	167,87	35,56	203,43
17	1.367,52	334,95	102,74	437,69	166,86	35,34	202,21
18	1.359,31	332,94	102,12	435,06	165,86	35,13	200,99
19	1.351,15	330,94	101,51	432,45	164,87	34,92	199,79
20	1.343,05	328,95	100,90	429,86	163,88	34,71	198,59
21	1.334,99	326,98	100,30	427,28	162,89	34,50	197,40
22	1.326,98	325,02	99,70	424,71	161,92	34,29	196,21
23	1.319,02	323,07	99,10	422,17	160,95	34,09	195,03
24	1.311,10	321,13	98,50	419,63	159,98	33,88	193,86
25	1.303,24	319,20	97,91	417,11	159,02	33,68	192,70

Tabla 6. Ahorro económico por propietario por año. Fuente: Elaboración propia.

Tras observar los resultados de la tabla 6, se concluye con que el ahorro económico anual en el escenario 1 es superior año a año que en el escenario 2. Esto se debe a que como se referencia en la tabla 6, en el escenario 1 el precio del término energía es mayor como a su vez, el precio de la energía excedentaria.

Para una mayor comprensión de los resultados y de su alcance se realizará una comparación entre una factura de luz del mes de abril de un propietario comparando su coste

entre utilización o no de la instalación de energía solar fotovoltaica. Se realizará en los dos escenarios.

En el escenario 1, se propone a un propietario con una factura de tipo 2.0 A, y con los datos para el cálculo de la factura de la tabla 7, haciendo un primer cálculo sin el aporte de energía solar y a continuación con autoconsumo solar.:

TARIFA	2.0 A
POTENCIA	5.5 kW
PRECIO TERMINO ENERGÍA	0,27452 €/kWh
PRECIO TERMINO POTENCIA	2,8 €/kW mes

FACTURA ESCENARIO 1 SIN AUTOCONSUMO			
CONSUMO ENERGÉTICO	kWh	€/kWh	€/ mes
Coste termino energía	270	0,27452	74,12
POTENCIA CONTRATADA	KW	€/kW mes	€/mes
Coste termino potencia	5,5	2,8	15,40
Subtotal			89,5204
Contador			0,82
Impuesto eléctrico 5,11%			4,58
Base imponible			94,92
IVA 21%			19,93
Total Facturado			114,86

Tabla 7. Factura con escenario 1 sin autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.

Tras realizar la simulación de la factura de un propietario de un mes de abril utilizando datos de PVPC de 0,27452 euros/kWh, con datos de consumo energético aportados en la figura 8 para el mes de abril. Tras impuestos, suma una cuantía de 114,86 euros.

Como se ha comentado anteriormente se realizará a continuación el cálculo de la factura con la aportación de la energía solar de instalación fotovoltaica. Para su cálculo se han utilizado los datos de producción mensual para el mes de abril que se encuentra en la tabla 3 y 4. Para la bonificación por energía excedentario o llamada compensación, se ha utilizado un precio de 0,19791 euros/kWh.

FACTURA ESCENARIO 1 CON AUTOCONSUMO			
CONSUMO ENERGÉTICO	kWh	€/kWh	€/ mes
Coste termino energía	170,05	0,27452	46,68
Excedentes	24,99	-0,19791	-4,9457709
POTENCIA CONTRATADA	KW	€/kW mes	€/mes
Coste termino potencia	5,5	2,8	15,40
Subtotal			57,1363551
Contador			0,82
Impuesto eléctrico 5,11%			2,92
Base imponible			60,88
IVA 21%			12,79
Total Facturado			73,67

Tabla 8. Factura con escenario 1 con autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.

Tras observar las tablas 7 y 8, observamos con la utilización de energía solar fotovoltaica para un propietario con tarifa regulada le supone un ahorro de 41,19 euros. Suponiendo un ahorro mensual de 33%.

A continuación, se realizará el mismo comparativo que se ha realizado anteriormente con los datos de PVPC para el mes de abril en año 2021 con la tarifa 2.0 TD. Para ello se seguirá el mismo proceso, primero realizando la simulación de una factura sin autoconsumo y en un segundo proceso, la factura de con los mismos consumos, utilizando los datos de producción fotovoltaica de la tabla 3 y 4, y utilizando una compensación por energía excedentaria de 0,06808 €/kWh.

TARIFA	2.0 TD
POTENCIA	5.5 kW
PRECIO TERMINO ENERGÍA	0,13676 €/kWh
PRECIO TERMINO POTENCIA	2,8 €/kW mes

FACTURA ESCENARIO 2 SIN AUTOCONSUMO			
CONSUMO ENERGÉTICO	kWh	€/kWh	€/ mes
Coste termino energía	270	0,13676	36,93
POTENCIA CONTRATADA	KW	€/kW mes	€/mes
Coste termino potencia	5,5	2,8	15,40
Subtotal			52,3252
Contador			0,82
Impuesto eléctrico 5,11%			2,68
Base imponible			55,83
IVA 21%			11,72
Total Facturado			67,55

Tabla 9. Factura escenario 2 sin autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.

