

Trabajo Fin de Máster

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Estudio de viabilidad de un nuevo modelo de negocio basado en la gestión del uso compartido de energía fotovoltaica

Autor: Ignacio Jiménez Goas

Tutor: Juan Manuel González Ramírez

Dpto. Organización Industrial y Gestión de
Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2020



Trabajo Fin de Máster
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Estudio de viabilidad de un nuevo modelo de negocio basado en la gestión del uso compartido de energía fotovoltaica

Autor:

Ignacio Jiménez Goas

Tutor:

Juan Manuel González Ramírez

Profesor asociado

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020

Trabajo Fin de Máster: Estudio de viabilidad de un nuevo modelo de negocio basado en la gestión del uso compartido de energía fotovoltaica

Autor: Ignacio Jiménez Goas

Tutor: Juan Manuel González Ramírez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2020

El Secretario del Tribunal

*A mi familia y amigos por haber
estado siempre ahí*

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia, por toda la confianza y apoyo incondicional que me habéis mostrado desde el principio, solo vosotros sabéis los momentos buenos y malos que he tenido estos años. Pero siempre habéis estado ahí. Igualmente, a mis amigos, gracias.

No quiero dejar de agradecer también a todos los profesores que me han dado clase, los cuales, cada uno a su manera, han intentado transmitir sus conocimientos de la mejor forma posible.

Por último, me gustaría agradecer a mi tutor, don Juan Manuel González Ramírez, que gracias a su asignatura de Emprendimiento me abrió los ojos a conocer un mundo nuevo y apasionante para mí, y por la ayuda que tan amable y desinteresada me ha prestado para realizar el presente Trabajo de Fin de Máster.

Ignacio Jiménez Goas

Sevilla, 2020

Resumen

Como su nombre indica, el objetivo del presente documento es llevar a cabo un estudio de viabilidad de un nuevo modelo de negocio basado en la gestión del uso compartido de energía solar fotovoltaica en España.

Para ello, en primer lugar se realizará un breve estudio de las energías renovables, y en concreto de la energía fotovoltaica, en auge en la actualidad. Se hará también un repaso sobre la legislación vigente en España en materia de energía fotovoltaica, haciendo especial hincapié en la aplicación del RD 244/2019, por la naturaleza del presente trabajo.

Más tarde, se explicará el nuevo modelo de negocio, denominado Fotovolt-up, inspirado en el proyecto de Google llamado Project Sunroof, y se expondrá el modo de financiación propuesto para que la startup pueda dar sus primeros pasos.

Posteriormente, se llevarán a cabo dos supuestos proyectos piloto en la comunidad de Madrid, concretamente en el municipio de Alpedrete, con el objetivo de dotar de realismo el presente trabajo y de concienciar al lector de la rentabilidad económica y energética de los sistemas fotovoltaicos.

Por último, se muestra un prototipo básico de la página web de la startup Fotovolt-up, indicando las funciones con las que contaría, en caso de llevarse a la realidad.

Agradecimientos	viii
Resumen	x
Índice	xii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	xvi
1. Objetivo	19
2. Introducción y Antecedentes	20
2.1. <i>Energías renovables</i>	20
2.1.1. Unión Europea	20
2.1.2. España	22
2.2. <i>Energía solar fotovoltaica</i>	24
2.2.1. Marco internacional y europeo	24
2.2.2. Marco nacional	27
2.2.3. Huella ambiental	29
2.3. <i>Perspectivas para el año 2020</i>	29
2.4. <i>Perspectivas para el año 2030</i>	31
3. Funcionamiento Energía Solar Fotovoltaica	32
3.1. <i>Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica</i>	33
3.1.1. Ventajas	33
3.1.2. Inconvenientes	34
3.2. <i>Mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas</i>	35
3.3. <i>Orientación e inclinación de las placas fotovoltaicas</i>	35
3.3.1. Orientación	36
3.3.2. Inclinación	38
3.4. <i>Precio medio de los componentes de una instalación fotovoltaica</i>	40
4. Legislación vigente	41
4.1. <i>Nueva legislación europea</i>	43
5. Modelo de negocio basado en Google Project Sunroof	45
5.1. <i>Metodología de estimación</i>	45
5.2. <i>Proceso para convertirse en solar</i>	46
6. Estudio del modelo de negocio	48
6.1. <i>Metodología Lean Startup</i>	48
6.1.1. Lienzos para Modelo de Negocio Canvas	49
6.2. <i>Descripción Idea de Negocio y Binomio Problema-Solución</i>	50
6.3. <i>Value Proposition Canvas</i>	51

6.4. Lienzo Canvas inicial	52
6.4.1. Proposición de valor	54
6.4.2. Segmento de clientes	55
6.4.3. Canales	55
6.4.4. Relación con los clientes	56
6.4.5. Corriente de ingresos	57
6.4.6. Recursos clave	58
6.4.7. Socios clave	58
6.4.8. Actividades clave	59
6.4.9. Estructura de costes	59
6.5. Mapa de empatía	60
6.6. Test del Producto Mínimo Viable	61
6.6.1. Análisis de encuesta realizada	62
6.7. Lienzo Canvas: Pivotaje 1	73
6.7.1. Proposición de valor	74
6.7.2. Segmento de clientes	74
6.7.3. Canales	74
6.7.4. Relación con los clientes	75
6.7.5. Corriente de ingresos	75
6.7.6. Recursos clave	75
6.7.7. Socios clave	75
6.7.8. Actividades clave	76
6.7.9. Estructura de costes	76
6.8. Lienzo Canvas: Pivotaje 2	77
6.8.1. Proposición de valor	79
6.8.2. Segmento de clientes	79
6.8.3. Canales	79
6.8.4. Relación con los clientes	79
6.8.5. Corriente de ingresos	79
6.8.6. Recursos clave	80
6.8.7. Socios clave	80
6.8.8. Actividades clave	80
6.8.9. Estructura de costes	80
7. Proyecto Piloto en Madrid. Municipio Alpedrete	82
7.1. Primer estudio. Urbanización Cerca de los Pinos	83
7.2. Segundo estudio. Vivienda unifamiliar	88
7.3. Rentabilidad instalación fotovoltaica	91
8. Modo de financiación de la Startup	93
9. Prototipo del servicio	95
9.1. Página web y aplicación móvil	95
9.1.1. Pantalla de inicio	95
9.1.2. Servicios ofrecidos	96
9.1.3. Planes y precios	97
9.1.4. Blog	98
9.1.5. Quiénes somos	99
9.1.6. Publicidad de otras empresas	100

10. Conclusiones	102
Anexos	104
Anexo I: Value Proposition Canvas	105
Anexo II: Dimensiones placas fotovoltaicas empleadas	106
Anexo III: Cálculo de rentabilidad de sistemas de placas fotovoltaicas	107
Anexo IV: Reportaje fotográfico	110
Referencias	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Países que sí han cumplido sus objetivos a 2015. Fuente: CIEMAT	21
Tabla 2. Consumo de energía primaria en España en el año 2016. Fuente: MINETAD	22
Tabla 3. Consumo de energía final en España en 2016. Fuente: MINETAD	22
Tabla 4. Generación bruta de electricidad por fuentes. Año 2016. España. Fuente: MINETAD	23
Tabla 5. Situación y previsión de objetivos energías renovables sobre energía final bruta. Unión Europea. Fuente: COM (2017) Renewable Energy Progress Report	23
Tabla 6. Situación energía solar fotovoltaica en España. Fuente: Red Eléctrica de España y MINETAD	27
Tabla 7. Precio medio de los componentes de una instalación fotovoltaica. Fuente: https://selectra.es/	40
Tabla 8. Binomio Problema-Solución. Fuente: elaboración propia	50
Tabla 9. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia	58
Tabla 10. Estructura de costes. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia	60
Tabla 11. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas 2. Fuente: elaboración propia	75
Tabla 12. Estructura de costes. Lienzo Canvas 2. Fuente: elaboración propia	76
Tabla 13. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas 3. Fuente: elaboración propia	79
Tabla 14. Estructura de costes. Lienzo Canvas 3. Fuente: elaboración propia	81
Tabla 15. Producción fotovoltaica mensual. Fuente: hoja de cálculo Quetzal ingeniería	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Energías renovables. Fuente: https://energiainlimpiaparatodos.com/	20
Figura 2. Evolución anual y valor acumulado de la potencia instalada fotovoltaica mundial. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)	25
Figura 3. Potencia fotovoltaica acumulada mundial 2018 (GW). Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)	25
Figura 4. Potencia acumulada fotovoltaica en Europa por países 2018 (GW). 1. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)	26
Figura 5. Gráfico potencia acumulada fotovoltaica en Europa por países 2018 (GW). 2. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)	26
Figura 6. Potencia instalada fotovoltaica (MW) por Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración Universidad CLM con datos de Red Eléctrica Española	28
Figura 7. Generación de electricidad con energía fotovoltaica (GWh) por Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración Universidad CLM con datos de Red Eléctrica Española	29
Figura 8. Porcentaje de energía renovable en el consumo bruto de energía final por país en la Unión Europea. Datos de 2015, 2016 y 2017; objetivo a 2020 y trayectorias indicativas. Fuente: European Commission, Renewable Energy Progress Report. ((UNEF), 2019)	30
Figura 9. Sistema fotovoltaico conectado a la red. Fuente: https://cursosspain2018.com/	33
Figura 10. Orientación óptima placas fotovoltaicas. Fuente: https://www.mpptsolar.com/	35
Figura 11. Orientación e inclinación de placas fotovoltaicas. Fuente: https://www.mpptsolar.com/	36
Figura 12. Curva comparativa según orientación del sistema. Fuente: https://www.monsolar.com/	37
Figura 13. Diseño aerodinámico orientación este-oeste. Fuente: https://www.monsolar.com/	37
Figura 14. Contrapeso según orientación de las placas fotovoltaicas. Fuente: https://www.monsolar.com/	37
Figura 15. Latitud de España. Fuente: https://www.juntadeandalucia.es/	39
Figura 16. Inclinación de paneles fotovoltaicos en Madrid. Fuente: https://www.mpptsolar.com/	39
Figura 17. Esquema Normativa vigente para sistemas fotovoltaicos en España. Fuente: https://www.censolar.org/	41
Figura 18. Value Proposition Canvas. Fuente: elaboración propia	52
Figura 19. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia	53
Figura 20. User Experience vs Design. Fuente: Curso profesional de innovación y estrategia de negocios. (García, 2020)	54
Figura 21. Logo creado para FOTOVOLT-UP. Fuente: elaboración propia	56
Figura 22. Mapa de empatía. Fuente: elaboración propia	61
Figura 23. Lienzo Canvas: Pivotaje 1. Fuente: elaboración propia	74

Figura 24. Lienzo Canvas. Pivotaje 2. Fuente: elaboración propia	78
Figura 25. Urbanización Cerca de los Pinos. Fuente: https://www.google.es/	84
Figura 26. Mapa solar de las cubiertas de la urbanización “Cerca de los Pinos” y colegio privado “Montessori School Mataespesa”. Fuente: http://ciemat.maps.arcgis.com/	85
Figura 27. Evolución del volumen mundial de PPAAs (GW) firmados. *EMEA = Europa, Oriente Medio y África. Fuente: Bloomberg.	87
Figura 28. Viviendas unifamiliares en las que se aplica el modelo de negocio de la startup. Fuente: https://www.google.com/	89
Figura 29. Mapa solar de las cubiertas de ambas viviendas. Fuente: http://ciemat.maps.arcgis.com/	89
Figura 30. Sección página web: Inicio. Fuente: elaboración propia	95
Figura 31. Sección página web: Servicios. Fuente: elaboración propia	97
Figura 32. Sección página web: Planes y precios. Fuente: elaboración propia	98
Figura 33. Sección página web: Blog. Fuente: elaboración propia	99
Figura 34. Sección página web: Quiénes somos. Fuente: elaboración propia	99
Figura 35. Sección página web: Publicidad. Fuente: elaboración propia	101
Figura 36. Fotografías in situ de instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta de una vivienda	110

1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es llevar a cabo un estudio de viabilidad de un nuevo modelo de negocio basado en la gestión del uso compartido de energía solar fotovoltaica en España. En el mismo se podrán encontrar todos los aspectos que se han ido estudiando hasta llegar a un modelo de negocio con la capacidad suficiente para dar servicio a sus clientes, consiguiendo el modelo de negocio más repetible y escalable posible.

Para intentar tener todos los cabos atados, en primer lugar se ha realizado un breve estudio de las energías renovables, y en concreto de la energía fotovoltaica, a fin de conocer de primera mano en qué situación se encuentran en la actualidad, tanto a nivel nacional como en el resto del mundo. También se ha visto necesaria la consulta continuada de la legislación vigente en dicha materia, más concretamente el RD 244/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Además, con la finalidad de mostrar la rentabilidad de estos sistemas de generación de energía, se han llevado a cabo dos supuestos proyectos piloto en el municipio madrileño de Alpedrete, con un estudio de las viviendas productoras y consumidoras de dicha energía, y unas tablas de rentabilidad de la instalación. Con ello se pretende concienciar al lector de la rentabilidad económica y energética de los sistemas fotovoltaicos.

Por tanto, a lo largo del presente trabajo se podrán seguir detalladamente los siguientes desarrollos:

- Un repaso a las energías renovables y en concreto a la energía solar fotovoltaica, haciendo hincapié en el funcionamiento de ésta.
- Analizar la situación legislativa actual en materia de energía fotovoltaica, prestando especial atención al RD 244/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Estudio del problema detectado en la sociedad y el análisis del modelo de negocio basado en el proyecto Google Sunroof, con el que se pretende dar solución a dicho problema. Se desarrollará el estudio del modelo de negocio hasta llegar a un modelo que cumpla con las necesidades del cliente, siendo el modelo lo más repetible y escalable posible.
- El estudio de dos proyectos piloto en la comunidad autónoma de Madrid, en concreto en el municipio de Alpedrete. Se lleva a cabo un estudio de rentabilidad de la instalación fotovoltaica instalada en estas viviendas.
- Se propone como modo de financiación de la startup el programa de ayudas NEOTEC del CDTI, como la mejor financiación para el tipo de startup que es Fotovolt-up.
- Por último, se lleva a cabo un prototipo del servicio ofrecido por la startup mediante su página web.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2.1. Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. También se consideran renovables aquellas que se obtienen a partir de fuentes que se regeneran con el tiempo de forma natural. Así, el Sol es el origen principal de las energías renovables, que a través de la energía que irradia y nos llega a la Tierra, genera las fuentes de energía renovables (energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica y energía de la biomasa), a excepción de la energía geotérmica, que no tiene su origen inmediato en la radiación solar, sino en los procesos que suceden en el interior de la Tierra y que producen grandes cantidades de calor, que se pueden utilizar mediante intercambiadores de calor para producir agua caliente o vapor de agua.

Debido a la inmensa cantidad de energía procedente del Sol, éste se puede considerar como un yacimiento energético inagotable. La radiación solar que nos llega a la Tierra se denomina global y se divide en radiación difusa y radiación directa. La radiación difusa se difunde a través de las moléculas de gas y las gotas de agua y, finalmente, llega al suelo. La radiación directa es la que nos llega directamente, por ejemplo, en un día sin nubes.



Figura 1. Energías renovables. Fuente: <https://energialimpiaparatodos.com/>

Una de las principales ventajas de las energías renovables es que, además de ser inagotables, presentan un nulo o bajo impacto negativo sobre el medio ambiente, por lo que se consideran energías limpias. En la actualidad, las energías renovables son una realidad presente en nuestra sociedad y sus beneficios para el medio ambiente son más que evidentes. Uno de los aspectos a destacar de las energías renovables es que pueden ser aplicadas y explotadas a nivel local, lo que ayuda a disminuir la dependencia de las poblaciones hacia los grandes productores de energía.

2.1.1. Unión Europea

En la Unión Europea, la realidad de las energías renovables hoy en día es la consecuencia de múltiples objetivos, como es reducir su dependencia energética por un lado, y por otro, aumentar y consolidar todos los sectores de las energías renovables a nivel mundial.

La campaña de 1999-2003 (campaña de despegue) en la Unión Europea, tenía el objetivo de desarrollar sectores clave de las energías renovables:

- a) Solar: las acciones eran desarrollar 650.000 sistemas fotovoltaicos dentro de la Unión Europea, con una Potencia de 650 MW y unas inversiones de 2.85 billones de euros. Respecto a la solar térmica se indicaba puesta en marcha de 15 millones de colectores solares con una inversión de 4.7 millones de euros.
- b) Eólica: el objetivo era instalar 10.000 MW con unas inversiones de 10.1 billones de euros.
- c) Biomasa: se pretendía instalar 10.000 MWth en instalaciones de cogeneración, con inversiones de 5.5 billones de euros. Además, instalar 1.000.000 viviendas con calefacción de biomasa, con 4.4 billones de euros y total instalada 1.000 MW instalaciones de biogás.
- d) Biocombustibles: poner en funcionamiento 5 millones de toneladas de biocombustibles líquidos.

Con esta campaña de despegue se pretendía poner en marcha el objetivo más importante de la Comisión Europea, que era conseguir que las energías renovables aportasen el 12% de la energía primaria en el año 2010. Por otra parte, se fijó el objetivo de conseguir el 20% en el año 2020. La situación de la Unión Europea a finales del año 2015 según informes de EUROSTAT (la Oficina Europea de Estadística), era que las energías renovables suministraban un 16.7% del consumo de energía final bruta.

Entre los países que han cumplido sus objetivos indicados para el año 2020, se encuentran: Bulgaria, República Checa, Dinamarca, Estonia, Croacia, Italia, Lituania, Hungría, Rumanía, Finlandia y Suecia.

Tabla 1. Países que sí han cumplido sus objetivos a 2015. Fuente: CIEMAT

País	Año 2015 (%)	Año 2020 (%)
Bulgaria	18.2	16
República Checa	15.1	13
Dinamarca	30.8	30
Estonia	28.6	25
Croacia	29	20
Italia	17.5	17
Lituania	25.8	23
Hungría	14.5	13
Rumanía	24.8	13
Finlandia	39.3	38
Suecia	53.9	49

2.1.2. España

En España, y de acuerdo con los datos de la conferencia “Primer balance energético provisional 2016 perspectiva 2017” del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD), ahora Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, las energías renovables aportaron al consumo de energía primaria un 14%, tal y como se muestra en la Tabla siguiente:

Tabla 2. Consumo de energía primaria en España en el año 2016. Fuente: MINETAD

Fuente	Ktep ⁽¹⁾	%
Productos petrolíferos	54.950	44.5
Gas natural	25.191	20.4
Energías renovables	17.288	14
Nuclear	15.312	12.4
Carbón	10.495	8.5
Total	123.484	100

⁽¹⁾ Ktep = 103 tep; 1 tep = 107 kcal.

Las energías renovables, se consolidan como la tercera fuente energética de España. Respecto a la energía final, se ha utilizado la referencia anterior, y los valores se tienen en la Tabla siguiente, donde se tiene que las energías renovables aportaron al consumo de energía final el 15.9% (la suma de Electricidad renovable y Renovables térmicas) en el año 2016.