FACTURA ESCENARIO 2 CON AUTOCONSUMO			
CONSUMO ENERGÉTICO	kWh	€/kWh	€/ mes
Coste termino energía	170,05	0,13676	23,26
Excedentes	24,99	-0,06808	-1,7013192
POTENCIA CONTRATADA	KW	€/kW mes	€/mes
Coste termino potencia	5,5	2,8	15,40
Subtotal			36,9547188
Contador			0,82
Impuesto eléctrico 5,11%			1,89
Base imponible			39,67
IVA 21%			8,33
Total Facturado			48,00

Tabla 10. Factura escenario 2 con autoconsumo. Fuente: Elaboración propia.

Tras realizar la comparación de la facturación de un propietario en un mes, con y sin autoconsumo que se observa en la tabla 9 y 10. Para una tarifa 2.0 TD el ahorro supondría, 19,5 euros lo que significaría un ahorro mensual de alrededor de 28,86%.

Finalmente, cabe destacar dos principales aspectos del análisis del ahorro por propietario donde, debido al incremento del precio de la luz el ahorro producido en el

escenario 1 es mayor que el escenario 2. A su vez, se incremente las ganancias de la por la producción de excedentes.

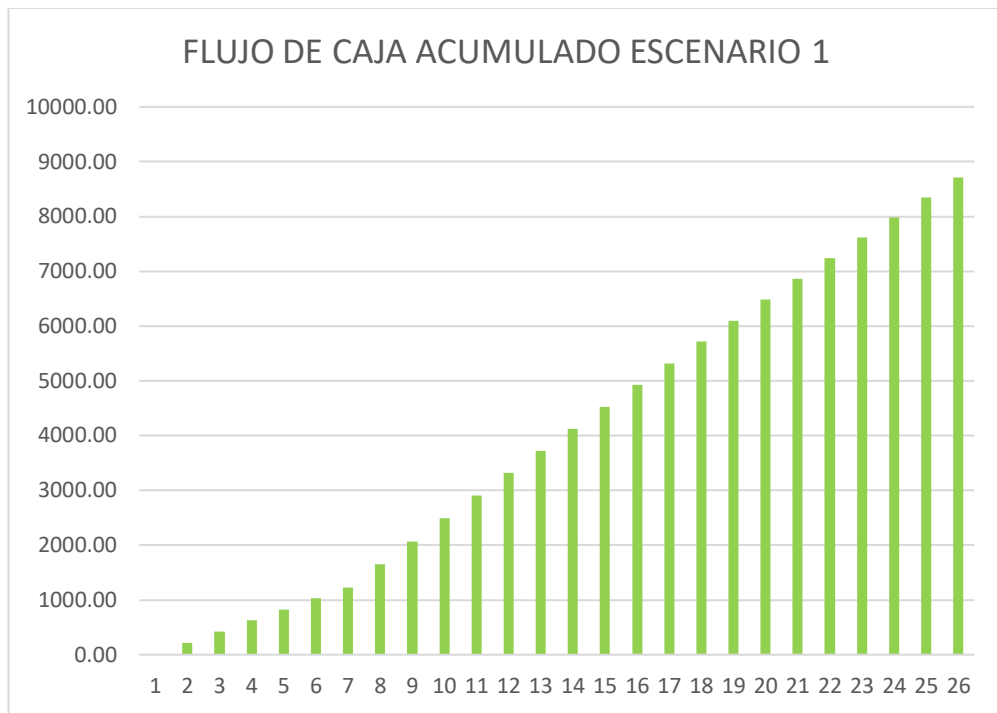
4.4 ANÁLISIS RENTABILIDAD POR PROPIETARIO

En este apartado se realizará el estudio del retorno de la inversión realiza por cada propietario sobre la instalación fotovoltaica. Para ello se han tomado en cuenta como los beneficios el dinero ahorrado anualmente por propietario, sacados los datos de la tabla 6. Para su cálculo se han considerado las siguientes premisas:

- Se reduce la ganancia por autoconsumo debido al deterioro de los paneles solares.
- Se incluye una cuota anual de mantenimiento, en ella están incluidas futuras reparaciones, limpieza y revisiones. Se incrementa anualmente un 2% debido al aumento de la probabilidad de que se produzcan problemas en la instalación.
- El periodo de cálculo es de 25 años, debido a que es la vida útil garantizada por el fabricante de los paneles solares.
- Se ha utilizado un 3% como tasa de descuento para el cálculo del VAN.