Tabla 3. Consumo de energía final en España en 2016. Fuente: MINETAD

Fuente	Ktep	%
Productos petrolíferos	45.169	52.6
Gas natural	13.911	16.2
Electricidad NO renovable	11.850	13.8
Electricidad renovable	8.160	9.6
Renovables térmicas	5.410	6.3
Carbón	1.374	1.6
Total	85.874	100

El año 2016 significó un consumo de productos petrolíferos muy importante, lo que indicaba la necesidad de realizar un esfuerzo mayor para intentar sustituir esta fuente por otras renovables, bien mediante biocombustibles o a través del coche eléctrico, que consuma electricidad producida por renovables.

Por otro lado, la generación eléctrica en España con energías renovables en el año 2016 fue del 38.1%.

Tabla 4. Generación bruta de electricidad por fuentes. Año 2016. España. Fuente: MINETAD

Fuente	Gwh	%
Energías renovables	104.633	38.1
Nuclear	58.495	21.3
Gas natural	52.728	19.2
Carbón	37.349	13.6
Petróleo	16.752	6.1
Bombeo	3.570	1.3
Otros	823	0.3
Total	274.629	100

Durante el año 2016, la generación eléctrica con renovables fue la primera fuente de energía.

Para realizar el seguimiento de las energías renovables en España, respecto al objetivo obligatorio dentro de la Unión Europea, se tiene lo siguiente:

- La Directiva de 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, fijaba como objetivos generales conseguir una cuota del 20% con fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea y una cuota del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector transporte, en el horizonte del año 2020.
- En España se establecieron como objetivos, alcanzar al menos el 20% del consumo de energía final bruta y una contribución del 10% con fuentes renovables en el sector transporte, para el año 2020.
- Según el Informe COM (2017) Renewable Energy Progress Report, y la previsión del cumplimiento de objetivos al año 2020 se tiene:

(Soria Lascorz & Hernández González, 2017)

Tabla 5. Situación y previsión de objetivos energías renovables sobre energía final bruta. Unión Europea. Fuente: COM (2017) Renewable Energy Progress Report

Año	Cumplimiento (%)	Previsión (%)
2011	13.1	11.0
2012	14.3	11.0
2013	15.0	12.1
2014	16.0	12.1
2015	16.4	13.8
2016	-	13.8

2017	-	16.0
2018	-	16.0
2019	-	18.0
2020	-	20.0

2.2. Energía solar fotovoltaica

En lo que respecta a la energía solar fotovoltaica, considerada como la novedad tecnológica en el mundo de las energías renovables, la bajada de costes y el aumento del rendimiento de los sistemas fotovoltaicos ha dado lugar a que hoy en día sea una tecnología con unos resultados muy por encima de los esperados hace unos años.

2.2.1. Marco internacional y europeo

La potencia mundial acumulada instalada de fotovoltaica alcanzó 480.3 GW a finales de 2018, según las últimas estadísticas publicadas por la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA). En 2018 se instalaron 94.2 GW, un ligero incremento en comparación con 2017, cuando se instalaron 93.7 GW, y significativamente más que en 2016 (71.4 GW).

Asia es el continente donde hay más fotovoltaica instalada, con 274.6 GW. La mayoría de esta potencia se encuentra en China (175 GW), Japón (55.5 GW), India (26.8 GW), Corea del Sur (7.8 GW), Tailandia (2.7 GW) y Taiwán (2.6 GW).

Europa, por su parte, es el segundo continente en términos de potencia acumulada, con un total de 119.3 GW, 115.2 de los cuales están situados en la Unión Europea. Los mercados más importantes son Alemania (45.9 GW), Italia (20.1 GW), el Reino Unido (13.4 GW), Francia (9.4 GW), España (5.1 GW), Turquía (5 GW), los Países Bajos (4.1 GW) y Bélgica (4 GW). El año pasado se instalaron 9.5 GW en Europa.

América del Norte ha alcanzado una potencia acumulada de fotovoltaica de 55.3 GW, de los que 49.6 MW se ubican en Estados Unidos. México y Canadá tienen 3.1 GW y 2.5 GW respectivamente. En 2018 se instalaron 10.5 GW.

En Oceanía y África se han instalado 10 GW y 5.1 GW de fotovoltaica respectivamente, mientras que en Oriente Medio se han instalado 3 GW. En Sudamérica se han instalado en total 5.4 GW y en el Caribe y Centroamérica 1.7 GW.

La tendencia sigue siendo que la expansión de las renovables viene dirigida por la fotovoltaica y la eólica fundamentalmente. Estas tecnologías fueron el 84% de toda la nueva potencia instalada en 2018.

En total, las energías renovables alcanzaron la cifra de 2.351 GW de potencia instalada acumulada, que es aproximadamente un tercio de toda la potencia eléctrica instalada mundial. Según IRENA, la fotovoltaica representa 480 GW del total.

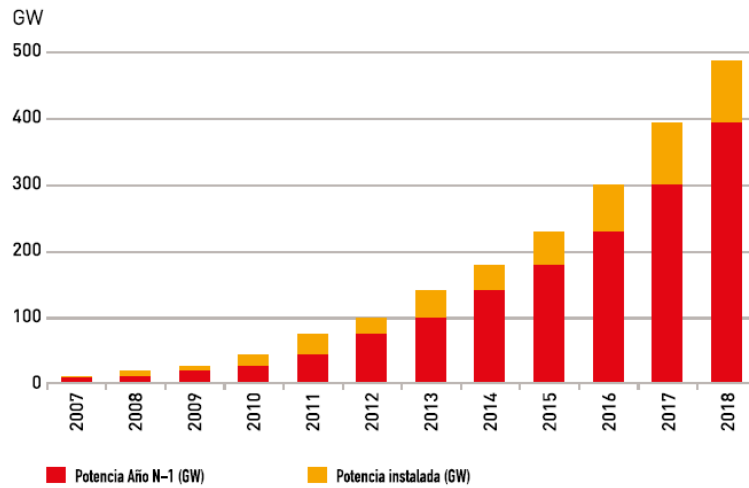


Figura 2. Evolución anual y valor acumulado de la potencia instalada fotovoltaica mundial. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)

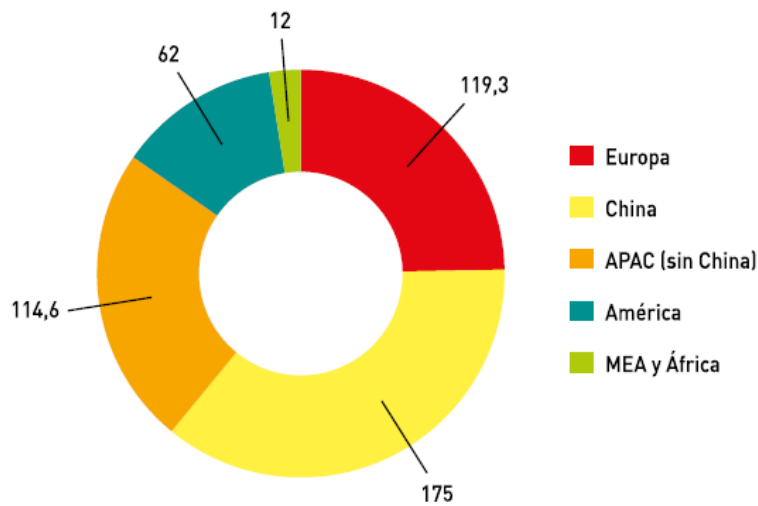


Figura 3. Potencia fotovoltaica acumulada mundial 2018 (GW). Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)

Por detrás de China, Europa ocupa el segundo puesto en el ranking de regiones con mayor potencia fotovoltaica instalada, aunque Asia Pacífico está muy cerca. Alemania sigue siendo el motor fotovoltaico de Europa.

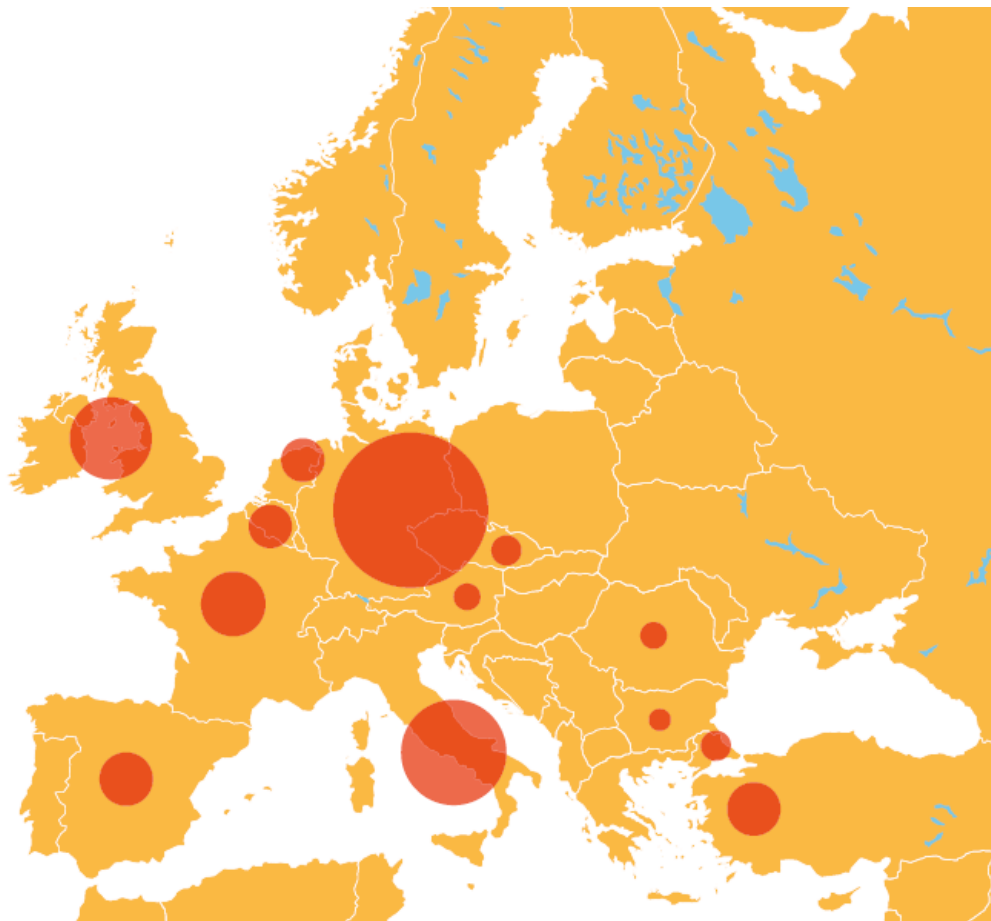


Figura 4. Potencia acumulada fotovoltaica en Europa por países 2018 (GW). 1. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)

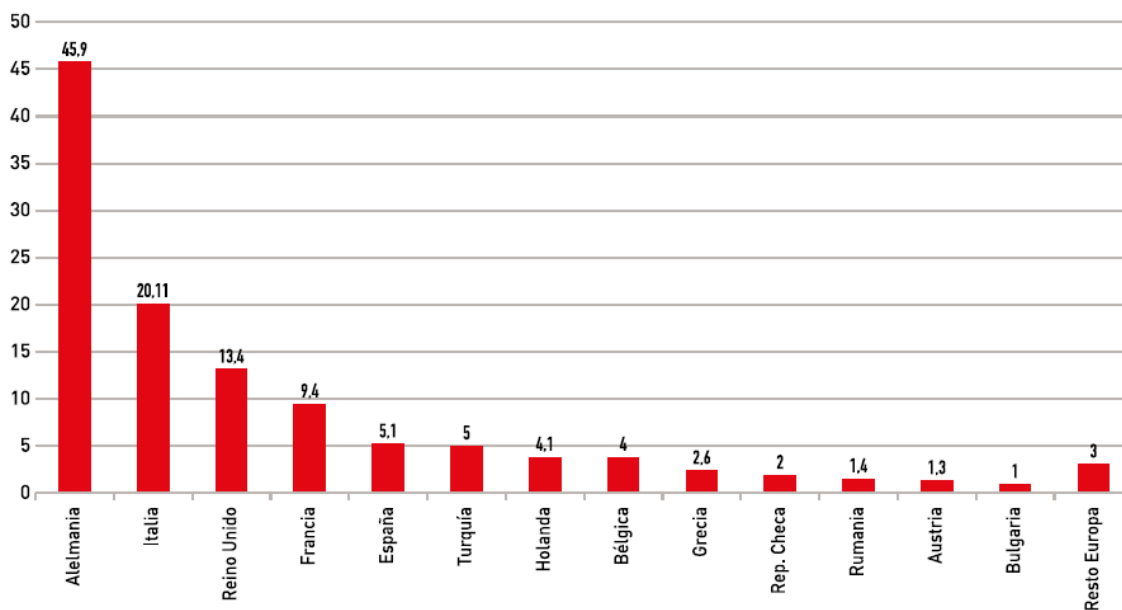


Figura 5. Gráfico potencia acumulada fotovoltaica en Europa por países 2018 (GW). 2. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)

((UNEF), 2019)

2.2.2. Marco nacional

No hay dudas que el potencial de energía solar existente en España es muy superior al de Alemania. Sin embargo, la realidad es que Alemania tenía instalados 41.2 GW a finales de 2016, mientras que España tenía 5.5 GW. (Fuente: Agencia internacional de la Energía). Según la AIE, España instaló 55 MW nuevos en 2016.

Este dato obliga a la reflexión de que la energía solar fotovoltaica está siendo infrautilizada en España, y se puede decir que el futuro de la energía solar fotovoltaica es impresionante en España.

La situación y futuro de la energía solar fotovoltaica en España se tiene en la tabla siguiente:

Tabla 6. Situación energía solar fotovoltaica en España. Fuente: Red Eléctrica de España y MINETAD

Potencia total instalada	4.669 MW
Nueva potencia año 2016	2 MW
Total generación eléctrica debida a la FV	7.979 GWh
Generación eléctrica respecto a demanda eléctrica	3%
Futuro: Objetivo indicado en el Plan Acción Nacional de Energías Renovables (PANER)	Potencia: 8.367 MW Generación: 14.316 Horizonte año 2020

De la tabla anterior, se puede comentar, que para alcanzar los objetivos oficiales del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) se deberá:

- a) Incrementar la potencia instalada actualmente.
- b) Alcanzar la generación eléctrica indicada en el objetivo.

De acuerdo con el RD 900/2015 de 9 de octubre, hay dos tipos de modalidades de autoconsumo:

- a) Modalidad de autoconsumo tipo 1, que corresponde a la definida en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre y cuyos requisitos más importantes son:
 - Potencia contratada por el consumidor no será superior a 100 KW.
 - Hasta 10 KW la energía auto consumida está exenta de abonar los cargos al autoconsumo.
 - El titular del punto de consumo tiene que ser el mismo que el de la planta de generación. Los excedentes producidos y vertidos a la red no se retribuyen.
 - Deberán cumplir los requisitos técnicos establecidos en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- b) Modalidad de autoconsumo tipo 2, que corresponde a la definida en los artículos 9.1-b) y 9.1-c) de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre y cuyos requisitos más importantes son:
 - Existe la figura del consumidor y la figura del productor y se permite que el titular del punto de consumo no sea el mismo que el de la planta de generación.
 - La potencia de la instalación nunca superará la potencia contratada y entonces sí puede ser la potencia mayor de 100 KW.

- Las instalaciones de producción deberán cumplir los requisitos técnicos del Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, del Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre y del Real Decreto 413/2014 de 6 de junio.
- La energía autoconsumida no está exenta de abonar los cargos al autoconsumo.

(Soria Lascorz & Hernández González, 2017)

El mapa por Comunidades Autónomas de 2018 nos muestra cómo en términos de potencia instalada, Castilla-La Mancha y Andalucía siguen siendo los principales lugares de instalación de la tecnología fotovoltaica con 925 MW y 881 MW instalados respectivamente. Con capacidades instaladas también importantes, les siguen Extremadura, Castilla y León y Murcia.

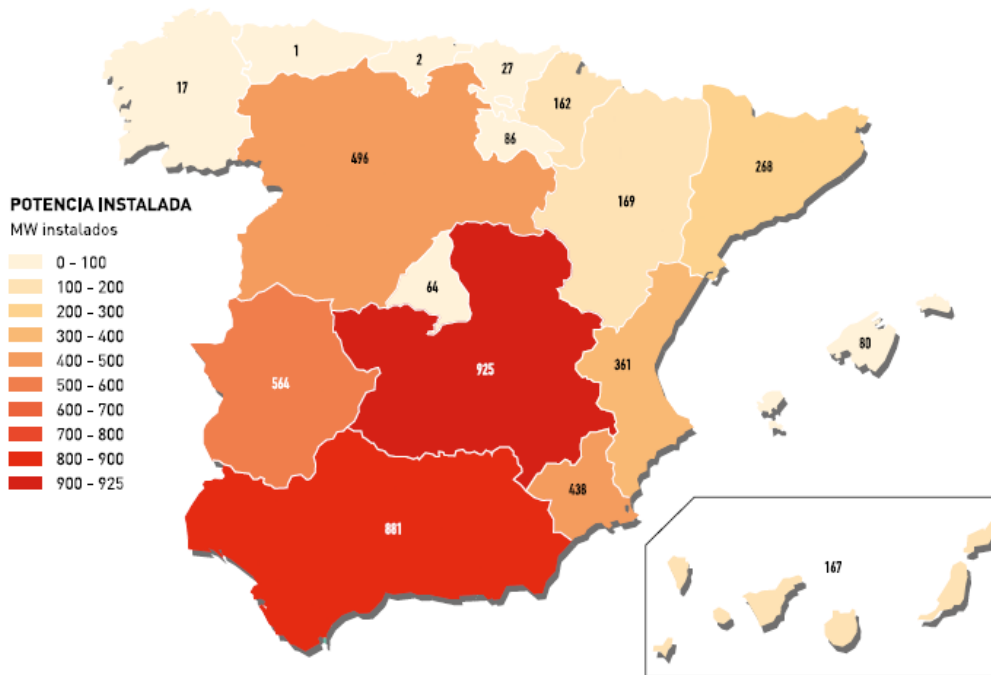


Figura 6. Potencia instalada fotovoltaica (MW) por Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración Universidad CLM con datos de Red Eléctrica Española

En términos de generación, los resultados están altamente correlacionados: Castilla-La Mancha y Andalucía son las principales regiones generadoras de energía eléctrica fotovoltaica con 1.575 GWh y 1.470 GWh, respectivamente. Extremadura, les sigue muy de cerca con una generación en 2018 de 1.018 GWh. Las cinco Comunidades antes resaltadas en términos de potencia instalada vuelven a ocupar los cinco primeros puestos en términos de generación, produciendo en su conjuntos el 72% del total de energía fotovoltaica.

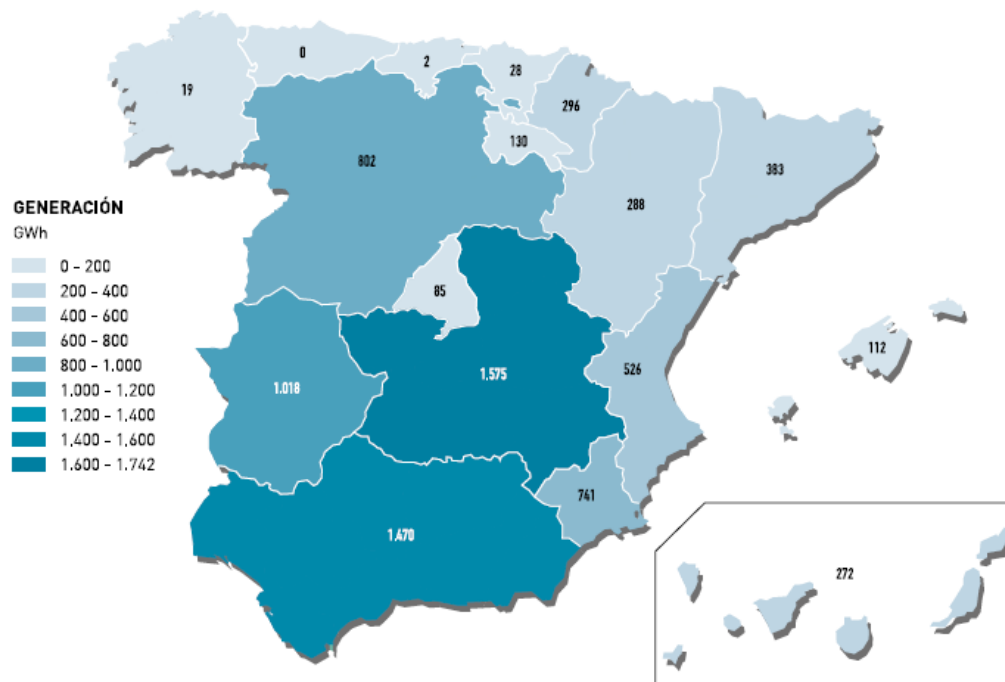


Figura 7. Generación de electricidad con energía fotovoltaica (GWh) por Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración Universidad CLM con datos de Red Eléctrica Española

2.2.3. Huella ambiental

La energía fotovoltaica contribuye positivamente a la reducción de emisiones en el sector eléctrico por su carácter renovable y sus casi nulas emisiones directas. Sin embargo, siguiendo los estándares internacionales, el impacto ambiental de cualquier actividad económica ha de medirse a través del cálculo de su huella a lo largo de su cadena global de la producción. En este sentido, la huella ambiental del sector fotovoltaico asciende, incluyendo huella directa e inducida, a 1.138 ktCO₂ en 2017 y 1.406 ktCO₂ en 2018. ((UNEF), 2019)

2.3. Perspectivas para el año 2020

2018 fue uno de los años más relevantes en la política energética europea desde que se aprobó el tercer paquete de energía en 2009. Durante dicho año se llegaron a acuerdos sobre las nuevas propuestas legislativas. Estas nuevas normas supondrán una revisión profunda de las principales directivas y reglamentos, estableciendo el marco legal que deberá asegurar la consecución de la transición energética y el cumplimiento de los objetivos a 2030.

Los objetivos para las energías renovables para el año 2020, es conseguir el 20% del consumo de la energía final bruta.

Para conseguir cumplir este objetivo final se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Transporte: teniendo en cuenta que la situación en el año 2016 era del 4.1% de penetración de los biocombustibles y que el objetivo de 2020 supone llegar al 8.5%, se deberán implantar medidas concretas para fomentar este sector.
- Usos térmicos: en el área de biomasa, se puede destacar los avances en el uso de estufas de “pellets” y calderas de biomasa. Se deberá continuar e incrementar las ayudas financieras y de subvención a la biomasa térmica. En el área solar térmica, se requerirán energéticas medidas tanto en la normativa como en las líneas de financiación y subvención.

- c) Generación eléctrica: la línea mostrada con las nuevas adjudicaciones de potencia eléctrica permite un alto grado de optimismo para el cumplimiento de objetivos. Se deberán planificar las subastas iniciadas en los años 2015, 2016 para poder conseguir los objetivos en el año 2020.

Respecto a la previsión de cumplimiento de objetivos a 2020, en su último informe de progreso de energías renovables, la Comisión Europea se mostró optimista de cara al objetivo de 20% establecido en la Directiva de Renovables 2009/28/EC (RED I). La Comisión basaba su análisis en la contribución de las energías renovables al consumo final de 2017, que alcanzó un nivel de 17.52%, por encima de la trayectoria indicativa del 16% establecida en la RED I para 2017/2018.

España presenta un desempeño similar al de la UE en su conjunto, es decir, se encuentra por encima de su trayectoria indicativa pero no ha alcanzado aún su objetivo y deberá continuar sus esfuerzos para alcanzar el nivel comprometido para 2020. La nota negativa es para un grupo de 7 países que se encuentran por debajo de sus trayectorias indicativas, por lo que deberán acelerar si quieren alcanzar los objetivos en 2020: Bélgica, Francia, Irlanda, Luxemburgo, Países Bajos, Polonia y Eslovenia.

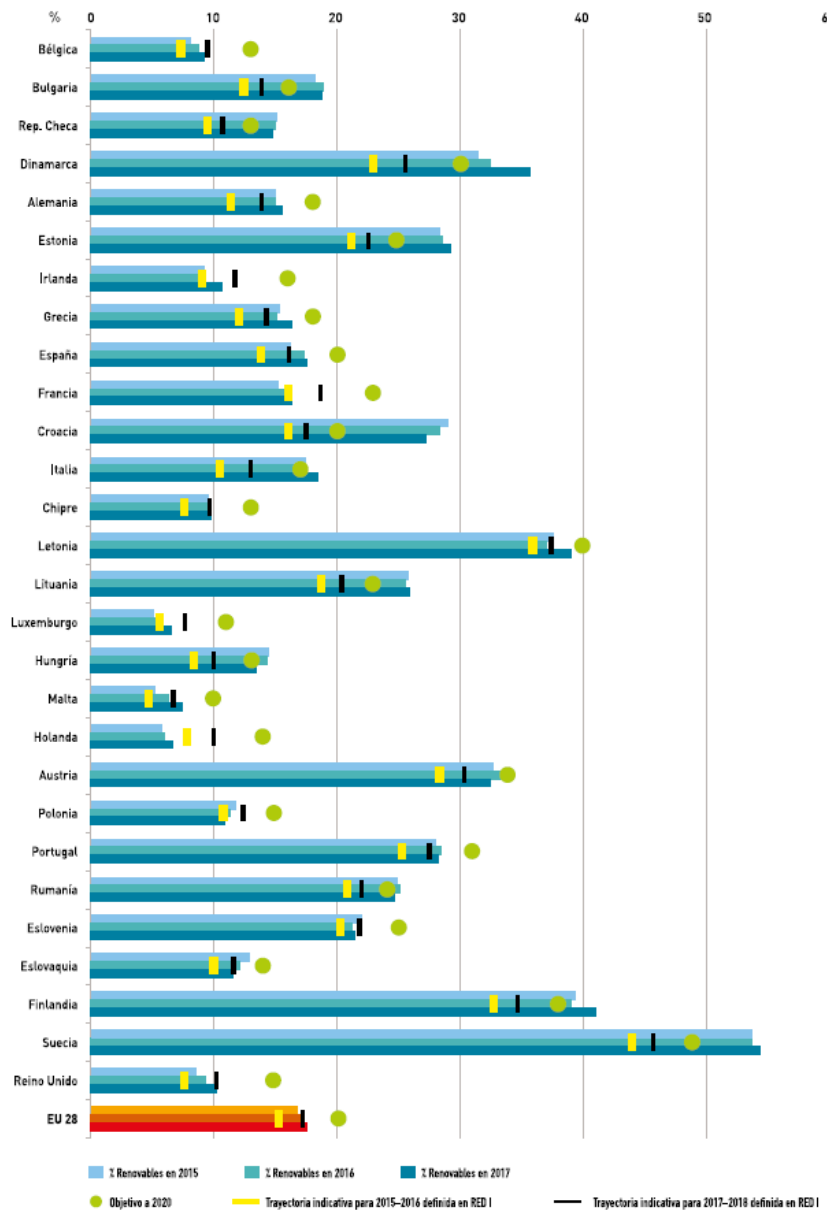


Figura 8. Porcentaje de energía renovable en el consumo bruto de energía final por país en la Unión Europea. Datos de 2015, 2016 y 2017; objetivo a 2020 y trayectorias indicativas. Fuente: European Commission, Renewable Energy Progress Report. ((UNEF), 2019)

2.4. Perspectivas para el año 2030

La Unión Europea está elaborando una directiva para el año 2030 con los objetivos de alcanzar el 27% de energías renovables, el 40% de reducción de emisiones con respecto a 1990, el 27% de incremento de la eficiencia energética y el 10% de interconexiones eléctricas.

Obliga además a que los países miembros realicen PLANES DE ENERGÍA Y CLIMA para el período 2012 a 2030, así como para períodos posteriores de diez años.

3. FUNCIONAMIENTO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía limpia y renovable que utiliza la radiación solar para producir electricidad. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica.

Para ello, se emplea un dispositivo semiconductor denominado celda o célula fotovoltaica, que puede ser de silicio monocristalino, policristalino o amorfo, o bien otros materiales semiconductores de capa fina. Las de silicio monocristalino se obtienen a partir de un único cristal de silicio puro y alcanzan la máxima eficiencia, entre un 18% y un 20% de media. Las de silicio policristalino se elaboran en bloque a partir de varios cristales, por lo que resultan más baratas y poseen una eficiencia media de entre el 16% y el 17.5%. Por último, las de silicio amorfo presentan una red cristalina desordenada, lo que conlleva peores prestaciones (eficiencia media de entre un 8% y un 9%) pero también un precio menor.

Hay dos tipos de plantas fotovoltaicas: las que están conectadas a la red y las que no. Dentro de las primeras, a su vez, se clasifican en otras dos clases:

- Central fotovoltaica: toda la energía producida por los paneles se vierte a la red eléctrica.
- Generador con autoconsumo: parte de la electricidad generada es consumida por el propio productor (en una vivienda, por ejemplo) y el resto se vierte a la red. Al mismo tiempo, el productor toma de la red la energía necesaria para cubrir su demanda cuando la unidad no le suministra la suficiente. En este tipo de planta fotovoltaica es en el que se basará más tarde el estudio de viabilidad del presente documento.

Estas instalaciones con conexión a la red cuentan con los siguientes elementos básicos:

- Paneles fotovoltaicos: se trata de grupos de celdas fotovoltaicas montadas entre capas de silicio que captan la radiación solar y transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones) de corriente continua (CC).
- Inversores: convierten la corriente eléctrica continua que producen los paneles solares en electricidad de corriente alterna, apta para el consumo en los hogares.
- Sistema de monitoreo: envía información sobre su instalación solar, incluida la cantidad de energía que genera, a su proveedor de energía solar, para mantener un rendimiento óptimo del sistema.
- Transformadores: la corriente alterna generada por los inversores es de baja tensión (380-800 V), por lo que se utiliza un transformador para elevarla a media tensión (hasta 36 kV).
- Red de suministro eléctrico: el sistema solar aún está conectado a una red local de servicios públicos para proporcionar energía después de la puesta del sol. La conexión a la red también permite que su sistema solar regrese a la red cualquier exceso de energía limpia que su sistema genere durante el día. Un medidor de servicio mide el consumo de energía y salida solar.
- Cableados para el transporte de electricidad y elementos de seguridad: elemento que lleva la energía generada hasta el punto de consumo o de conexión a la red eléctrica. Los elementos de seguridad tratan de evitar posibles accidentes o electrocuciones.
- Estructura soporte: se encarga de orientar el panel, proporcionar sujeción y protegerlo frente a las inclemencias meteorológicas.

Por su parte, las instalaciones no conectadas a la red operan en isla y suelen encontrarse en lugares remotos y explotaciones agrícolas para satisfacer demandas de iluminación, servir de apoyo a las telecomunicaciones y bombear los sistemas de riego. Estas plantas aisladas requieren dos elementos adicionales para funcionar:

- Baterías: encargadas de almacenar la energía producida por los paneles y no demandada en ese instante para cuando sea necesario.
- Reguladores: protegen la batería contra sobrecargas y previenen un uso ineficiente de la misma.

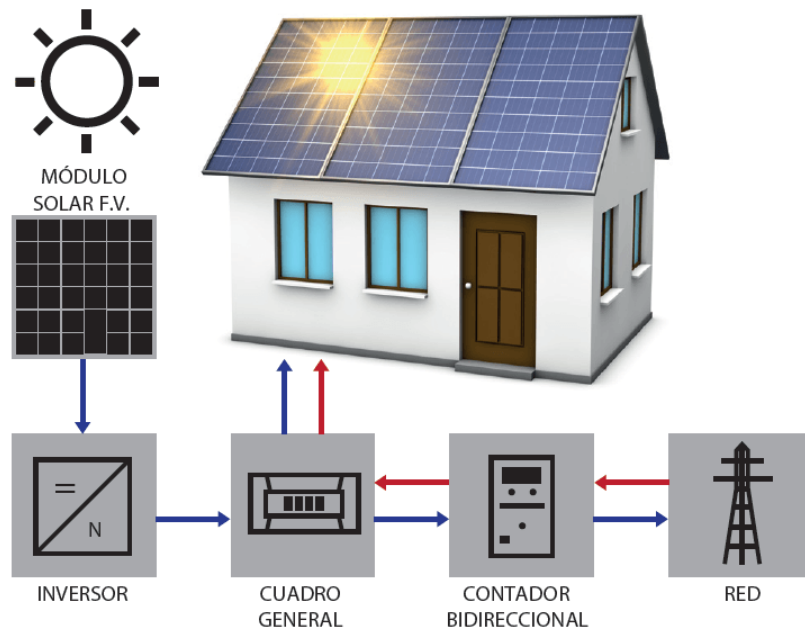


Figura 9. Sistema fotovoltaico conectado a la red. Fuente: <https://cursosspain2018.com/>

Por su parte, conviene apuntar que según la Ley 21/2013: “Proyectos sometidos a Evaluación Ambiental Ordinaria: Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie.”

3.1. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es un modo de generación de energía, y como tal, presenta determinadas ventajas e inconvenientes, que se pasa a describir a continuación:

3.1.1. Ventajas

- Como procede de una fuente de energía renovable, sus recursos son ilimitados. Disponibilidad global. Además, la energía solar es la más abundante del planeta.
- Su producción no produce ninguna emisión, es decir, es una energía muy respetuosa con el medio ambiente.
- Es una energía sostenible, es decir, no se consume a sí misma.
- Los costos de operación son muy bajos.
- La energía producida es 100% gratis una vez hemos completado la instalación.
- El mantenimiento es sencillo y de bajo costo. Los paneles solares durarán 20-25 años únicamente limpiando la superficie una vez al año y comprobando las uniones.

- Podrás vender la energía que te sobre.
- No solo se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, sino también en las existentes.
- Es modular, por lo que se pueden construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados.
- Es un sistema particularmente adecuado para zonas rurales o aisladas, donde el tendido eléctrico no llega o es dificultosa o costosa su instalación, o para zonas geográficas cuya climatología permite muchas horas de sol al año.
- El transporte de todo el material es práctico (con esto se hace referencia a que a diferencia, por ejemplo, de la energía eólica, donde el transporte del material es complejo debido al tamaño, el material que se utiliza en la energía fotovoltaica es de transporte más sencillo).
- El costo disminuye a medida que la tecnología va avanzando.
- Las placas están fabricadas con Silicio, el segundo material más abundante en la Tierra, después del Oxígeno.
- Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde no llega la electricidad.
- Los paneles fotovoltaicos son limpios y silenciosos, de manera que pueden instalarse en casi cualquier parte sin provocar ninguna molestia.
- En algunos países hay subvenciones para autoconsumo. En España, todas las Comunidades Autónomas han emitido ayudas y subvenciones para la instalación de placas solares.

3.1.2. Inconvenientes

- Los costos de instalación son altos, por lo que requiere de una gran inversión inicial. Realizar una instalación fotovoltaica puede tardar en amortizarse en torno a 8 años. Para el caso de una vivienda unifamiliar, el precio de la instalación de las placas solares rondará los 6.000-8.000 €.
- Los lugares donde hay mayor radiación solar, son lugares desérticos y alejados de las ciudades.
- Localización de las viviendas: las viviendas con más días soleados al año tendrán una proyección solar mayor.
- Para recolectar energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno.
- En cuanto a la tecnología actual, hay falta de elementos almacenadores de energía económicos y fiables.
- Los paneles no son, por el momento, totalmente eficientes. El rendimiento de los paneles solares no supera el 25%, a pesar de las últimas investigaciones que intentan llegar al 34%.
- No siempre se tendrá toda la energía que se quiera. Variaciones en la radiación solar recibida en el planeta entre día y noche y a lo largo del año. En días nublados la producción cae drásticamente.
- Materiales de desecho que quedan en la fabricación de paneles fotovoltaicos son tóxicos.

(Anbelosolar, 2020)

(Tubosolar, 2016)

(Ojeda, 2020)

3.2. Mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas

Como se ha mencionado, una de las ventajas de este tipo de instalaciones es su larga vida útil. Sin embargo, para que esto se cumpla, son necesarias una serie de acciones de mantenimiento para lograr así su máximo rendimiento, como son:

- Limpieza periódica de los paneles, ya que estarán expuestos a polvo y contaminación ambiental.
- Revisar y controlar el estado de los soportes y anclajes. Su deterioro es grande dado que se encuentran expuestos a lluvia, viento, nieve, hielo, etc.
- Asegurar el correcto aislamiento y estanqueidad de las cajas de conexiones.
- Vigilar el estado de los conductores, que se encuentran en el exterior.
- Verificar el estado de las puestas a tierra de las estructuras y soportes metálicos.
- Verificar la zona de las baterías, especialmente las fugas que puedan tener lugar.
- Conservar las baterías según las instrucciones dadas por el fabricante de las mismas.

3.3. Orientación e inclinación de las placas fotovoltaicas

Con el objetivo de captar la mayor cantidad de luz y sacar el máximo rendimiento de los paneles solares es importante que se encuentren bien orientados y con el grado de inclinación más adecuado a la temporada de uso de la instalación fotovoltaica, en función de la estación del año en la que se tenga más necesidad de energía y la ubicación geográfica en la que se desee instalar el sistema solar fotovoltaico.

Al variar el azimut y la altura solar a lo largo del día y del año, el ángulo de inclinación de placas solares óptimo en una superficie dada no es siempre constante, pues varía a lo largo de cada hora del día y a lo largo de cada día del año.

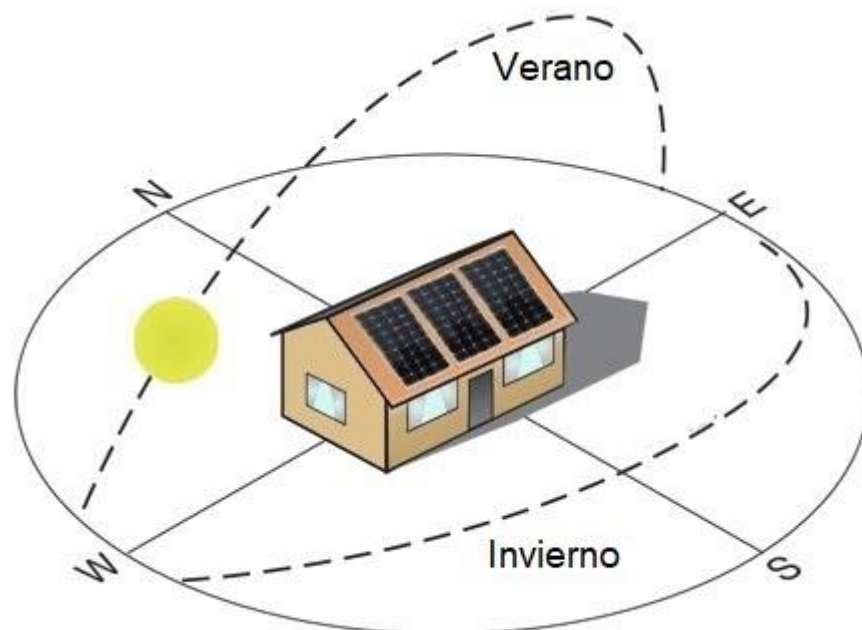


Figura 10. Orientación óptima placas fotovoltaicas. Fuente: <https://www.mpptsolar.com/>

3.3.1. Orientación

En el diseño de la instalación fotovoltaica es imprescindible elegir el lado del tejado en el que se instalarán los paneles. Por lo tanto, es necesario saber en qué lado hay más radiación solar a lo largo del día, para poder producir tanta energía como sea posible. Debido a que los paneles fotovoltaicos son más productivos cuanto más perpendicularmente incidan los rayos del Sol a su superficie, la mejor orientación es directamente hacia el sur (ángulo acimutal = 180°).