ESCENARIO 1						
AÑO	AHORRO ENERGETICO	EXCEDENTES	MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	368,80	113,13	34,38	235,20	212,35	212,35
2	366,59	112,45	35,07	235,20	208,77	421,12
3	364,39	111,77	35,77	235,20	205,19	626,31
4	362,20	111,10	36,48	235,20	201,62	827,93
5	360,03	110,44	37,21	235,20	198,05	1025,98
6	357,87	109,77	37,96	235,20	194,48	1220,47
7	355,72	109,11	38,72		426,12	1646,59
8	353,59	108,46	39,49		422,56	2069,14
9	351,47	107,81	40,28		418,99	2488,14
10	349,36	107,16	41,09		415,43	2903,57
11	347,26	106,52	41,91		411,87	3315,44
12	345,18	105,88	42,75		408,31	3723,75
13	343,11	105,24	43,60		404,75	4128,50
14	341,05	104,61	44,47		401,19	4529,69
15	339,00	103,99	45,36		397,62	4927,31
16	336,97	103,36	46,27		394,06	5321,37
17	334,95	102,74	47,20		390,49	5711,86
18	332,94	102,12	48,14		386,92	6098,78
19	330,94	101,51	49,10		383,35	6482,13
20	328,95	100,90	50,09		379,77	6861,90
21	326,98	100,30	51,09		376,19	7238,10
22	325,02	99,70	52,11		372,61	7610,70
23	323,07	99,10	53,15		369,01	7979,71
24	321,13	98,50	54,21		365,42	8345,13
25	319,20	97,91	55,30		361,82	8706,95

Tabla 11. Flujos de caja escenario 1. Fuente: Elaboración propia

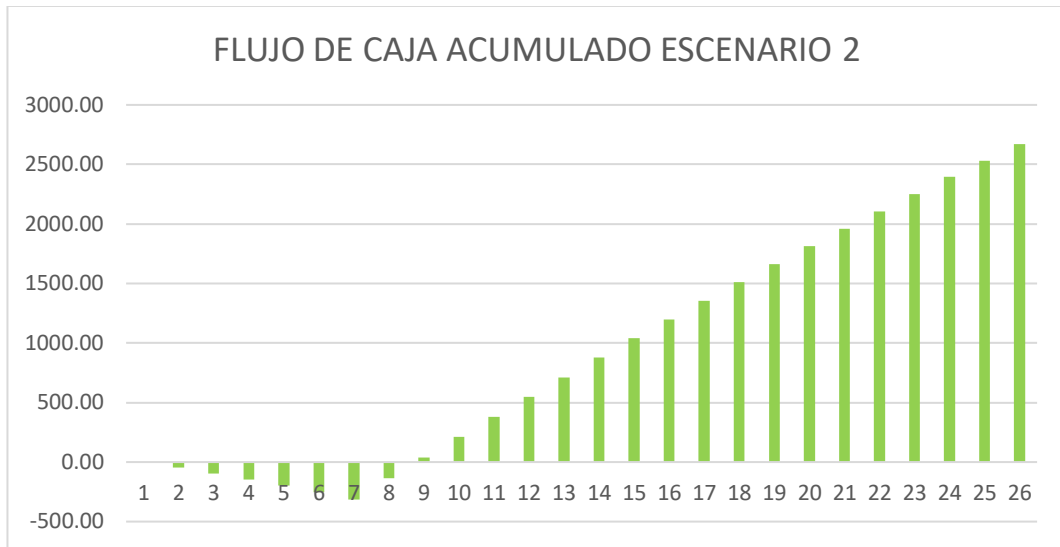


Grafica 5. Flujos de caja acumulado escenario 1. Fuente: Elaboración propia.

TYR	17%
VAN	4.456,87

ESCENARIO 2						
AÑO	AHORRO ENERGETICO	EXCEDENTES	MANTENIMIENTO	INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	183,73	38,91	34,38	235,20	-46,94	-46,94
2	182,63	38,68	35,07	235,20	-48,96	-95,90
3	181,53	38,45	35,77	235,20	-50,99	-146,88
4	180,44	38,22	36,48	235,20	-53,02	-199,91
5	179,36	37,99	37,21	235,20	-55,07	-254,97
6	178,28	37,76	37,96	235,20	-57,11	-312,09
7	177,21	37,53	38,72		176,03	-136,06
8	176,15	37,31	39,49		173,97	37,91
9	175,09	37,09	40,28		171,90	209,81
10	174,04	36,86	41,09		169,82	379,63
11	173,00	36,64	41,91		167,73	547,36
12	171,96	36,42	42,75		165,64	712,99
13	170,93	36,20	43,60		163,53	876,52
14	169,90	35,99	44,47		161,42	1037,94
15	168,88	35,77	45,36		159,29	1197,23
16	167,87	35,56	46,27		157,16	1354,39
17	166,86	35,34	47,20		155,01	1509,39
18	165,86	35,13	48,14		152,85	1662,25
19	164,87	34,92	49,10		150,68	1812,93
20	163,88	34,71	50,09		148,50	1961,43
21	162,89	34,50	51,09		146,31	2107,74
22	161,92	34,29	52,11		144,10	2251,85
23	160,95	34,09	53,15		141,88	2393,73
24	159,98	33,88	54,21		139,65	2533,38
25	159,02	33,68	55,30		137,40	2670,78

Tabla 11. Análisis inversión escenario 2. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 6. Flujo de caja acumulado escenario 2. Fuente: Elaboración propia.

TYR	4%
VAN	213,93

Tras realizar el análisis de la rentabilidad como se viene dando a lo largo del estudio económico el escenario 1 la instalación fotovoltaica tiene una mayor rentabilidad que el escenario 2.

Esto es debido a que al haber un mayor coste de la electricidad debido a situación actual y por la introducción de la tarifa 2.0 A, hace que los ahorros derivados del autoconsumo sumados a la compensación por excedentes hace que se aumente los beneficios y por ende la rentabilidad de la instalación sea mayor.

A su vez, en el escenario 2 se alcanza una buena rentabilidad de la instalación fotovoltaica, pero en comparación con la del escenario 1 es menor y se tarda más tiempo en que se produzca el retorno de la inversión. Esto se produce ya que tiene menor influencia debido que mediante la tarifa 2.0 TD el precio del termino energía era menor y la compensación también.

Finalmente, se debe destacar que la rentabilidad de la instalación fotovoltaica puede verse incremente o reducida en función de los hábitos del propietario.

Capítulo 5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Tras la realización del estudio económico, legal y técnico de la instalación de autoconsumo fotovoltaico en la comunidad de vecinos Lomas de Verapaz, como medida alternativa a la utilización única de fuentes tradicionales para el suministro eléctrico, y de manera sostenible y renovable. Y siendo posible principalmente a un marco legal donde en el Real Decreto 244/2019, se permite el autoconsumo sin penalizaciones y las recientes directivas europeas reconociendo la figura de las comunidades energéticas hacen que la utilización de estas instalaciones sea viable desde un punto de vista legal.

Todo esto sumado a un abaratamiento de la tecnología y el aumento del precio de la electricidad en la tarifa regulada desde la introducción de la tarifa 2.0 A, hacen que sea una inversión de alta rentabilidad y como se ha podido calcular para un propietario se predice una tasa de retorno de la inversión de hasta un 17 %.

Claramente los resultados de este estudio deben ser tomados como aproximaciones a la realidad, ya que hay muchos factores que son de difícil predicción como, el precio futuro de la electricidad, los hábitos de consumo de cada propietario o futuras modificaciones de la legislación.

A su vez, otro objetivo del estudio era realizar una comparación entre una instalación de autoconsumo hace un año con la tarifa antigua 2.0 TD y la tarifa actual 2.0 A, sumando el incremento del coste de la electricidad debida a la crisis del gas natural. Podemos concluir, que este tipo de estaciones han aumentado su influencia positiva en el ahorro económico que pasan de un ahorro mensual del 28,8% al 33%, y a su vez, también como hemos comentado anteriormente se ve incrementado la rentabilidad, ya que se aumentan los beneficios económicos.

En el futuro a su vez se podrán considerar mejoras de la instalación fotovoltaica de la comunidad de vecinos Lomas de Verapaz como:

- Instalación de grupos de almacenamiento, no considerados actualmente por alto coste actual.

-
- Instalación de otras energías renovables como mini eólica, actualmente en desarrollo.
 - Monitoreo y control de la producción fotovoltaica.

Finalmente, cabe destacar que este tipo de soluciones para el autoconsumo están siendo apoyadas por unión europea y el gobierno español mediante creación de figuras legales como las comunidades energéticas y ayudas económicas para su inversión. Fomentando así la transición energética hacia fuentes renovables y disminuyendo la dependencia energética que existe en España y por norma en Europa.

ANEXOS



Version 7.2.14

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 30.3 kWp

La Estación - Spain

PVsyst student

PVsyst student

PVsyst student

Author

Borja Battle Castellon (Spain)



Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

Variant: Nueva variante de simulación

Borja Batlle Castelbon (Spain)

PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
 26/04/22 18:28
 with v7.2.14

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
La Estación	Spain	Latitude	40.44 °N	Albedo	0.20
		Longitude	-3.79 °W		
		Altitude	669 m		
		Time zone	UTC+1		
Meteo data					
La Estación					
PVGIS api TMY					

System summary

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings		User's needs	
PV Field Orientation		Near Shadings		Unlimited load (grid)	
Fixed plane		No Shadings			
Tilt/Azimuth	35 / 5 °				
System information					
PV Array					
Nb. of modules		74 units		Inverters	
Pnom total		30.3 kWp		Nb. of units	4.5 units
				Pnom total	29.00 kWac
				Pnom ratio	1.046

Results summary

Produced Energy	53.02 MWh/year	Specific production	1747 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	85.46 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7
Cost of the system	8
CO ₂ Emission Balance	9



Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
 26/04/22 18:28
 with v7.2.14

Borja Batlle Castelbon (Spain)