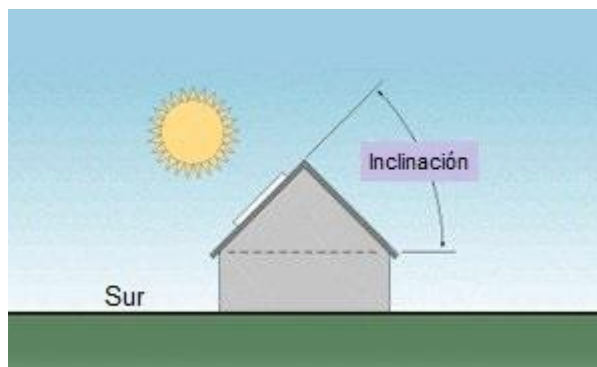


Figura 11. Orientación e inclinación de placas fotovoltaicas. Fuente: <https://www.mpptsolar.com/>

Si la instalación no es posible en la dirección sur o si existen problemas de sombreado, como puede ser el producido por la existencia de un árbol muy alto, la orientación de los paneles se puede variar ligeramente. De hecho, si se orientan los paneles fuera de la dirección sur, hasta un máximo de 45° (sureste y suroeste) la producción anual sufre una reducción bastante limitada (1-3%), es decir, la radiación solar que reciben los paneles fotovoltaicos es prácticamente la misma. Sin embargo, si los paneles se giran en un ángulo superior a 45° hacia el sur, la producción comienza a disminuir significativamente. A 90° al sur, es decir, directamente al este o al oeste, la caída de la producción puede llegar al 30%. Esta disminución es debida a que los paneles fotovoltaicos, durante la mayor parte del día, se ven afectados por una luz solar débil y no perpendicular. Ciertamente, estos paneles producirán energía fotovoltaica, pero en menor medida que los paneles orientados directamente hacia el sur.

(MppTSolar, 2011-2020)

Sin embargo, aunque a día de hoy sigue siendo ésta la configuración predominante, existen varias ventajas que pueden hacer más conveniente una instalación de placas solares orientadas este-oeste, de forma que la mitad de las placas estén orientadas hacia el este y la otra mitad hacia el oeste. Son las siguientes:

- Sin sombras entre las filas de placas solares: las instalaciones solares con placas solares al sur producen sombras de las filas delanteras sobre las filas posteriores. En cambio, la configuración este-oeste con un bajo perfil evita los sombreados.
- Mayor densidad de producción energética: la instalación más compacta de placas solares aumenta la densidad de producción energética por metro cuadrado. Esto es especialmente atractivo en tejados pequeños donde este sistema permite hasta un 30% más de densidad por metro cuadrado.
- Potencia de salida más consistente: la configuración de placas solares este-oeste produce una salida más estable y consistente a lo largo del día comparada con una instalación convencional orientada al sur. La instalación este-oeste de placas solares reduce el pico de potencia central al mediodía y ensancha la duración de la producción solar a primeras horas y últimas del día. Las placas solares empiezan a producir con la salida del sol y siguen produciendo hasta la puesta de sol.



Figura 12. Curva comparativa según orientación del sistema. Fuente: <https://www.monsolar.com/>

- Diseño aerodinámico: utilizando solamente un ángulo de inclinación de 15° (relativo a la horizontal) y una configuración este-oeste se reduce drásticamente la presión del viento comparada con una orientación sur mucho más vulnerable a los vientos del norte.

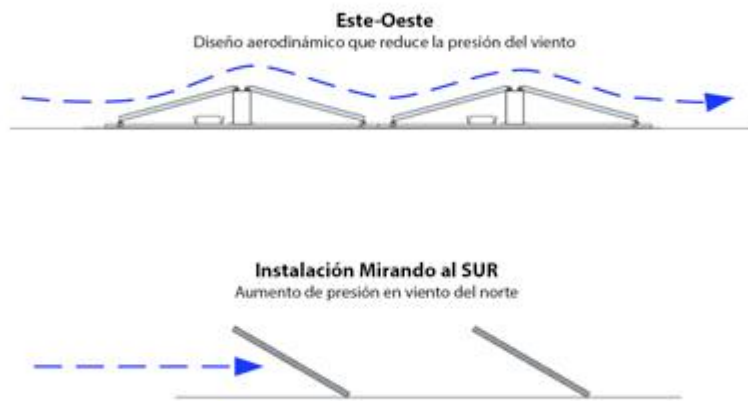


Figura 13. Diseño aerodinámico orientación este-oeste. Fuente: <https://www.monsolar.com/>

- Menor contrapeso reduce el peso en la cubierta: debido a la menor exposición al viento, el sistema de instalación de placas solares con orientación este-oeste necesita mucho menos contrapeso para realizar la sujeción de las placas solares a la cubierta. Esto permite instalar este sistema en tejados menos robustos o en tejados donde se requieran otras instalaciones.

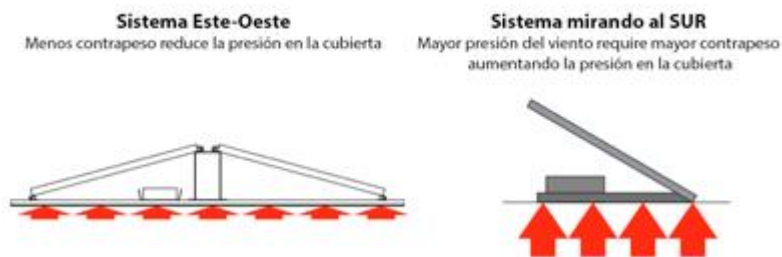


Figura 14. Contrapeso según orientación de las placas fotovoltaicas. Fuente: <https://www.monsolar.com/>

En el supuesto que solamente se disponga de una posibilidad de orientación diferente del sur, es preferible la orientación oeste.

En una orientación de placas solares orientadas al sur, la producción solar es mayor cuando el sol está más alto a las horas centrales del día, pero la producción baja cuando llega la tarde. En una instalación solar con placas orientadas al oeste, la mayor producción solar se produce durante la tarde, desde el mediodía hasta el anochecer.

Para la gente con una tarifa eléctrica de discriminación horaria será ideal la instalación de placas solares orientadas al oeste, para poder reducir su pico de consumo eléctrico a estas horas de mayor consumo y con el coste de la electricidad más caro.

Según datos del Instituto de Investigación de Pecan Street, la producción solar de las placas solares orientadas al oeste desplazan la producción solar hacia las horas de mayor pico de consumo eléctrico, recibiendo un 50% más de radiación solar durante las horas de pico de la demanda eléctrica.

Por tanto, como conclusión se puede obtener que la orientación sur para placas solares es la orientación donde mayor radiación solar se recibe a lo largo del día y, por tanto, la mayor producción solar. Esto significaba una regla básica para las instalaciones solares de conexión a red con venta de la energía.

Sin embargo, en sistemas de autoconsumo solar, puede ser preferible una orientación de placas solares este-oeste para reducir el pico de potencia en las horas centrales del día y alargar la producción a primeras y últimas horas del día. Por supuesto, esto dependerá en cada caso de los hábitos de consumo, tarifa eléctrica y si el sistema incluye o no baterías.

(Insa, 2019)

3.3.2. Inclinación

En primer lugar, al elegir la inclinación de los paneles fotovoltaicos en la cubierta de una casa, estamos obligados a satisfacer dos necesidades básicas: la necesidad de producción de energía y la necesidad de un resultado final estéticamente agradable y duradero. El techo de una casa ya tiene su propia inclinación, por lo que es necesario encontrar un compromiso entre estas dos necesidades.

La inclinación óptima de los paneles fotovoltaicos se ve influenciada principalmente por dos factores:

- La latitud del lugar geográfico donde queramos instalarlos.
- La época del año en que necesitamos tener más energía.

Como sería lógico pensar, se debe alcanzar la máxima producción de energía al mediodía, cuando el sol alcanza su máxima altura en el horizonte. Por tanto, se necesita saber, durante todo el año, la altura máxima y mínima del sol al mediodía para saber cuántos grados de inclinación deber tener los paneles. Para ello, pueden ser útiles dos días concretos al año. Estos son los días del solsticio de invierno y solsticio de verano, los dos días en los que tenemos menos horas de luz y más horas de luz al año, respectivamente. El solsticio de verano tiene lugar el 20 ó 21 de junio, y al mediodía el sol alcanza su máxima altura anual, mientras que el solsticio de invierno tiene lugar el 21 ó 22 de diciembre, y el sol al mediodía está en su mínima altura anual. Incluso según la latitud en la que se encuentre la instalación, la altura máxima y mínima anual del sol cambia al mediodía. En España, la latitud oscila entre unos 43° al norte (Cabo Estaca de Bares, A Coruña) y 27° al sur (Punta de los Saltos, Isla de El Hierro). Para conocer la altura del sol que nos interesa durante los solsticios de verano e invierno, se debe identificar cuántos grados es la latitud en la que se quiere instalar el sistema fotovoltaico.

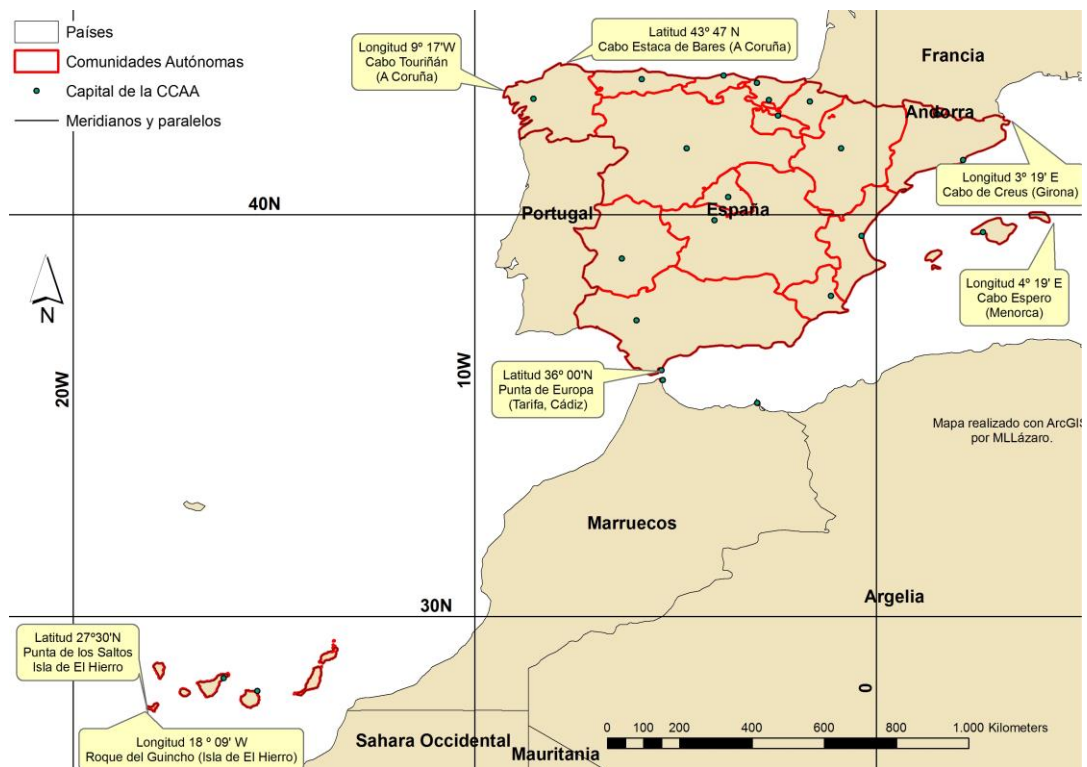


Figura 15. Latitud de España. Fuente: <https://www.juntadeandalucia.es/>

Para calcular la altura máxima del sol al mediodía, una vez determinada la latitud, hay que restar 23° (ángulo de inclinación aproximado de la tierra). La última operación a realizar es: $90 - (\text{resultado obtenido})$. Por ejemplo, si teniendo que Madrid se sitúa aproximadamente en la latitud 40° , se obtendrá el pico del sol a 73° , de acuerdo al siguiente cálculo: $90 - (40 - 23) = 73^\circ$. Se ha usado Madrid como ejemplo, pues es la Comunidad en la que se llevará a cabo más adelante el proyecto piloto del presente trabajo.

Para obtener el máximo rendimiento energético durante el solsticio de verano, los paneles fotovoltaicos en Madrid deben estar orientados hacia el sur e inclinados en un ángulo de 17° ($90-73$). De esta forma, a mediodía los paneles estarán perfectamente perpendiculares a los rayos solares.

Por su parte, para calcular la altura del sol al mediodía durante el solsticio de invierno, se deben sumar 23° en lugar de restarlos. Por tanto, el resultado para Madrid sería el siguiente: $90 - (40 + 23) = 27^\circ$. Para obtener el máximo rendimiento durante el solsticio de invierno, los paneles fotovoltaicos en Madrid deben estar orientados hacia el sur e inclinados en un ángulo de 63° . ($90-27$). De esta forma, a mediodía los paneles estarán perfectamente perpendiculares a los rayos solares.

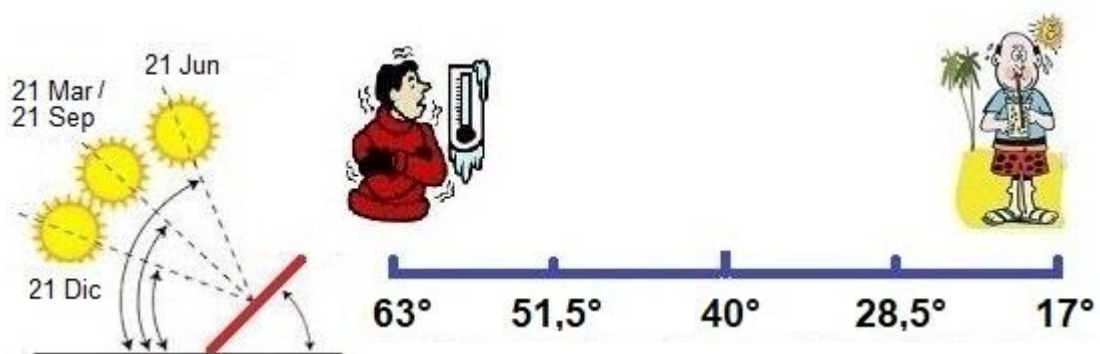


Figura 16. Inclinación de paneles fotovoltaicos en Madrid. Fuente: <https://www.mpptsolar.com/>

De los cálculos se deduce que una fuerte inclinación de los paneles respecto al suelo favorecerá una mayor producción de energía durante el período invernal, mientras que una ligera inclinación de los paneles respecto al suelo favorecerá una mayor producción de energía durante el período de verano. Por tanto, la inclinación a elegir para cada sistema dependerá de la necesidad energética de cada usuario. Siguiendo con el ejemplo de Madrid, y si solo se necesitase energía en invierno, sería mejor elegir una inclinación entre 51.5° y 63°, mientras que si sólo se necesita en verano, sería mejor elegir una inclinación entre 17° y 28.5°. Si, en cambio, se tiene una mayor necesidad durante el verano, es buena tener una inclinación entre 17° y 40°. Si, por el contrario, se tiene una mayor necesidad durante el período invernal, es aconsejable tener una inclinación entre 40° y 51.5°. Si las necesidades energéticas en Madrid son constantes durante todo el año, entonces se puede optar por un camino medio, como el de los 40°, siempre con orientación sur. (MppTSolar, 2011-2020)

3.4. Precio medio de los componentes de una instalación fotovoltaica

En 2019, el precio medio de una instalación fotovoltaica se ha situado en torno a los 350€ por metro cuadrado instalado, con una producción media de energía de entre 10 y 15 kWh mensuales por metro cuadrado.

El precio de una instalación solar dependerá principalmente de la potencia requerida y la irradiación solar que incide sobre la cubierta al año. A mayor irradiación, menor número de paneles necesarios. De la misma forma, a mayor potencia requerida, mayor número de paneles necesarios. También se debe tener en cuenta que el inversor es uno de los componentes más caros de la instalación, lo cual repercutirá de manera directa en la amortización. Es por esto que instalaciones más grandes únicamente deberán añadir un número mayor de paneles y continuarán utilizando un solo inversor, consiguiendo un mayor beneficio en los años siguientes.

Tabla 7. Precio medio de los componentes de una instalación fotovoltaica. Fuente: <https://selectra.es/>

COMPONENTE	FUNCIÓN	PRECIO	PRECIO SOBRE EL TOTAL (%)
Paneles fotovoltaicos	Transformar la energía solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico	190-250 €/panel	40-55
Inversor solar	Se encarga de transformar la corriente continua producida por el panel solar en corriente alterna con el objetivo de habilitar su utilización	1.300-1.600 €	20-25
Estructura soportante	Se encarga de orientar el panel, proporcionar sujeción y protegerlo frente a las inclemencias meteorológicas	80-90 € por cada dos paneles	10
Contador bidireccional	Permite registrar la curva de carga de la vivienda para optimizar el autoconsumo	200-250 €	3
Cuadro de protecciones para CC y CA	Incluye todas las protecciones para la instalación fotovoltaica tanto para corriente alterna como corriente continua	350 €	5
Legalización y boletín	Incluye el registro y legalización de la instalación	300 €	5
Mano de obra y materiales	Refleja el coste de la instalación y cableado	750 €	8

(Ojeda, 2020)

4. LEGISLACIÓN VIGENTE

La legislación existente en España relativa a los sistemas de generación eléctrica renovable y, en concreto, a las instalaciones fotovoltaicas es muy extensa y compleja.

Dependiendo de si la instalación está conectada a la red eléctrica o no, la normativa vigente impone una serie de derechos y obligaciones diferentes. Como se puede observar en el esquema de la Figura 17., si la instalación es un sistema fotovoltaico aislado de la red (SFA), ésta se considera como una instalación geeradora aislada de baja tensión. Esto es así debido a que actualmente no existen dispositivos fotovoltaicos que trabajen a tensiones mayores de 1 kV; por consiguiente, siempre nos encontraremos por debajo de los 1.5 kV, que es el voltaje límite que se marca en baja tensión de corriente continua.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que los SFA deben cumplir simplemente con el RD 842/2002 donde se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). En concreto, la instrucción técnica que trata estos sistemas es la ITC-BT-40, aunque no entra en mucho detalle. Según el REBT, para la legislación de los SFA de potencia no superior a 10 kW es necesario que un electricista acreditado realice una Memoria Técnica de Diseño (MTD) que deberá enviarse, adjunto al Certificado de Instalación (CI), al organismo o registro competente de la Comunidad Autónoma en cuestión. En Andalucía, el tramitador que se encarga de recibir los CI se denomina TECI. Por el contrario, en aquellas instalaciones generadoras aisladas que sí superen los 10 kW de potencia, será necesario un proyecto firmado por un técnico competente (normalmente ingeniero), siguiendo las directrices que impone la ITC-BT-04 y adjuntarlo, igualmente, al Certificado de Instalación.

Como se ha comentado anteriormente, son considerados SFA tanto los sistemas de bombeo aislados de la red, como los sistemas fotovoltaicos autónomos con baterías.

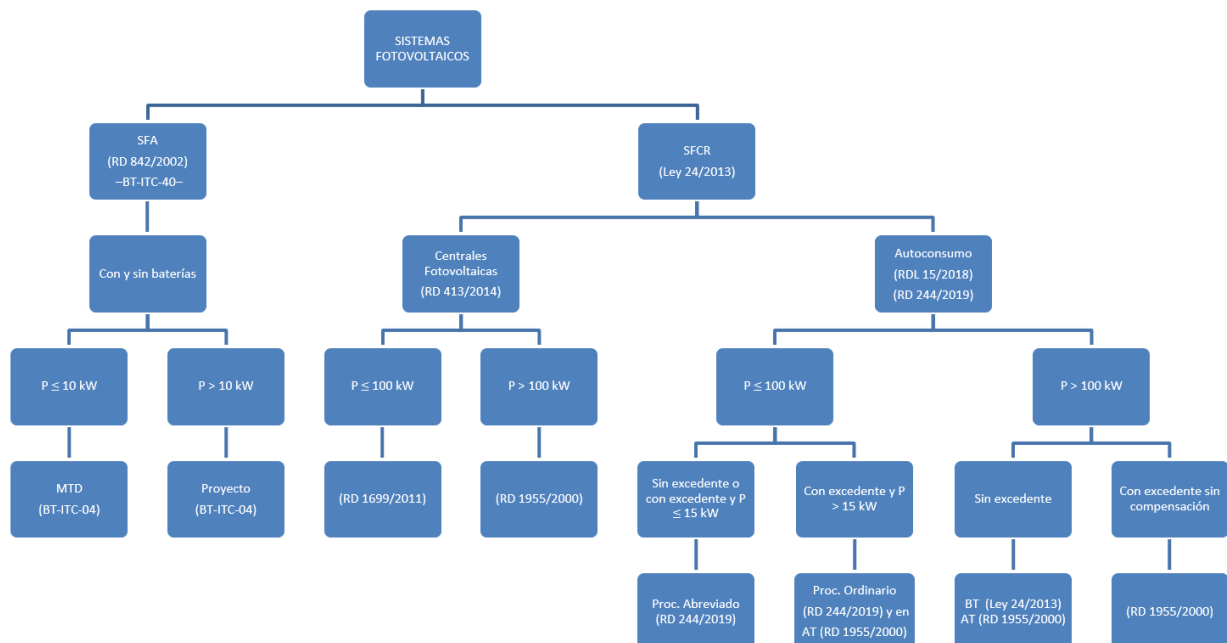


Figura 17. Esquema Normativa vigente para sistemas fotovoltaicos en España. Fuente: <https://www.censolar.org/>

En cuanto a los sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR), la legislación aplicable es bastante más complicada que la de los SFA y clasifica las instalaciones dependiendo de si tienen consumos eléctricos asociados y se ubican próximos a estos (autoconsumo) o si están diseñadas exclusivamente para inyectar energía eléctrica a la red (centrales fotovoltaicas).

Las normas de aplicación para los sistemas de autoconsumo son el RDL 15/2018 (que derogó la casi totalidad del RD 900/2015, famoso por instaurar el llamado “impuesto al Sol”) y su desarrollo normativo, el RD 244/2019. Estas normas dividen las instalaciones de autoconsumo en dos modalidades: autoconsumo sin excedentes y autoconsumo con excedentes. Las instalaciones sin excedentes abarcan todas aquellas instalaciones próximas bien sea de red interior o a través de la red. Los sistemas sin excedentes deberán contar con algún tipo de sistema antivertido para impedir que la energía eléctrica sobrante generada no se inyecte en la red de distribución eléctrica.

Por su parte, existen dos modalidades diferentes de autoconsumo con excedentes: sin derecho a compensación y con derecho a compensación. Estas últimas deberán cumplir con la condición de proximidad y, además, no superar los 100 kW de potencia nominal. En el caso de que la instalación sea de proximidad, pero se supere este límite, perderá el derecho a la compensación, y se registrará principalmente por el RD 1955/2000.

Es relevante destacar ahora que, según el RD 244/2019, la legalización de las instalaciones de menos de 15 kW de potencia nominal con excedente y compensación se tramita por un procedimiento abreviado, muy sencillo, similar al que siguen las instalaciones de autoconsumo sin excedentes. Además de lo anterior, las instalaciones de baja tensión de autoconsumo deberán cumplir el REBT, mientras que las de media y alta tensión - más de 1.5 kV de CC o más de 1 kV en CA - tendrán que observar las condiciones técnicas expuestas en el RD 1955/2000.

La norma de aplicación en las centrales fotovoltaicas, es decir, en los SFCR - comúnmente denominados “huertos solares” - que no son de proximidad, es el RD 413/2014. Esta norma, además de regir las condiciones de retribución de las centrales fotovoltaicas instaladas antes de su publicación en el BOE, marca la de las nuevas. En ese sentido, el RD 413/2014 impone unas condiciones económicas diferentes según sea la instalación de un tipo u otro. Así, las instalaciones antiguas pasan al régimen retributivo específico, mientras que las nuevas, es decir, aquellas construidas posteriormente al Real Decreto, recibirán una retribución según marque el pool eléctrico, igual que el resto de generadores eléctricos existentes. No obstante, existe la posibilidad de que, con carácter excepcional, se decreten condiciones especiales retributivas para instalaciones promovidas dentro de algún tipo de iniciativa concreta como las llamadas subastas eléctricas y, de ese modo, que nuevas centrales fotovoltaicas accedan al régimen retributivo específico.

Las centrales fotovoltaicas tienen como objetivo inyectar la máxima energía eléctrica posible a la red, por lo que se dimensionan en atención a la rentabilidad financiera que puedan desarrollar. En ese sentido, la gran mayoría de centrales fotovoltaicas recientes tienen una potencia de más de 100 kW, por lo que además de lo recogido en el RD 413/2014 son de aplicación las condiciones técnicas que impone el RD 1955/2000. Para instalaciones de menor potencia sería de aplicación, en lo referido a las condiciones de conexión, el RD 1699/2011, aunque en la actualidad es normalmente más interesante enmarcar estos proyectos de poca potencia como sistemas de autoconsumo a partir del RD 244/2019.

Independientemente del tipo de instalación que se vaya a implantar, el proyectista-instalador de energía solar debería conocer las principales normas de aplicación de estos sistemas de generación eléctrica renovable, las cuales se exponen a continuación:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre (derogado), por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo. Imponía el peaje de respaldo, también llamado impuesto al sol.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de autoconsumo de energía eléctrica.

(Soria, 2019)

Como se ha comentado anteriormente, según la Ley 21/2013, los proyectos sometidos a Evaluación Ambiental Ordinaria son aquellas instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie.

4.1. Nueva legislación europea

En primer lugar, por su relevancia para el sector fotovoltaico, destacamos las siguientes disposiciones de la Directiva 2018/2001 de Renovables:

- Se reconoce el derecho básico al autoconsumo, individual o colectivo, a la autogeneración, almacenamiento y venta de excedentes al menos a valor de mercado. Se permiten modelos de arrendamiento para dar acceso a las renovables a más sectores, y se reconocen las comunidades de energías renovables.
- No habrá cargos a la energía autoconsumida para instalaciones de menos de 30 kW.
- A partir de 2027, se podrán aplicar cargos a todas las instalaciones de autoconsumo, sin límite de potencia, en el caso que la participación general del autoconsumo sea el 8% de capacidad total de electricidad instalada.
- Se simplifican los procedimientos administrativos para pequeños proyectos solares. Plazos de autorización de hasta un año para instalaciones de menos de 150 kW. En proyectos de hasta 10 kW, la autorización para conectarse a la red será una simple notificación al distribuidor.
- Prohibición de cambios retroactivos para los proyectos retribuidos.

Por su parte, de la Directiva de Eficiencia Energética y la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios se debe subrayar lo siguiente:

- La obligación de lograr, entre 2021 y 2030, un ahorro anual de energía del 0.8% del consumo anual de energía final.
- Una hoja de ruta de renovación a largo plazo para llegar a un stock de edificios descarbonizados en 2050.
- Introducción del concepto de edificios de consumo energético casi nulo (NZEB) para todos los edificios (nuevos y existentes).

- Financiación para las ciudades en esta estrategia de renovación.
- Contra la pobreza energética, obligación de renovar los edificios con vocación social y estrategia de los Estados miembros para renovar los edificios menos eficientes (donde suelen residir las personas con menos recursos).

((UNEF), 2019)

5. MODELO DE NEGOCIO BASADO EN GOOGLE PROJECT SUNROOF

Después de hacer un breve estudio del estado de las energías renovables y en concreto la energía fotovoltaica, estamos en condiciones de pasar a estudiar el modelo de negocio objeto de este documento.

Como se ha comentado al comienzo de este documento, el modelo de negocio a llevar a cabo consiste en un modelo de negocio dedicado a la gestión de la energía solar fotovoltaica generada en las cubiertas de los edificios.

Para ello, nos basaremos en el proyecto llevado a cabo por Google, denominado Project Sunroof, una herramienta capaz de determinar si la ubicación y orientación de cada vivienda es óptima para la energía solar. Esta herramienta combina información de Google Earth para analizar la forma de la cubierta de la vivienda, y los patrones climáticos locales, para crear un plan solar personalizado.

Project Sunroof calcula la cantidad de luz solar que recibe la vivienda a lo largo de un año, teniendo en cuenta la base de datos de las imágenes aéreas y mapas de Google, modelando en tres dimensiones la cubierta de la vivienda, las sombras proyectadas por las estructuras o árboles cercanos, y todas las posibles posiciones del sol en el transcurso de un año, los datos históricos de nubes y los patrones de temperatura que podrían afectar la producción de la energía solar en la localización de la vivienda.

Con los resultados obtenidos, Project Sunroof recomienda el tamaño de la instalación más adecuado para generar y cubrir el consumo de electricidad del usuario. Todo ello basado en el tamaño de la cubierta, la cantidad de luz solar que recibe y de la factura de la electricidad.

Los techos planos, por lo general, pueden ser lugares de instalación ideales para paneles solares fotovoltaicos comunitarios. La energía solar comunitaria es un acuerdo compartido de electricidad renovable, que permite que varios clientes compartan energía de una sola fuente solar local. Este enfoque puede ser ideal para las personas que desean usar energía solar pero no pueden hacerlo por razones tan comunes como no ser dueños de sus propias casas, tener un techo demasiado inclinado o sombreado, o vivir en un edificio de apartamentos o una casa adosada. Un proyecto solar comunitario combina inversiones de varios miembros de la comunidad, proporcionando energía y beneficios financieros a los residentes locales que buscan cambiar a la energía solar.

Este servicio de Google está disponible en pequeñas áreas urbanas de San Francisco y Boston de manera experimental, pero el objetivo de la empresa es expandir el servicio y la energía solar fotovoltaica por otras zonas de Estados Unidos y otros países.

5.1. Metodología de estimación

Esta herramienta estima el potencial técnico solar de todos los edificios en la región de estudio. El potencial técnico incluye la electricidad generada por el área de la azotea adecuada para paneles solares, suponiendo que la integración económica y de la red no sea una limitación. Hay muchas definiciones de potencial técnico, y otras definiciones pueden afectar los resultados en un 25% o más. Según la definición de potencial técnico del Project Sunroof, las instalaciones cumplen los siguientes criterios:

- Cada panel incluido recibe al menos el 75% del sol anual máximo en la región.
- Cada techo incluido tiene un tamaño de instalación potencial total de al menos 2 kW.
- Solo se incluyen áreas del techo con espacio suficiente para instalar 4 paneles solares adyacentes.

- Se tienen en cuenta obstáculos como las chimeneas.

El modelo Project Sunroof hace los siguientes supuestos:

- Se supone que cada panel tiene 250 W con una eficiencia del 15.3%, un factor de reducción de CC a CA del 85% y supuestos estándar de la industria sobre otros factores.
- Se supone que los paneles se montan al ras del techo, incluso en superficies planas.
- Las matrices tienen entre 2 kW y 1000 kW.
- Solo se consideran matrices en edificios, no otros espacios como estacionamientos o campos.
- En los casos en que un edificio no se encuentra en una región, el sol máximo está determinado por el sol máximo recibido en la ciudad.

Las entradas a este modelo incluyen lo siguiente:

- Las imágenes aéreas de Google se utilizan para estimar el potencial. La traducción de imágenes a modelos 3D no siempre es totalmente precisa, y las imágenes a veces pueden estar desactualizadas.
- Los datos meteorológicos provienen de las estaciones meteorológicas del Laboratorio Nacional de Energía Renovable. A veces, las transiciones bruscas entre estaciones cercanas se reflejan en el mapa.
- El conocimiento sobre la construcción de formas se calcula utilizando un algoritmo de aprendizaje automático que utiliza datos de mapas de Google e imágenes aéreas. La viabilidad solar no se calcula para algunos edificios, por ejemplo, porque esos edificios son de nueva construcción o porque Google tiene datos incompletos. A veces, la viabilidad se calcula por error para objetos grandes que no son edificios (por ejemplo, puentes).

Las estimaciones están sujetas a cambios, ya que se está mejorando continuamente el modelo. Estos informes están destinados a ser estimaciones y tienen algunas limitaciones, que incluyen:

- Al informar el potencial técnico, este modelo no considera factores económicos.
- Tampoco se consideran los límites potenciales de la capacidad de la red para manejar altas penetraciones de energía solar.
- Algunos obstáculos pequeños del techo (como los respiraderos) no se detectan y el potencial técnico puede incluir áreas con estos pequeños obstáculos.

(Explorador de datos del techo solar del proyecto, 2018)

5.2. Proceso para convertirse en solar

El proceso a llevar a cabo para que un particular pueda convertirse en generador y consumidor de energía solar fotovoltaica incluye los siguientes pasos:

- 1) Visitar la página web de Google Project Sunroof, mediante la cual recibir un análisis solar en el hogar: ingresando la dirección de un determinado hogar en dicha web para estimar la producción potencial de energía y el ahorro de facturas que podría generar con la energía solar en la azotea.
- 2) Conectar con un proveedor de energía solar y comparar presupuestos:

Factores clave en la elección de un proveedor solar:

- Experiencia: el tiempo que un proveedor de energía solar ha estado en el negocio no es la única señal de un buen proveedor, pero ayuda. Buscar cuántos años han estado en el negocio y cuántos sistemas han instalado.

- Calificación del cliente: las calificaciones a veces no cuentan toda la historia, especialmente si la revisión es solo sobre la llamada telefónica inicial. Pero las revisiones y los testimonios son buenas ideas sobre el servicio al cliente en general y el tiempo de respuesta.
 - Mano de obra: buscar certificaciones, contratistas con licencia y fotos de trabajos completados.
 - Presupuesto solar final: un buen proveedor de energía solar será transparente. Asegurarse de que enumeren todos sus costos estimados con ahorros proyectados, instalación del sistema y costos de mantenimiento, así como garantías de productos para ayudar a proteger su inversión.
 - Componentes del sistema: buscar qué paneles e inversores ofrecen. Algunos proveedores tienen una amplia gama de tipos.
 - Tiempo: es una buena idea mirar el tiempo promedio de espera de un proveedor solar para la instalación. Preguntar cuándo programarían su instalación.
 - Garantías: asegurarse de que ofrecen garantías de producto y rendimiento. Busque longitud en la cobertura, el estándar es de 20 años de garantía para paneles solares, lo que lo deja libre de preocupaciones por la duración de su arrendamiento, préstamo o compra.
- 3) Contrato con un proveedor: finalizar el acuerdo con el proveedor que prefiera.
 - 4) Diseñar sistema y obtener permiso: revisar y aprobar el diseño de su sistema para que su proveedor pueda obtener los permisos de construcción pertinentes.
 - 5) Instalar e inspeccionar: los sistemas típicos se pueden instalar en uno o dos días. Después de la instalación, representantes locales de los servicios públicos irán a su casa para inspeccionar el sistema.
 - 6) Acuerdo de medición neta de servicios públicos: los sistemas solares residenciales a menudo generan más electricidad que la que usa su hogar durante las horas del día, por lo que necesitará una cuenta de medición neta con su servicio público. La mayoría de los instaladores le ayudarán a seleccionar el plan correcto para garantizar ahorros óptimos a lo largo del tiempo.

6. ESTUDIO DEL MODELO DE NEGOCIO

Como se ha comentado anteriormente, el estudio del modelo de negocio que se va a llevar a cabo a continuación está basado en el proyecto de Google denominado Project Sunroof.

Esta idea de negocio surge de la necesidad de implantar, en el mayor grado posible, la utilización de energías renovables para la producción de energía, de forma que ayuden a paralizar la destrucción de la Tierra, con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, a mejorar el medio ambiente y a reducir los costes de producción de energía. Con todo ello, se conseguiría una mejor calidad de vida.

6.1. Metodología Lean Startup

Para llevar a cabo esta idea de negocio, nos hemos basado en la metodología Lean Startup, que Eric Ries desarrolló en 2008 en su obra *“El método Lean Startup: cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua”*, que, a su vez, está basada en la idea de Lean Manufacturing, una filosofía desarrollada en los años 80 por el ingeniero de Toyota Taiichi Ohno.

Como se define en su entrada de Wikipedia, Lean Manufacturing es un “modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios: es decir, ajustados”. Por tanto, la base de Lean Manufacturing es el ahorro de esfuerzo y medios para fabricar los productos específicos que necesitan los clientes. Dicho de otra manera, se basa en satisfacer las necesidades específicas del consumidor y saber cómo hacerlo usando la cantidad mínima de recursos.

Si se siguiese el esquema clásico, un emprendedor emplearía todos los recursos necesarios en desarrollar al 100% el producto que tiene en mente, para que, al llegar al mercado, este satisficiera lo máximo posible las necesidades del consumidor. Sin embargo, si las hipótesis planteadas fueran erróneas, la empresa habría incurrido en importantes gastos, con el resultado de que los clientes quedarían insatisfechos. Esta inversión en el desarrollo de un producto basado en las hipótesis del emprendedor pero que finalmente no son validadas por el mercado muy probablemente lastraría el futuro de la empresa y el ánimo de empresarios y posibles inversores.

Sin embargo, si un emprendedor siguiera la metodología Lean Startup, dedicaría la menor cantidad posible de sus recursos (tiempo, dinero, etc.) al desarrollo de un Producto Mínimo Viable (PMV), con el objetivo de lanzar al mercado una primera versión que le permitiría obtener:

- Experiencia derivada del desarrollo y la fabricación del Producto Mínimo Viable.
- Comentarios de los clientes.
- Información muy valiosa sobre el comportamiento del consumidor durante la adquisición y el uso del producto.