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation			
Orientation		Sheds configuration	Models used
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth	35 / 5 °		Diffuse Imported separate
			Circumsolar
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JKM410M-72H	Model	SUN2000-8KTL-M1 220Vac
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	410 Wp	Unit Nom. Power	8.00 kWac
Number of PV modules	50 units	Number of inverters	2.5 units
Nominal (STC)	20.50 kWp	Total power	20.0 kWac
Array #1 - Teide zona 1		Array #2 - Teide Zona 2	
Number of PV modules	30 units	Number of inverters	3 * MPPT 50% 1.5 units
Nominal (STC)	12.30 kWp	Total power	12.0 kWac
Modules	3 Strings x 10 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	11.25 kWp	Operating voltage	140-980 V
U mpp	373 V	Max. power (=>45°C)	8.80 kWac
I mpp	30 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.03
Array #3 - Teide zona 3		Array #4 - Teide Zona 4	
Number of PV modules	20 units	Number of inverters	2 * MPPT 50% 1 unit
Nominal (STC)	8.20 kWp	Total power	8.0 kWac
Modules	2 Strings x 10 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	7.50 kWp	Operating voltage	140-980 V
U mpp	373 V	Max. power (=>45°C)	8.80 kWac
I mpp	20 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.02
PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JKM410M-72H	Model	SUN2000-4KTL-M1
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	410 Wp	Unit Nom. Power	4.00 kWac
Number of PV modules	10 units	Number of inverters	2 * MPPT 50% 1 unit
Nominal (STC)	4100 Wp	Total power	4.0 kWac
Modules	2 Strings x 5 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	3751 Wp	Operating voltage	140-980 V
U mpp	187 V	Max. power (=>52°C)	4.40 kWac
I mpp	20 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.02



Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
 26/04/22 18:28
 with v7.2.14

Borja Batlle Castelbon (Spain)

Main results

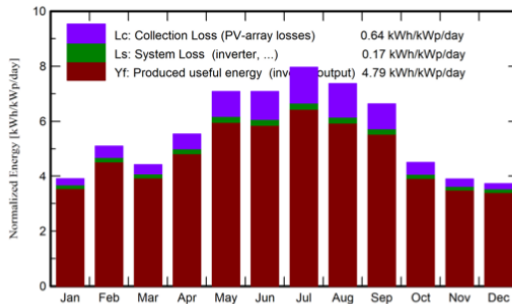
System Production

Produced Energy 53.02 MWh/year Specific production 1747 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 85.46 %

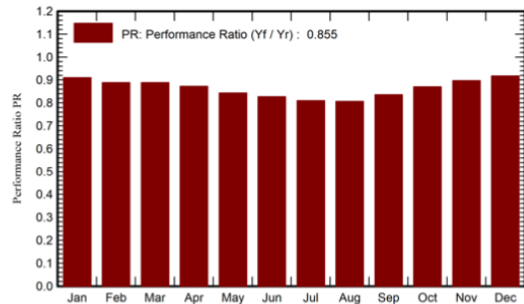
Economic evaluation

Investment Yearly cost LCOE
 Global 21682.22 EUR Annuities 0.00 EUR/yr Energy cost 0.05 EUR/kWh
 Specific 0.71 EUR/Wp Run. costs 1500.00 EUR/yr
 Payback period Unprofitable

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	69.1	27.20	4.74	120.8	118.9	3.462	3.337	0.910
February	93.3	29.66	5.82	142.8	140.7	3.991	3.854	0.889
March	111.5	51.08	7.43	137.3	134.7	3.844	3.701	0.888
April	154.0	67.47	9.57	166.1	162.3	4.561	4.399	0.873
May	223.4	73.57	16.49	219.6	214.7	5.816	5.619	0.843
June	229.8	65.22	19.69	212.5	207.3	5.530	5.335	0.827
July	259.2	53.49	23.95	246.8	241.0	6.277	6.065	0.810
August	216.2	52.97	25.26	228.5	223.5	5.789	5.592	0.807
September	162.8	48.74	19.03	198.9	195.3	5.223	5.046	0.836
October	101.6	45.47	14.17	139.7	137.1	3.827	3.687	0.870
November	71.4	30.52	8.63	116.7	115.1	3.299	3.179	0.898
December	61.9	25.11	4.93	115.2	113.5	3.326	3.205	0.917
Year	1754.2	570.50	13.36	2044.9	2004.1	54.945	53.019	0.855