Es decir, un Producto Mínimo Viable, con las siglas MVP del inglés, es la versión de un nuevo producto, que permite recolectar, con el menor esfuerzo posible, la máxima cantidad de conocimiento validado por parte de los clientes.

Una vez se ha lanzado el Producto Mínimo Viable, la información que el mercado devolverá al emprendedor podría ser valorada en una escala en cuyos extremos encontraríamos por un lado la validación total y por otro el rechazo total por parte del consumidor.

En función de esta información, el emprendedor deberá decidir sobre el futuro de su proyecto, y podrá:

- Renunciar a él.
- Pivotar, ejecutando los cambios basados en la opinión del cliente.
- Comercializar esa primera versión del producto si el nivel de validación ha sido muy alto.

En definitiva, utilizando esta metodología a la hora de desarrollar un nuevo modelo de negocio, se consiguen grandes ventajas, como son:

- Acortar los ciclos de desarrollo.
- Realizar una experimentación científica del producto en el mercado.
- Aprender sobre nuestro producto en un entorno real.
- Obtener feedback rápido de los clientes.
- Realizar mejoras incrementales sobre el producto basadas en la información que nos dan los consumidores.
- Medir nuestro progreso.

(Ramírez, 2017)

Por tanto, en la práctica, el funcionamiento de una startup se basa en un conjunto de actividades, que es preciso que se den muchas circunstancias al mismo tiempo, que pueden ser: puesta en marcha del proyecto, creación de nuevos clientes, pivotaje, poner en marcha estrategias de marketing, la mejora del producto, etc. Por tanto, el reto al que se enfrenta cualquier emprendedor es saber coordinar todas estas actividades y, con la evolución de la startup, se irá cambiando y modificando la coordinación de dichas actividades dentro de la empresa.

6.1.1. Lienzos para Modelo de Negocio Canvas

Con el objetivo de hacer más sencillo el desarrollo del negocio, se establecen una serie de lienzos, que son la herramienta para analizar y crear modelos de negocio de forma simplificada. Dichos lienzos son “vivos” o “interactivos”, puesto que se van modificando en función de la forma que vaya tomando el negocio.

Aunque exista gran cantidad de lienzos para la consecución del estudio de la idea de negocio y la posibilidad de ir mejorándola para llegar a tener un modelo lo más repetible y escalable posible, se va a tomar como base del estudio el lienzo Canvas, puesto que, como se ha estudiado en la asignatura de Emprendimiento del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, siendo el profesor de dicha asignatura el tutor del presente trabajo, es la seña de identidad de una startup.

Consistirá pues, en pintar el modelo de negocio (Lienzo Canvas) con 9 bloques en los que vamos a construir la formación de manera progresiva, de tal forma que lo puedan visualizar todos los que estén implicados en el modelo de negocio de forma iterativa, utilizando el método científico de ensayo y error que nos permite añadir información poco a poco en cada uno de los bloques.

Además del modelo de lienzo Canvas, se utilizarán en el presente documento una serie de lienzos adicionales que permiten mejorar el modelo y ampliar el estudio, como son los siguientes:

- Binomio Problema-Solución.
- Value Proposition Canvas.
- Mapa de Empatía (segmento de clientes).

6.2. Descripción Idea de Negocio y Binomio Problema-Solución

Como ya se ha comentado, se llevará a cabo el desarrollo de una idea de negocio basada en Google Project Sunroof. Dicho proyecto de Google actualmente solo tiene datos solares para determinadas zonas de Estados Unidos (abarca 43 millones de cubiertas en EE.UU, lo que representa más del 50% de todos los hogares). Es por ello, que se va a realizar el estudio de dicha idea de negocio, pero implantada en España.

Por tanto, esta idea de negocio surge con el objetivo de solucionar un problema que ha estado ligado al desarrollo de las sociedades humanas, como es el uso de las energías no renovables, que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada, para producir electricidad. Como se sabe, se está produciendo una tendencia hacia el uso de las energías renovables, provocando un gran cambio positivo en el medio ambiente. La actividad en la que se desarrolla nuestro servicio es la generación de energía solar fotovoltaica. Esta generación se llevará a cabo mediante placas solares fotovoltaicas instaladas en las cubiertas de los edificios. El problema planteado sería pues, la gestión de dicha energía generada mediante las placas solares fotovoltaicas. Con la energía generada mediante este sistema, el particular o institución que haya instalada las placas fotovoltaicas en su cubierta puede consumir toda la energía que le sea necesario, pudiendo verter a la red la energía sobrante. Es aquí donde entraría a tomar un papel fundamental esta idea de negocio, consistente en la gestión de dicha energía excedente del sistema instalado por el particular, de forma que pueda ser vendida a sus vecinos en un radio máximo de 500 metros. Esta idea tendría sentido, pues no todas las cubiertas de los edificios son aptas para la implantación de dicho sistema de generación de energía y, por tanto, no todos los particulares que quisieran instalar placas fotovoltaicas en sus hogares podrían. Dicha aptitud de las cubiertas para implantar el sistema de generación fotovoltaica viene determinada por la inclinación de las cubiertas, así como su orientación y los obstáculos que se encuentran en la cubierta.

Por tanto, la solución planteada sería la creación de una startup dedicada a la gestión de la energía excedente producida por el sistema de generación de placas fotovoltaicas de un particular, y la venta de dicha electricidad a sus vecinos, además de, obviamente, el montaje y mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas.

En la tabla siguiente se refleja el Binomio Problema-Solución. Un problema que se ha creído de dimensión suficiente para que valga la pena buscar algún tipo de solución que dé lugar a una idea de negocio.

Tabla 8. Binomio Problema-Solución. Fuente: elaboración propia

Binomio Problema-Solución	
Problema	Solución
Limitación energías no renovables	Energías renovables ilimitadas
Contaminación energías no renovables	No contaminación energías renovables
Coste energías no renovables	Menor coste energías renovables
Desconocimiento vertientes energías renovables	Gestión de la energía excedente
Aumento gases de efecto invernadero	Ahorro en la factura de la luz
	Startup que se encarga de gestionar energía fotovoltaica

Al ser un servicio novedoso, se desconoce con exactitud el mercado a abordar con los mayores beneficios posibles. Por ello se realiza una serie de lienzos Canvas para cada tipo de mercado, además de un análisis de los potenciales clientes, mediante el Value Proposition Canvas y los mapas de empatía, con la finalidad de detectar a qué mercado se ha de dirigir la startup.

6.3. Value Proposition Canvas

El Value Proposition Canvas es un método de representación visual, creado por Alexander Osterwalder, que principalmente se basa en los bloques Propuesta de Valor y Segmento de clientes del lienzo Canvas. Mediante este lienzo creamos una herramienta para analizar la propuesta de valor desde lo que ve y siente nuestro cliente.

Con este lienzo trataremos de evitar llevar a cabo una propuesta de valor sin primero tener en cuenta al cliente. Esto es primordial a la hora de desarrollar un modelo de negocio, pues debemos construir un producto y servicio que creen valor para nuestros clientes y que cubran las necesidades, deseos y expectativas del mercado.

En el apartado de *Segmente de clientes* buscaremos conocer mejor al cliente, sus hábitos, problemas y comportamientos. Mediante un proceso de observación riguroso seremos capaces de entender realmente lo que necesitan los clientes. Dicho apartado de clientes se divide a su vez en tres segmentos:

- *Customer Jobs* o actividades habituales o diarias: relacionadas con el producto/servicio que están intentando realizar nuestros clientes habitualmente.
- *Pains* o dolores: situaciones o costes no deseados que experimentan nuestros clientes al realizar las actividades anteriores.
- *Gains* o beneficios: beneficios que esperan obtener nuestros clientes al realizar esas actividades.

En el apartado de la *Propuesta de valor* se definen las características de nuestro producto, es decir, la solución, e identificamos cuáles de éstas resuelven el problema de nuestros clientes:

- *Products and services* o productos y servicios: son los productos o servicios que ofrecemos a nuestros clientes para ayudarles con las actividades reseñadas anteriormente.
- *Pain relievers* o analgésicos: es cómo resolvemos los problemas o necesidades de nuestros clientes.
- *Gain creators* o vitaminas: es cómo estamos aportando beneficios a nuestros clientes en base a las expectativas de nuestros clientes antes mencionadas.

No debemos olvidar que para crear este lienzo estamos manejando hipótesis que más tarde se tendrán que validar con el mercado y así obtener feedback de nuestros potenciales clientes. (Macías, 2013)

A continuación se muestra el Value Proposition Canvas creado para nuestra startup (se ha incluido dicho Value Proposition Canvas en el Anexo I, con el objetivo de presentarlo con mayor claridad):

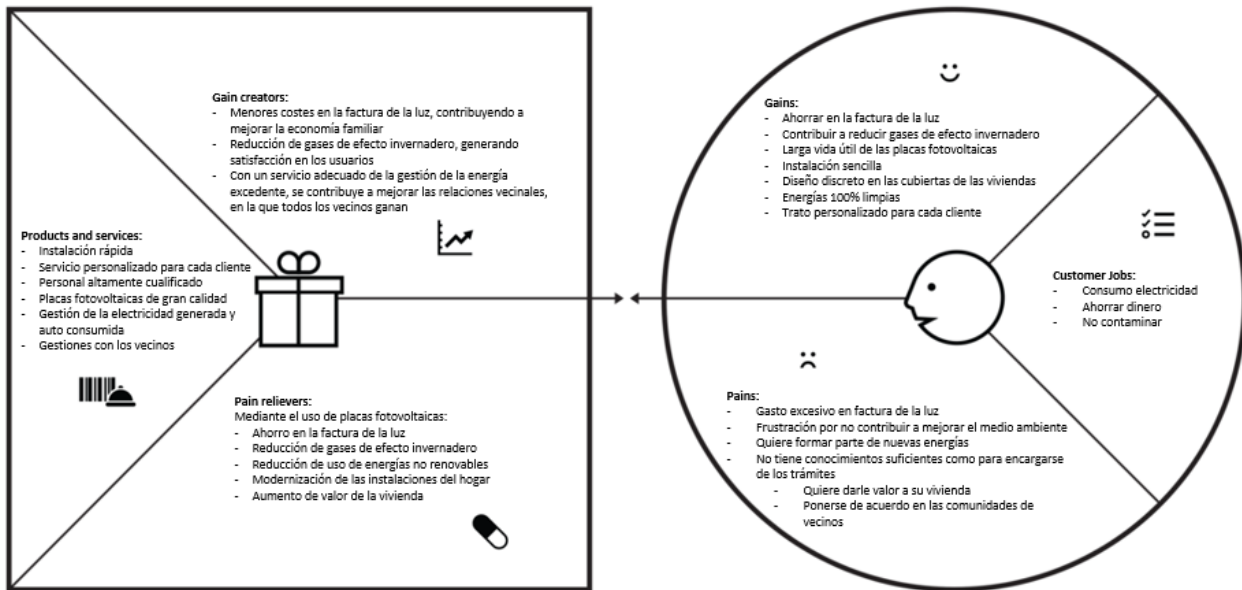


Figura 18. Value Proposition Canvas. Fuente: elaboración propia

Mediante este análisis de la Propuesta de Valor y el Segmento de clientes de nuestro modelo, estaremos en condiciones de ir enfocando el estudio del modelo de negocio hacia donde creemos que tiene un futuro más prometedor. Para ello, se comenzará realizando el lienzo Canvas inicial de la idea de negocio.

6.4. Lienzo Canvas inicial

Debido al respaldo que tiene esta idea de negocio por estar basada en un proyecto que ha llevado a cabo una de las más prestigiosas empresas del mundo, como es Google, se cree que éste es un motivo suficiente para pensar que la idea tiene un futuro prometedor. Sin embargo, se cree un poco arriesgado lanzarse a la aventura sin tener un solo dato o constancia de si la sociedad o público receptor estarían dispuestos a adquirir e incluso pagar por nuestro producto o servicio. Por ello, se va a proceder a llevar a cabo el desarrollo de la idea de negocio de la manera en la que se haría si se concibiese la idea por primera vez, con el objetivo de verificar nuestra propuesta de valor.

Por tanto, con el objetivo de ir mejorando la propuesta de modelo de negocio, a partir de las reacciones de los potenciales clientes y del estudio del mercado, se desarrolla un primer lienzo Canvas. Con el estudio de este primer lienzo Canvas, se irán modificando determinadas partes de él, hasta llegar al modelo de negocio que creamos más efectivo, llegando a un modelo lo más repetible y escalable posible.

A continuación, se muestra el primer lienzo Canvas:


7-SOCIOS CLAVE	8-ACTIVIDADES CLAVE	1-PROPOSICIÓN DE VALOR	4-RELACIÓN CON CLIENTES	2-SEGMENTO DE CLIENTES
Proveedor de placas fotovoltaicas Proveedor de material auxiliar	Marketing y comunicación Ferias y Eventos Captación de clientes Charlas de concienciación sobre las energías renovables y sus beneficios	Implantación de energía solar fotovoltaica Energías renovables Servicio totalmente personalizable Ahorro en la factura de la luz (costes) Gestión de energía excedente, produciendo ingresos en el usuario Negocio win-win entre vecinos	Trato rápido y eficaz Servicio técnico personalizado para cada cliente Servicio pre y post-venta adecuado Feedback con encuestas y en redes sociales Buzón virtual en el portal web	Casas particulares Vecinos de los particulares que implanten placas fotovoltaicas en sus hogares Comunidades de vecinos Edificios públicos
	6-RECURSOS CLAVE		3-CANALES	
	Equipo humano Vehículo para servicio de transporte a domicilio Nave para almacenaje de stock y oficina Herramientas para montaje instalación		Portal web Redes sociales Eventos y ferias Teléfono E-mail Oficina	
9-ESTRUCTURA DE COSTES		5-CORRIENTE DE INGRESOS		
Pago a Community Manager por publicidad Pago a redes sociales por publicidad Pago a socio fabricante de placas fotovoltaicas Pago a socio fabricante de material auxiliar Pago de vehículo de transporte a domicilio Pago a personal: ingenieros, técnicos de placas fotovoltaicas y comerciales Pago a empresa encargada de volar Madrid y mapear las cubiertas de los edificios Pago de servicios básicos de la Start-Up (alquiler, agua, luz, etc)		Venta de sistema de placas solares fotovoltaicas Gestión de energía excedente Servicio de mantenimiento anual Publicidad de otros negocios en la web		

Figura 19. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia

A continuación, se pasa a describir detalladamente cada segmento del lienzo Canvas inicial:

6.4.1. Proposición de valor

La proposición de valor describe la combinación de productos y/o servicios que crean valor para un determinado segmento de clientes. Dicha proposición de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una empresa u otra. Su objetivo es solucionar los problemas de los clientes y satisfacer sus necesidades mediante propuestas de valor. Representa el motivo por el cual nuestro servicio es único, repetible y escalable.

Una propuesta de valor crea valor para un segmento de mercado gracias a una mezcla específica de elementos adecuados a las necesidades de dicho segmento. Los valores pueden ser cuantitativos (precio, velocidad del servicio, etc.) o cualitativos (diseño, experiencia del cliente, etc.).



Figura 20. User Experience vs Design. Fuente: Curso profesional de innovación y estrategia de negocios. (García, 2020)

Como se puede observar en el primer lienzo Canvas, la idea consta de varias propuestas de valor. Entre las características que aportan valor, encontramos:

- Implantación de energía solar fotovoltaica. Con la implantación de dicho sistema de generación de energía, revalorizamos el valor de nuestra vivienda.
- Utilización de energías renovables. Ayudando a combatir la contaminación y la escasez de recursos no renovables.
- Servicio totalmente personalizable. Nos adaptamos a las circunstancias de cada cliente.
- Ahorro en la factura de la luz (costes por parte del usuario). Para potenciar el uso de las energías renovables, muchos países están ofreciendo incentivos a los que se decidan a usar este tipo de energía. Además, lo más caro es la inversión inicial en implantar el sistema, el coste de explotación es realmente bajo. Una vez amortizada la instalación, sólo da beneficios.
- Gestión de energía excedente. Nos encargamos de asesorarte en la implantación de la energía necesaria para tu hogar. Por otro lado, la energía excedente podrá ser vendida a los vecinos en un radio de 500 metros que estén interesados en usar energía renovable pero que por la situación de la cubierta de su vivienda o la orientación no puedan implantarla en sus hogares, generando unos ingresos extra en el usuario.

- Además, el usuario generador de energía obtiene unos ingresos de la venta de la energía excedente a su vecino. Este vecino consumidor de energía, a su vez, compra la energía a un precio menor que el precio de mercado, generando un negocio win-win entre los vecinos.

6.4.2. Segmento de clientes

El segmento de clientes define los diferentes grupos de personas u organizaciones a los que una empresa desea servir. Se trata, por tanto, del corazón de cualquier negocio. Sin clientes rentables, ningún negocio puede sobrevivir. Es posible aumentar la satisfacción de los mismos agrupándolos en varios segmentos con necesidades, comportamientos y atributos comunes. La mayoría de startup mueren no por falta de ideas, sino por falta de dinero. Por tanto, es imprescindible poner especial atención en dicho segmento del lienzo Canvas.

Se analizan 5 tipos de segmentos de mercados, como mercado en masas, nicho de mercado, mercado segmentado, mercado diversificado y multilaterales, con el objetivo de captar el mayor número de clientes.

Para el estudio de este segmento del lienzo Canvas, habría que tener muy presente la diferencia entre clientes y usuarios de nuestro negocio. En el caso de esta idea de negocio, tanto los clientes como los usuarios van a ser el mismo ente.

Cabría incluir en el segmento de clientes a los particulares que se lancen a implantar el sistema de generación de energía mediante placas fotovoltaicas en sus hogares. Por su parte, debido a que el modelo de negocio en estudio se basa también en la gestión de la energía excedente, cabría incluir también como clientes del modelo de negocio a los vecinos de los hogares particulares que estén interesados en comprar la energía excedente del particular generador de energía.

Por su parte, se podría implantar sistemas de generación de energía mediante placas fotovoltaicas en las azoteas de los edificios de comunidades de vecinos. Esta energía sería consumida por todos o parte de los hogares pertenecientes a la comunidad de vecinos, según firmen un acuerdo de consumo.

6.4.3. Canales

Los canales se representan como la manera de hacer conocedor al cliente de la existencia de nuestro producto, con el fin de que lo adquieran.

Es a través de los canales por donde la compañía entra en contacto con los clientes, y supone un elemento importante en la experiencia del cliente.

Al negocio se podría acceder tanto por un canal físico como lógico:

- Canal físico: oficinas.
- Canal lógico: portal web y comercial que vaya ofreciendo el servicio.

Los canales tienen tres funciones principales:

- Canales de comunicación: cómo comunicarse con los clientes.

En primer lugar, los canales de comunicación tienen la finalidad de dar a conocer el producto, con el objetivo de que el mercado pueda evaluarlos y cotizarlos. La publicidad emplea técnicas diferenciadas en función del segmento de clientes al que esté dirigido.

- Canales de distribución: cómo hacer llegar al cliente la proposición de valor.

Los canales de distribución, por su parte, tienen la función de hacer llegar la proposición de valor al cliente, que en este caso pueden ser tanto particulares como entes públicos o empresas privadas.

- Canales de venta: cómo comercializar el producto.

Por último, los canales de venta sirven para acortar distancias que la empresa debe recorrer para llegar al cliente.