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio



Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

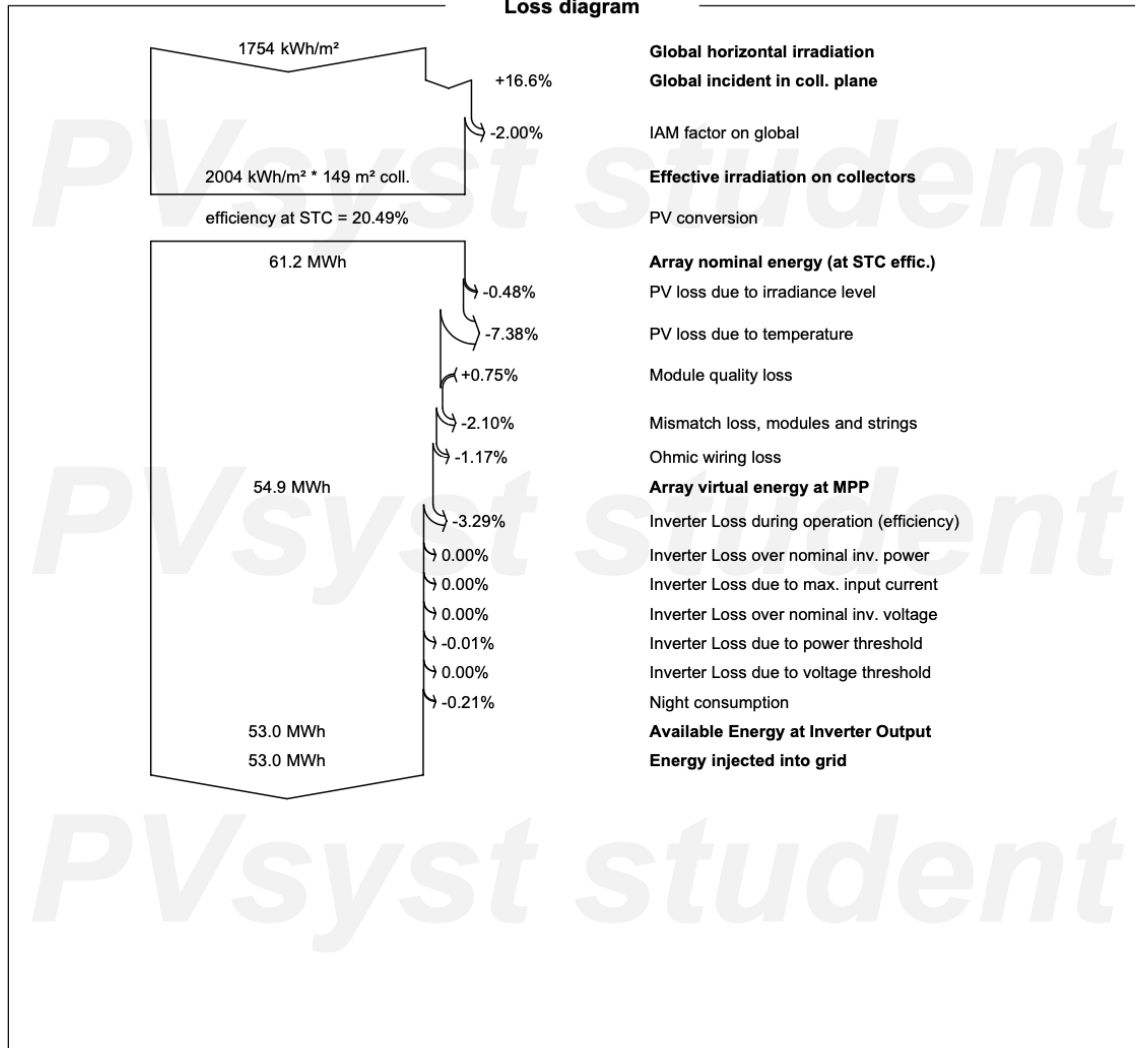
Variant: Nueva variante de simulación

Borja Batlle Castellbon (Spain)

PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
 26/04/22 18:28
 with v7.2.14

Loss diagram





Project: Lomas de Verapaz Edificio Teide

Variant: Nueva variante de simulación

Borja Batlle Castelbon (Spain)

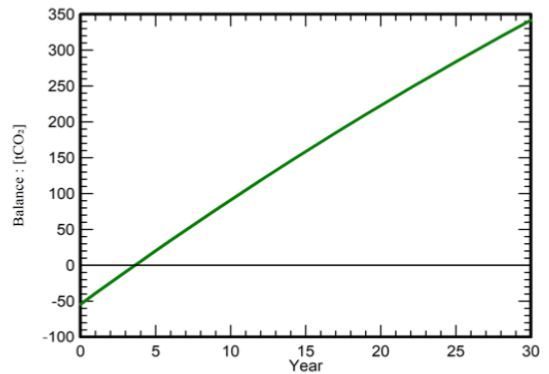
PVsyst V7.2.14

VC0, Simulation date:
 26/04/22 18:28
 with v7.2.14

CO₂ Emission Balance

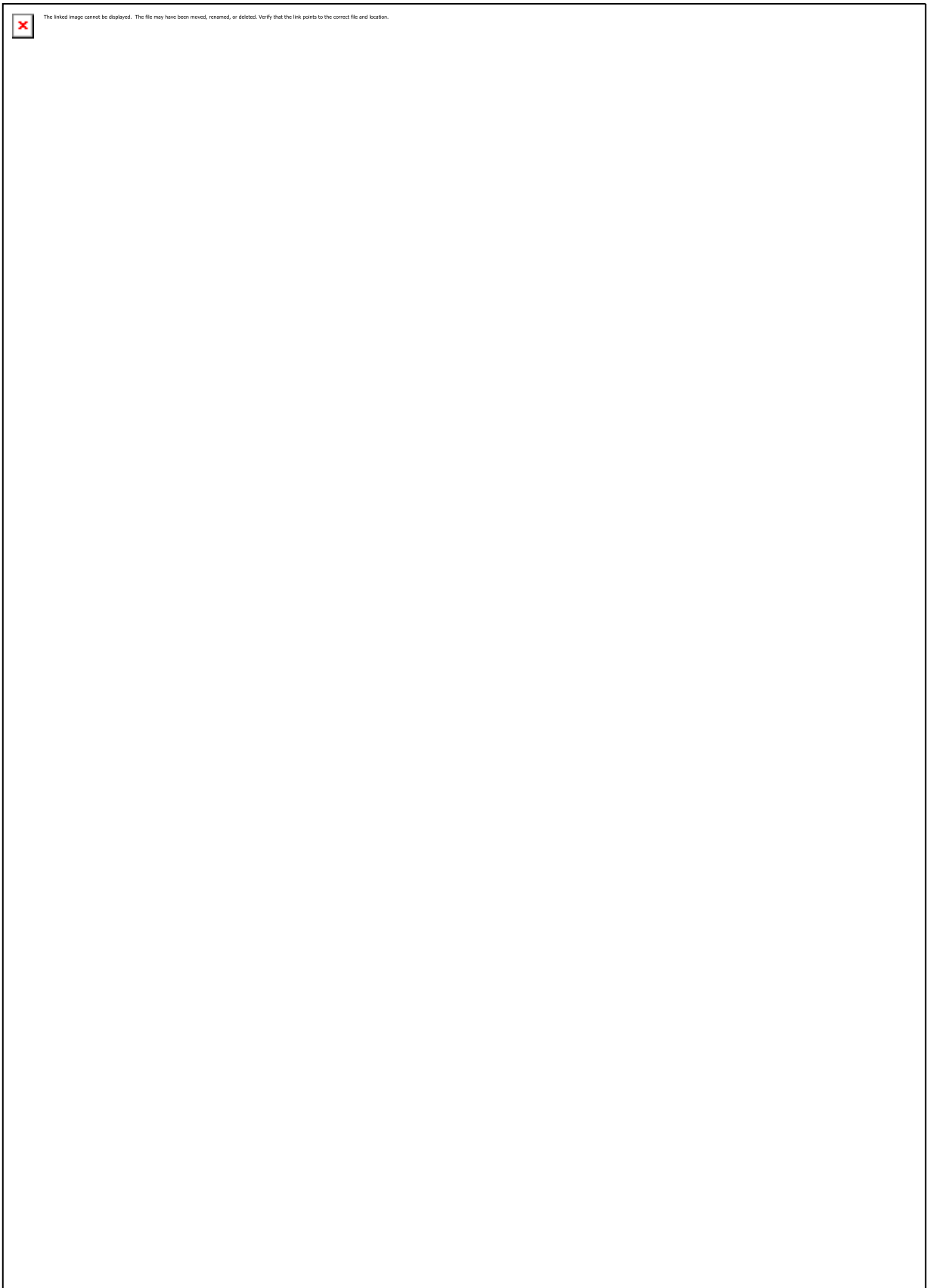
Total: 341.8 tCO₂
Generated emissions
 Total: 54.33 tCO₂
 Source: Detailed calculation from table below:
Replaced Emissions
 Total: 456.5 tCO₂
 System production: 53.02 MWh/yr
 Grid Lifecycle Emissions: 287 gCO₂/kWh
 Source: IEA List
 Country: Spain
 Lifetime: 30 years
 Annual degradation: 1.0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time