Hoy en día está en auge el marketing moderno, a través de redes sociales y plataformas digitales en las que se promueve un marketing dirigido a un público concreto. En este primer lienzo Canvas, se proponen las redes sociales y el portal web como canales clave para nuestro producto. Dicho portal web deberá dotarse de unas características distintivas del resto, como son un logotipo identificador, un color determinado, etc.

En concreto, se deben determinar los siguientes elementos:

- El nombre de la entidad: Fotovolt-up
- Un logo:



Figura 21. Logo creado para FOTOVOLT-UP. Fuente: elaboración propia

El logo de Fotovolt-up se ha concebido dentro de una circunferencia evocando a la Tierra y el Sol, pues la startup está enfocada a las energías renovables, y en concreto, a la energía fotovoltaica, proveniente del Sol. Por otra parte, se hace referencia a las placas fotovoltaicas, y las letras principales del nombre de la start-up, FVP.

- El sitio web: www.nachojgoas.wixsite.com/fotovoltup/

En cuanto al diseño de la página web, se busca un manejo fácil e intuitivo. El hecho de que en la página web no se muestre con claridad la información o se haga tedioso navegar por el portal, puede conllevar a que muchos clientes desistan en la compra o en la muestra de su interés.

También, el marketing tradicional llevado a cabo en eventos y ferias en los que nuestro servicio pueda tener un hueco, tanto de exposición como de patrocinio de dichos eventos (ferias de energías renovables, ferias especializadas en energía solar fotovoltaica, stands en grandes superficies comerciales dándonos a conocer, etc.).

Por último, los canales más utilizados hasta la actualidad, como el teléfono o el e-mail, forman parte de nuestros canales, además del canal físico comentado anteriormente, como sería la oficina.

6.4.4. Relación con los clientes

Describe el tipo de relaciones que una empresa establece con determinados segmentos de clientes. Las relaciones van desde personales hasta automatizadas, y se establecen y mantienen de forma independiente en los diferentes segmentos de mercado.

Las relaciones con los clientes pueden tener como finalidad captar nuevos clientes, fidelización de los clientes o la estimulación de las ventas (venta sugestiva), es decir, lograr más ingresos por parte de los clientes.

En este modelo de negocio se propone una relación lo más directa posible con los clientes. Por un lado, ésta se lleva a cabo a través del feedback en redes sociales o mediante encuestas. Por otro lado, podrá ser personal, de tipo vendedor-comprador: será necesario interactuar personalmente con los clientes, a través de los comerciales de la startup.

Por supuesto, se ofrece un servicio pre y post-venta lo más adecuado posible, además de un servicio totalmente personalizado para cada cliente.

Se contará con un buzón virtual en el portal web oficial, donde los clientes podrán dejar su opinión y las sugerencias que vean oportunas.

6.4.5. Corriente de ingresos

Representa el efectivo que una empresa genera de un determinado segmento de clientes. Es el mecanismo a través del cual la empresa captura el valor, que previamente ha generado y entregado, es decir, se generan cuando los clientes adquieren las propuestas de valor ofrecidas.

Para llevar a cabo el cálculo de la fuente de ingresos, se crea un supuesto en el que se instale un sistema de generación de energía solar fotovoltaica en la cubierta de un particular. Dicho sistema instalado, se va a suponer de dimensiones 4950 x 3960 x 35 mm, compuesto por 12 paneles de 310 W cada uno de Silicio Monocristalino, por ser las que mejor rendimiento presentan. Cada uno de los paneles tiene unas dimensiones de 1650 x 990 x 35 mm, y un peso de 17.75 kg (el plano con las dimensiones de las placas fotovoltaicas se puede encontrar en el Anexo II: Dimensiones placas fotovoltaicas empleadas). Con un precio medio por cada panel de 150 €. (AutoSolar, s.f.)

Por tanto, el coste en placas fotovoltaicas para cubrir una superficie de 19.60 m² (4.95x3.96 m) es aproximadamente de 1800 €. Suponiendo un margen de ganancia de la empresa de un 15% respecto del coste del material, el ingreso debido a material sería de unos 2070 €.

Además, para el funcionamiento de la instalación, es necesario un inversor solar que se encarga de transformar la corriente continua producida por el panel solar en corriente alterna. Dicho inversor tiene un precio medio de 1300€. Ganando la startup un 15% de dicho producto instalado, se obtiene un coste al usuario final de 1495€.

El coste de la estructura soporte se supone en 100€ por cada dos paneles solares, por tanto, para la instalación en cuestión será de 600€. Con un margen del 10% de este material, se obtendría 660€.

El cuadro de protecciones para CC y CA tiene un precio medio de 350€, que, con un 10% de beneficio, se obtiene 385€.

La legalización y el boletín, que incluye el registro y la legalización de la instalación tiene un coste de unos 300€.

Por último, la mano de obra y materiales de cableado e instalación, suponen 750€.

Por su parte, el servicio de gestión de la energía sobrante, y buscar un potencial cliente de dicha energía al usuario, además del servicio de mantenimiento llevado a cabo por parte de la startup, supone un ingreso por parte del usuario de 15€ mensuales. Además, se ofrece una garantía de 25 años por los paneles, con el servicio de gestión y mantenimiento correspondiente.

Por último, los ingresos procedentes de la publicidad que otros negocios hagan en nuestro portal web conllevarán unos ingresos de 50 euros mensuales, por parte de cada negocio publicitado, con un máximo de 5 publicitadores al mes.

Para llevar a cabo la estimación de la fuente de ingresos hay que tener en cuenta que los tiempos de instalación de placas solares son reducidos en comparación a otros sistemas, debido a su sencillez. Por ello, los tiempos de una instalación fotovoltaica para el autoconsumo en una vivienda son aproximadamente de una semana, en función de la estructura de la cubierta en la que se va a instalar, el número de paneles a instalar, y el tipo de sistema de autoconsumo que se solicita.

Se va a suponer la eficiencia de los profesionales de la startup en la instalación de dichos sistemas, y se va a estimar de media el tiempo de instalación de los sistemas fotovoltaicos por vivienda en una semana, y no más.

Si un año tiene aproximadamente 250 días laborables, se cuenta con 50 semanas de trabajo, lo que se traduce en que si la startup cuenta en el comienzo de vida con un único equipo de montaje, se podrán montar 50 sistemas de autoconsumo de placas fotovoltaicas anuales.

Con todo ello, se obtiene la siguiente fuente de ingresos, teniendo en cuenta 50 clientes que hayan confiado en nuestro servicio instalando placas fotovoltaicas en su hogar, a lo largo del primer año de vida de la startup:

Tabla 9. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia

CASO: VENTA 50 ud			
Descripción	Medición (ud)	Precio	Importe (€)
Venta de placa solar fotovoltaica	50	2070 €	103500
Inversor solar	50	1495 €	74750
Estructura soporte	50	660 €	33000
Cuadro de protecciones	50	385 €	19250
Legalización y boletín de instalación	50	300 €	15000
Mano de obra	50	750 €	37500
Gestión y mantenimiento	50	15 €/mes	9000
Publicidad en nuestra web	5	50 €/mes	3000
		Total ingresos	295000

6.4.6. Recursos clave

Describe los activos y capacidades más relevantes para garantizar el éxito del modelo de negocio. Estos recursos permiten a una empresa crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados en los que ésta opera, mantener relaciones con los clientes, y generar ingresos.

Por tanto, los recursos clave son fundamentales para poder llevar a cabo una startup y, por tanto, si falla alguno de ellos, el modelo puede desestabilizarse. En el caso de este primer lienzo Canvas, son los siguientes:

- Equipo humano: se estima que para comenzar con el negocio, con un ingeniero industrial y dos técnicos especialistas en montaje de placas fotovoltaicas, se podría llevar a cabo la materialización de este negocio. También sería necesario un comercial encargado de ponerse en contacto con los potenciales clientes, con el fin de vender el producto.
- Infraestructura física: nave para almacenaje de stock de paneles fotovoltaicos, y oficina en la que poder desarrollar nuestra actividad.
- Vehículo para servicio de transporte a domicilio: se cuenta con un vehículo para el transporte del material del sistema fotovoltaico al domicilio del cliente.
- Herramientas necesarias para montaje de instalación.

6.4.7. Socios clave

Describe la red de socios y proveedores que permiten que el modelo de negocio funcione, debido a que algunas actividades se externalizan y determinados recursos se adquieren fuera de la empresa.

Los socios clave responden a la necesidad que tienen las empresas de optimizar sus modelos de negocio, reducir riesgos o adquirir recursos y capacidades.

Inicialmente, los primeros socios serán los socios inversores, que creen en el servicio y deciden invertir capital en la puesta en marcha de la idea de negocio.

No obstante, también tendría sentido la intervención de proveedores de los recursos primarios para la fabricación de las placas fotovoltaicas. En este caso, serán los fabricantes de las marcas propias de paneles fotovoltaicos, y los fabricantes de material auxiliar, como cables, perfiles metálicos para la estructura de la instalación, etc.

6.4.8. Actividades clave

Describe aquellas actividades que una empresa debe llevar a cabo para hacer que su modelo de negocio funcione. Al igual que los recursos clave, son imprescindibles para crear y ofrecer propuestas de valor, llegar a los mercados, mantener relaciones con los clientes y generar ingresos.

En este caso, las actividades clave son el marketing y la publicidad, ya que, al tratarse de un servicio novedoso, será fundamental para el funcionamiento de la idea de negocio.

Por otra parte, la presentación del servicio en ferias y eventos relacionados con las energías renovables, así como la energía solar fotovoltaica en concreto, dando a conocer el servicio prestado. Esto llevaría a la captación dinámica de nuevos clientes.

Como actividad complementaria a la anteriormente mencionada, se proponen charlas de concienciación sobre el uso de las energías renovables, y en concreto la energía fotovoltaica, y la exposición de sus beneficios frente a las energías no renovables. Puesto que las placas fotovoltaicas tienen una garantía de uso de unos 20-25 años, se cree que estas charlas a jóvenes en colegios o institutos podrán dar sus frutos unos años después, a la hora de implantar este sistema cuando se hagan adultos. Sin duda, también ayudarán a que los jóvenes se conciencien respecto a las energías renovables, y vean con ojos de presente y futuro el servicio que presta Fotovolt-up.

6.4.9. Estructura de costes

Aquí se especifican los costes de la empresa, es decir, los diferentes elementos del modelo de negocio conforman la estructura de costes. Luego, se relaciona cada coste con los bloques definidos anteriormente, evitando generar demasiada complejidad.

Se describen los costos en los que se incurre para poder explotar el negocio. Crear y entregar valor, mantener relaciones con los clientes y generar ingresos obliga a incurrir en costos. Una vez determinadas las actividades clave, los recursos clave, y los socios clave, es sencillo calcular los costos.

En esta startup, se comenzaría con el pago a community manager por la publicidad y el marketing del producto. Por su parte, habría que pagar a las redes sociales por permitir nuestra publicidad.

Pago a los fabricantes de placas solares fotovoltaicas, y a fabricantes de material auxiliar para la instalación.

Pago del vehículo de transporte de las placas fotovoltaicas y del material a domicilio de los clientes.

Pago a personal de la empresa, como es el ingeniero industrial, los técnicos montadores de placas fotovoltaicas y el comercial.

Pago a la empresa encargada de volar Madrid y mapearlo durante el primer año de vida de la startup, aunque en los siguientes años la startup se expanda por el resto de España.

Por último, el pago de los servicios típicos de una empresa, como son el alquiler de la nave, la luz, el agua, etc.

Se procede a realizar una estimación de los costes anuales lo más real posible, teniendo en cuenta los precios de los materiales comentados en el apartado de la fuente de ingresos:

Tabla 10. Estructura de costes. Lienzo Canvas inicial. Fuente: elaboración propia

MATERIALES			
Descripción	Medición (ud)	Precio	Importe (€)
Paneles fotovoltaicos	50	1800	90000
Inversor solar	50	1300	65000
Estructura soporte	50	600	30000
Cuadro de protecciones	50	350	17500
Material auxiliar	50	15	750
Total presupuesto parcial			203250
INFRAESTRUCTURAS			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Almacén	12	1000	12000
Oficina	12	600	7200
Total presupuesto parcial			19200
LOGÍSTICA			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Vehículo transporte	12	300	3600
Total presupuesto parcial			3600
PUBLICIDAD			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Gastos en publicidad (webs, radio, tv, etc.)	12	250	3000
Total presupuesto parcial			3000
RECURSOS HUMANOS			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Informático (mantenimiento web)	12	1000	12000
Ingeniero industrial	12	1200	14400
Empresa de vuelo y mapeo de Madrid	1	10000	10000
Técnico montador placa fotovoltaica	2*12	1000	24000
Comercial	12	900	10800
Total presupuesto parcial			71200
COSTE TOTAL ANUAL			300250

Haciendo un balance de los ingresos obtenidos mediante la estimación de la fuente de ingresos y con esta estructura de costes, se obtienen pérdidas por valor de 5.250€ durante el primer año de vida de Fotovolt-up. Por tanto, tal y como se plantea el modelo de negocio no da resultados rentables. Es por ello que hay que seguir modificando el modelo de negocio, para hallar un modelo lo más repetible y escalable posible.

6.5. Mapa de empatía

El Mapa de empatía es un lienzo en el que rellenar las características que debe tener tu cliente ideal, para el que está enfocado tu producto. De esta forma, podremos dirigir el negocio hacia el segmento de clientes más adecuado. Este lienzo toma especial importancia a la hora de recibir el feedback de los clientes, puesto que si se ha realizado un mapa de empatía riguroso, se sabrá a qué tipo de cliente dirigirse para tener el feedback del producto.

A continuación se muestra el mapa de empatía realizado analizando a nuestros potenciales clientes:

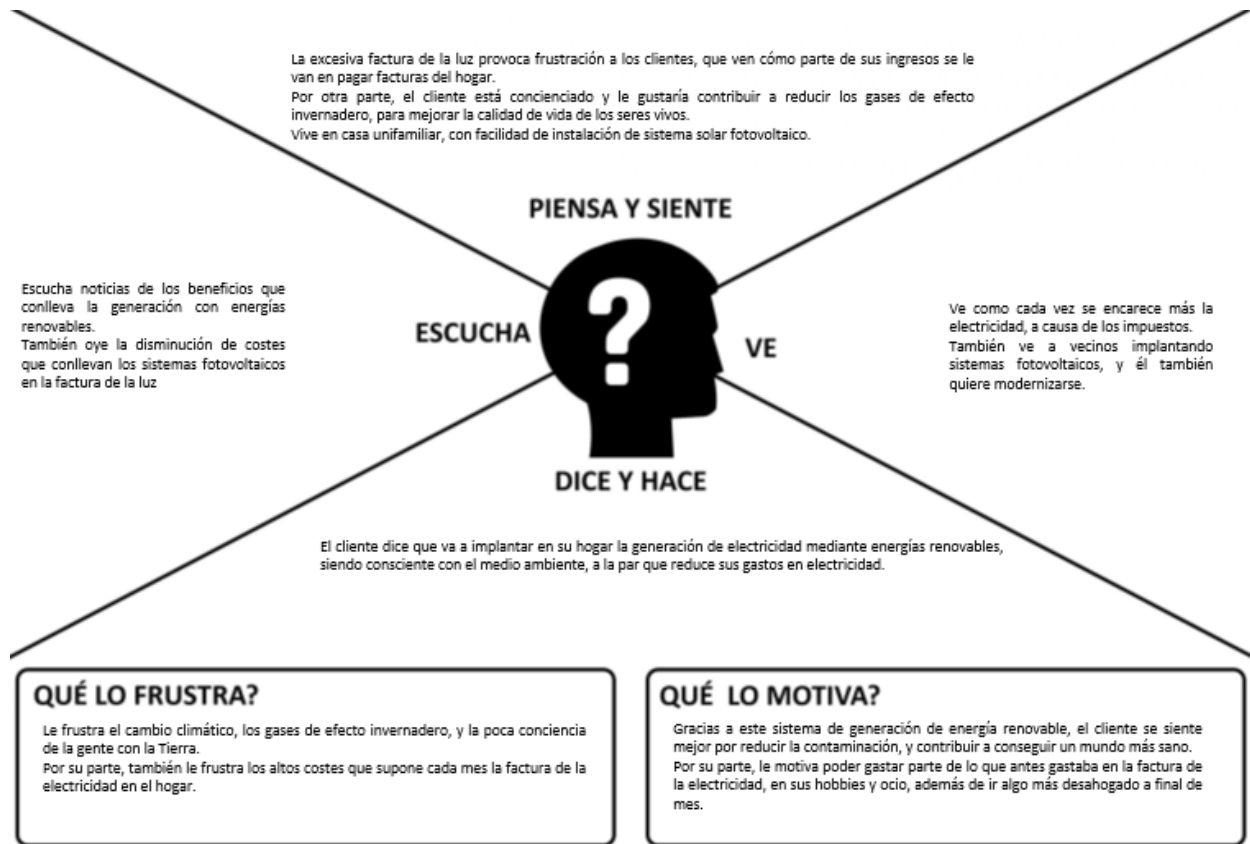


Figura 22. Mapa de empatía. Fuente: elaboración propia

Una vez realizado el mapa de empatía, se deduce que el cliente ideal tiene las siguientes características:

- Vive en vivienda unifamiliar, con facilidad de implantación de energía solar fotovoltaica. También es posible que viva en piso, donde la startup encontraría nicho de mercado para implantar el negocio.
- Está familiarizado con la cultura de energías renovables.
- Se esfuerza por no quedarse atrás en las nuevas tecnologías y mejorar.
- De clase media, preocupado por sus ingresos y sus gastos.

Una vez realizado este análisis, se deduce a qué tipo de clientes deben ir dirigidas las entrevistas y las encuestas para la validación de nuestro modelo de negocio.

6.6. Test del Producto Mínimo Viable

Con el objetivo de determinar la rentabilidad de la startup se analiza el primer lienzo Canvas propuesto, habiendo analizado también el Value Proposition Canvas y el mapa de empatía. Este análisis se lleva a cabo con una valoración por parte de nuestros potenciales clientes, mediante un proceso de encuestación realizado con el módulo de encuestas de Google, con difusión por redes sociales. La finalidad principal es comprobar si nuestro producto o servicio pudiera tener mercado, produciéndose ese flujo de ventas estimado que generaría beneficios a la startup. Con ello, también se determinará cuáles son los posibles clientes a los que se debería enfocar el producto y servicio. Es decir, se busca verificar la propuesta de valor y, si fuese favorable, a qué tipo de mercado se debe dirigir el modelo de negocio.

A partir de este análisis, se puede llegar a dos escenarios:

- El modelo del lienzo Canvas inicial se acepta como válido, ya que el producto ha captado la atención del mercado y se cree que dicho modelo ya es lo más escalable y repetible posible.
- El producto o servicio no ha calado del todo en el mercado, o la idea no ha sido lo suficientemente bien explicada o entendida, y por tanto no es posible captar los suficientes clientes. Con ello, se elaboraría un segundo lienzo Canvas, modificando aquellos aspectos que se crea oportuno, y analizando de nuevo su validez. Este proceso habría que llevarlo a cabo tantas veces como fuese oportuno hasta llegar a un modelo de negocio lo más escalable y repetible posible. Con ello, se pasaría de la startup en modo búsqueda a la startup en modo ejecución.

Por tanto, se procede a analizar los resultados obtenidos de dicho proceso de encuestación:

6.6.1. Análisis de encuesta realizada

- Objetivos

El objetivo de la encuesta es la confirmación, o no, de las hipótesis de partida planteadas. Con ello, se busca encontrar el Producto Mínimo Viable.