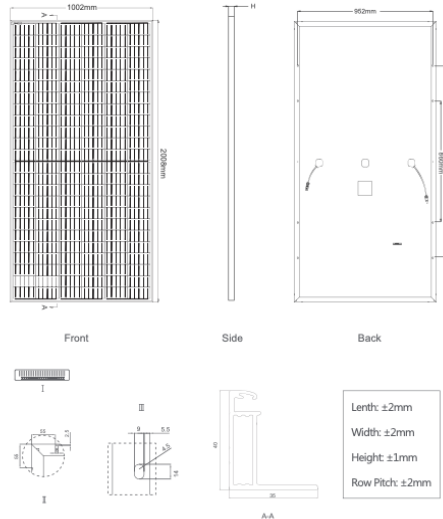


System Lifecycle Emissions Details

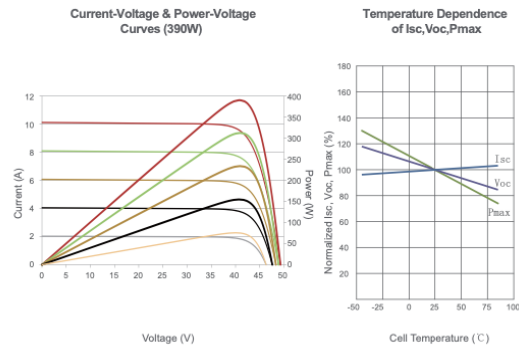
Item	LCE	Quantity	Subtotal
			[kgCO ₂]
Modules	1713 kgCO ₂ /kWp	30.3 kWp	51964
Supports	1.91 kgCO ₂ /kg	740 kg	1417
Inverters	190 kgCO ₂ /	5.00	948



Engineering Drawings



Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² , (+) 290mm, (-) 145mm or Customized Length

Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)
 27pcs/pallet , 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H		JKM395M-72H		JKM400M-72H		JKM405M-72H		JKM410M-72H	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 🌡 Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 🌡 Ambient Temperature 20°C AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM390-410M-72H-(V)-A3-EN

BIBLIOGRAFÍA

AELEC. (27 de Enero de 2021). *Las Comunidades energéticas locales son una oportunidad para involucrar al consumidor en la transición energética*. Obtenido de AELEC:

<https://aelec.es/las-comunidades-energeticas-locales-son-una-oportunidad-para-involucrar-al-consumidor-en-la-transicion-energetica/>

Boletín oficial del estado. (2022). Obtenido de <https://www.boe.es/>

Bonilla, D. A. (Agosto de 2021). Diseño de una instalación de autoconsumo colectivo solar en una comunidad de vecinos en Madrid. Madrid, Madrid, España.

Cambio Energético. (2022). *Cambio energético*. Obtenido de

https://www.cambioenergetico.com/?gclid=CjwKCAjwkMeUBhBuEiwA4hpqEOobQpq-Ur4LFei6Wmkotfk9eiwTAYoVdpHxuazoSVOQeFzf0Ne1ZR0C0XAQAvD_BwE

Comisión Europea. (2019). *Clean energy for all Europeans package*. Obtenido de Comisión europea: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_es?etrans=es

Comisión europea. (2022). Obtenido de Comunidades energéticas:

https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en

Dogan, I. (2020). Analysis of energy communities. Torino, Italia. Obtenido de

<https://webthesis.biblio.polito.it/15341/1/tesi.pdf>

Elecsum. (s.f.). *Los nuevos coeficientes variables en las instalaciones de autoconsumo*

compartido. Obtenido de [https://elecsum.com/es/los-nuevos-coeficientes-variables-en-las-instalaciones-de-autoconsumo-](https://elecsum.com/es/los-nuevos-coeficientes-variables-en-las-instalaciones-de-autoconsumo-compartido/#:~:text=Los%20coeficientes%20de%20reparto%20del,unos%20coeficientes%20de%20reparto%20fijos)

[compartido/#:~:text=Los%20coeficientes%20de%20reparto%20del,unos%20coeficientes%20de%20reparto%20fijos](https://elecsum.com/es/los-nuevos-coeficientes-variables-en-las-instalaciones-de-autoconsumo-compartido/#:~:text=Los%20coeficientes%20de%20reparto%20del,unos%20coeficientes%20de%20reparto%20fijos).

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. (2019). *EMISIONES DE GASES DE EFECTO*

INVERNADERO. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei->

[/documentoresumeninventariogei-ed2021_tcm30-524841.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/documentoresumeninventariogei-ed2021_tcm30-524841.pdf)

EPDATA. (Abril de 2022). Obtenido de <https://www.epdata.es/datos/precio-factura-luz-datos-estadisticas/594>

European Commission. (s.f.). *European commision*. Obtenido de Energy communities:
https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en

IDAE. (2022). *IDAE*. Obtenido de ENERGÍAS RENOVABLES:
<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables>

IDAE. (s.f.). *IDAE*. Obtenido de Comunidades energéticas : <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas>

Jinko Solar. (s.f.). Obtenido de [https://www.jinkosolar.com/uploads/CheetahPerc%20JKM390-410M-72H-\(V\)-A3-EN.pdf](https://www.jinkosolar.com/uploads/CheetahPerc%20JKM390-410M-72H-(V)-A3-EN.pdf)

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2022). *PNIEC*. Obtenido de Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico:
<https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red . (2022). Obtenido de IDAE:
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf

PNIEC. (20 de enero de 2020). PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030. España. Obtenido de Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

RAE. (2022). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/autoconsumo>

RAE. (2022). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/fotovoltaico>

REE. (2022). Obtenido de Red Eléctrica de España: <https://www.ree.es/es>

Selectra. (2022). *Autoconsumo con excedentes: ¿compensación simplificada o venta de energía?* Obtenido de <https://selectra.es/autoconsumo/info/tarifas>