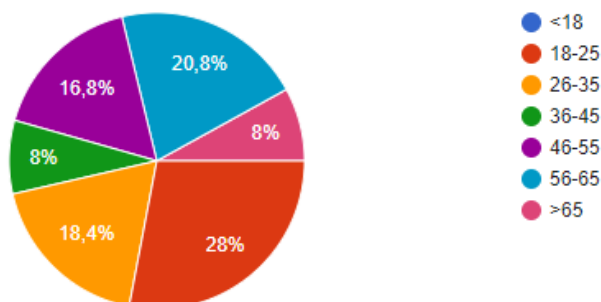
En primer lugar, se hacen una serie de preguntas personales, como la edad, el sexo o el tipo de vivienda de cada encuestado, para tener una mejor aproximación del mercado al que irá enfocado el servicio ofrecido. A continuación, se realizan una serie de preguntas referentes al grado de formación y concienciación en materia de energías renovables de los encuestados y los efectos producidos por el uso de energías no renovables, como la emisión de gases de efecto invernadero. Además, se cuestiona su implicación en torno a las energías renovables, y en concreto, a la energía fotovoltaica. Por último, se realiza una cuestión destinada a conocer quién estaría dispuesto a asimilar la inversión inicial en la implantación del sistema, con el consecuente ahorro en la factura de la luz todos los meses, a la par que contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Resultados

En la encuesta ha participado un total de 125 personas, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

1- Edad

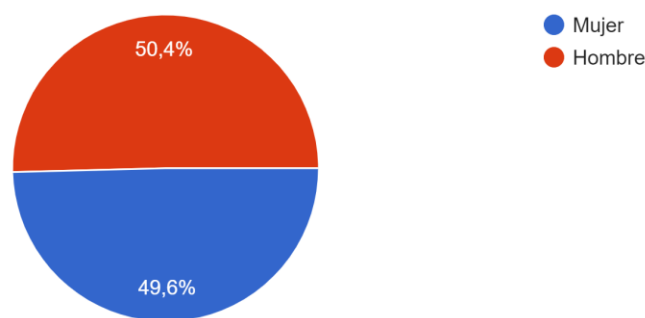
125 respuestas



Conclusión pregunta 1: analizando los resultados de la encuesta, al realizarse ésta por vía web y ser difundida por redes sociales, se puede comprobar que ha llegado a un rango amplio de edades, de entre 18 y más de 65 años. Por otra parte, se ve un reparto medianamente homogéneo entre todos los grupos de edad, con un grupo mayoritario de encuestados de entre 18 y 25 años (28%), al que le sigue el rango de edad de entre 56 y 65 años (20.8%). Por su parte, los rangos minoritarios han sido entre 36 y 45 años y entre los mayores de 65 años, que es lógico, pues las personas mayores no suelen usar las redes sociales. Por tanto, se puede pensar que los resultados de la encuesta pueden llevarnos a resultados fiables, pues todos los encuestados han sido mayores de edad, y representando a todos los rangos de edades.

2- Sexo

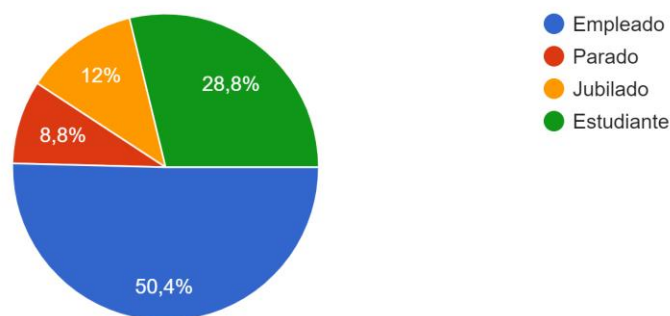
125 respuestas



Conclusión pregunta 2: con un reparto completamente homogéneo, con un 50% cada sexo, se ha encuestado al mismo número de mujeres que de hombres. Las preguntas personales descritas en esta encuesta se han llevado a cabo únicamente para saber el perfil de los encuestados.

3- Situación laboral del/de la encuestado/a

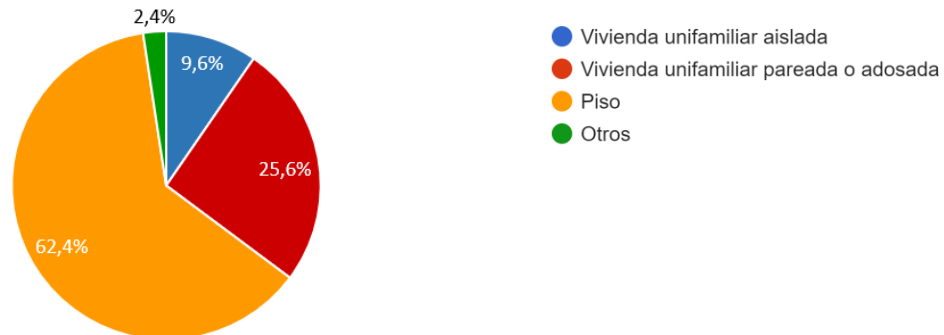
125 respuestas



Conclusión pregunta 3: como puede observarse, la mayor parte de los encuestados están en situación de empleado, con un 50%, mientras que le siguen los estudiantes, con un 28.8%. Con esta pregunta nos podremos hacer una idea si los encuestados podrían estar interesados en implantar un sistema de placas fotovoltaicas en sus hogares, puesto que se supone que un parado no podrá hacer frente a la inversión inicial necesaria para llevarlo a cabo. Por su parte, los parados representan menos del 10% de los encuestados (8.8%), por tanto, se cree un buen dato para el modelo de negocio llevado a cabo por la startup.

4- Tipo de vivienda de cada usuario/a. En caso de ser estudiante y vivir fuera del domicilio familiar, asuma que usted es el/la propietario/a de esa vivienda. En caso de ser estudiante y vivir en el domicilio familiar, asuma que usted es el/la propietario/a de dicho domicilio

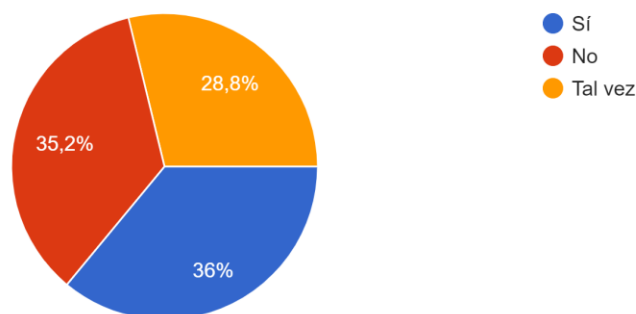
125 respuestas



Conclusión pregunta 4: como puede observarse, la mayor parte de nuestros encuestados viven en piso (62.4%), seguido de viviendas unifamiliares pareadas o adosadas, con un 25.6%. Por su parte, las viviendas unifamiliares aisladas representan cerca de un 10% del total encuestado. Esta cuestión puede poner en valor la labor de la startup de poner en contacto a todos los vecinos de un bloque, intentando que lleguen a un acuerdo para la instalación de sistemas fotovoltaicos, que quizá sin un intermediario especializado que pueda poner todo su conocimiento en dicha materia a disposición de los usuarios, no sería posible llevarlo a cabo, por desacuerdos entre vecinos que no tienen información completa y detallada del tema en cuestión.

5- ¿Cree que tiene nociones básicas sobre las nuevas tecnologías en materia de energía renovable?

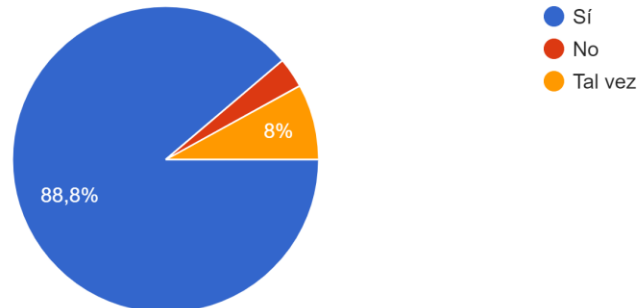
125 respuestas



Conclusión pregunta 5: prácticamente han contestado el mismo número de personas a que sí creen que tienen nociones básicas sobre las nuevas tecnologías en materia de energía renovable, y a que no las tienen (36% y 35% respectivamente). Por su parte, los que no lo tienen muy claro representan un 28.8% del total. Con esto, se puede obtener que más de un 60% de los encuestados no cree estar al tanto de las nuevas tecnologías en materia de energía renovable, cosa que debería ir cambiando en un periodo corto, pues dichas energías son el futuro del planeta. Con la implantación del modelo de negocio estudiado, se iría transformando esta realidad, en la que en los hogares españoles empezaría a tomar conciencia respecto a las nuevas energías renovables.

6- ¿Cree necesario que deba incluirse en los colegios e institutos materias y/o formaciones sobre el uso de las energías renovables y sus beneficios para el ecosistema?

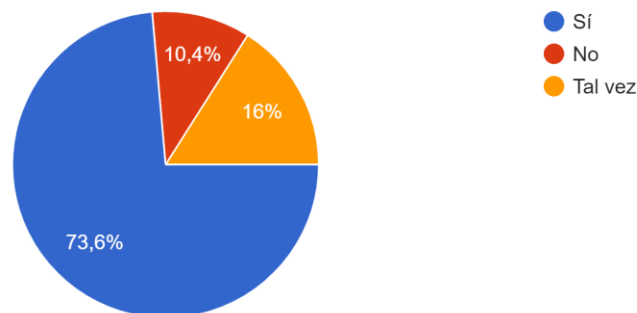
125 respuestas



Conclusión pregunta 6: sin embargo, aunque se ha obtenido en la pregunta anterior que cerca del 60% de los encuestados no sabe o no tiene nociones sobre materia renovable, cerca del 90% de los encuestados sí cree imprescindible que se deba incluir en los colegios e institutos materias y/o formaciones sobre el uso de las energías renovables y sus beneficios para el ecosistema. Con ello se puede obtener que si todos empujásemos un poco en la misma dirección, el día de mañana los niños que hoy estudian en los colegios, tendrán buen conocimiento sobre estas materias y estarán más dispuestos a implantar dichos sistemas en cualquier ámbito de sus vidas, contribuyendo a mejorar los ecosistemas. Por tanto, se ve validada la propuesta de valor de las actividades clave de charlas en colegios e institutos propuestas en el lienzo Canvas.

7- ¿Está concienciado/a sobre las implicaciones que los gases de efecto invernadero tienen sobre los ecosistemas del planeta?

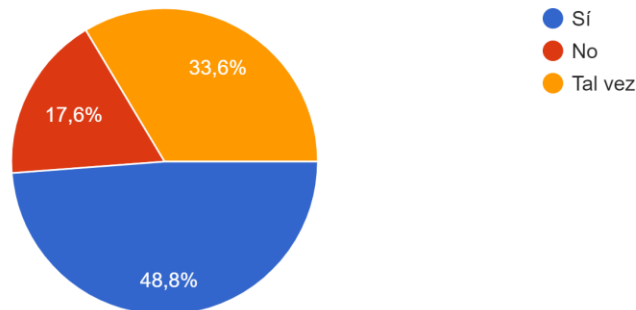
125 respuestas



Conclusión pregunta 7: por su parte, más de un 73% de los encuestados dice estar concienciado sobre las implicaciones que los gases de efecto invernadero tienen sobre los ecosistemas del planeta. Esto nos lleva a pensar que la implantación de los sistemas de energía fotovoltaica pueden ser una realidad en muchos de los hogares españoles en relativamente poco tiempo, pues la gente se encuentra concienciada en estos aspectos.

8- ¿Cree que en un futuro sólo se utilizarán energías renovables como fuente de generación de energía?

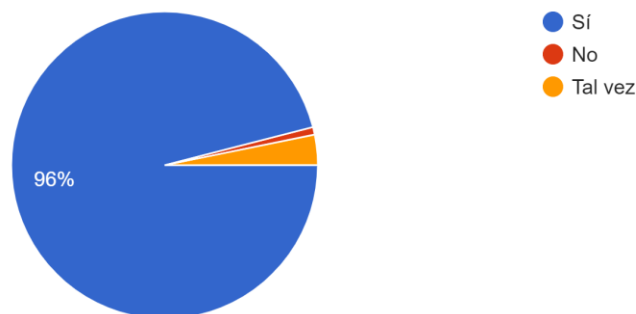
125 respuestas



Conclusión pregunta 8: como se puede observar, cerca del 50% opina que en un futuro sólo se utilizarán energías renovables como fuente de generación de energía, seguido de un 33.6% que indica que tal vez así sea. Con ello, se impulsaría la mejora de la Tierra, con la reducción a cero de los gases de efecto invernadero derivados de la utilización de energías no renovables. Se puede obtener con el análisis de estas respuestas que la mayoría de los encuestados sí piensa firmemente en el futuro de los sistemas de energía limpios.

9- ¿Le gustaría contribuir a reducir la contaminación existente mediante el uso de energías renovables?

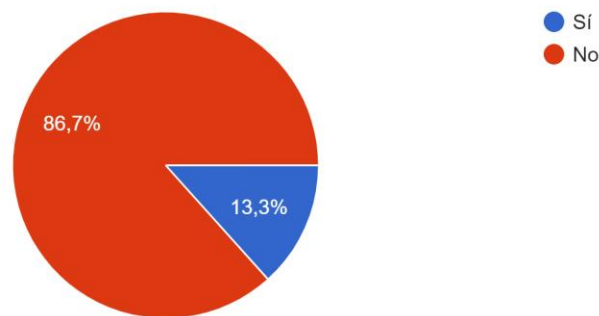
125 respuestas



Conclusión pregunta 9: prácticamente a la totalidad de los encuestados (con un 96%) les gustaría contribuir a reducir la contaminación existente mediante el uso de energías renovables. Esto indica el grado de implicación que le gustaría a la gente llevar a cabo con el objetivo de una reducción de la contaminación. Estos resultados nos impulsan a creer en nuestro modelo de negocio, pues se cree que hay mercado futuro en el que apoyarse para desarrollar la propuesta de negocio.

10- ¿Tiene instalado algún sistema de energía renovable en su vivienda?

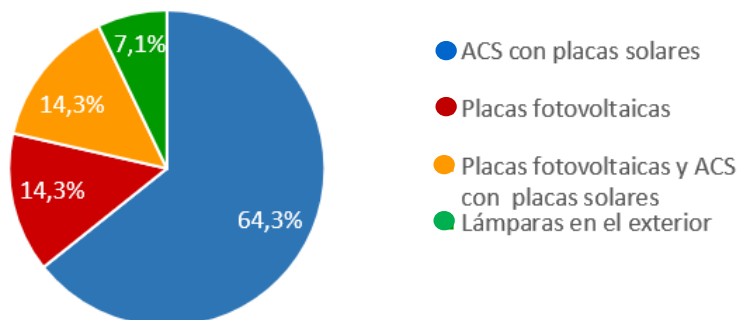
120 respuestas



Conclusión pregunta 10: sin embargo, a la pregunta de si los encuestados tenían instalado algún sistema de energía renovable en su vivienda, más del 86% ha respondido no tener ningún tipo de dichos sistemas. Estos resultados muestran la evidente escasa implantación de sistemas renovables que se han llevado a cabo hasta el momento en los hogares españoles.

11- En caso de haber contestado "Sí" en la pregunta anterior, por favor, indique qué tipo de sistema de energía renovable tiene implantado en su vivienda

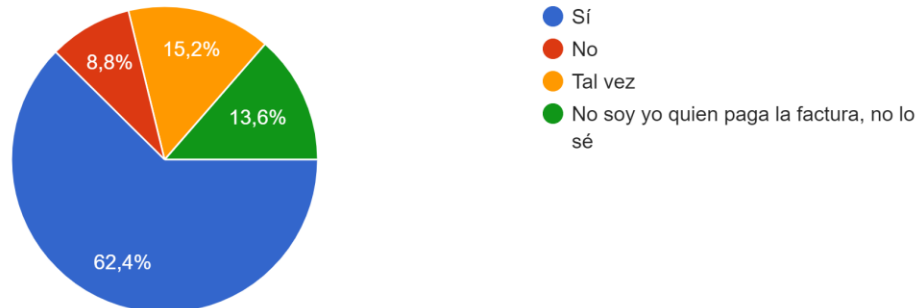
14 respuestas



Conclusión pregunta 11: de entre los que han contestado que sí lo tienen, se ha obtenido que cerca del 65% cuenta con Agua Caliente Sanitaria (ACS) con placas solares, un 14,3% cuenta con sistema de placas fotovoltaicas, y otro 14,3% cuenta con ambos sistemas de generación de energía renovable. Con estos resultados, se puede obtener que solamente 4 de los 125 encuestados cuentan con un sistema de generación de placas fotovoltaicas. Esto nos hace pensar que aún hay mucho por hacer en este ámbito, siendo una tecnología que la mayoría de hogares españoles no cuenta con ella.

12- En caso de ser propietario/a de una vivienda o estar en alquiler y ser usted quien paga la factura de la luz, ¿le supone ésta un gasto más elevado de lo que cree que sería justo?

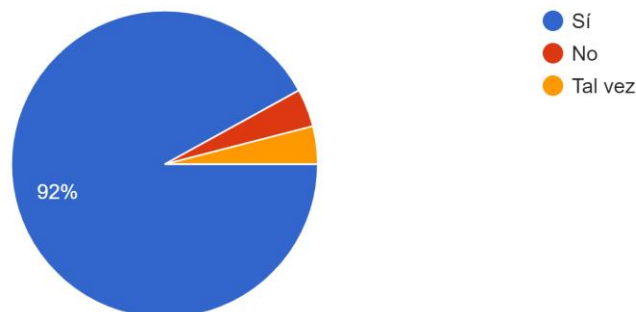
125 respuestas



Conclusión pregunta 12: a la pregunta de si los encuestados consideran excesiva la factura de la luz, más de un 62% de ellos han contestado que sí, y un 15.2% que tal vez así sea. Este resultado nos hace pensar que la startup puede conseguir un segmento de clientes que siente frustración por este hecho y que quiera ahorrar en su facturas de la luz. Este hecho, se puede llevar a cabo con la implantación de sistemas de placas fotovoltaicas en las viviendas.

13- ¿Ha escuchado alguna vez hablar de la energía fotovoltaica?

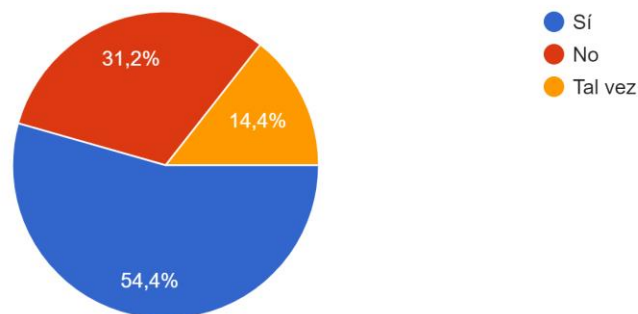
125 respuestas



Conclusión pregunta 13: de entre los 125 encuestados, el 92% de ellos ha escuchado hablar alguna vez de la energía fotovoltaica. Con ello, la gran mayoría de la población tiene alguna idea de qué se está hablando. Este hecho nos permite pensar que los potenciales clientes a los que se les ofrezca nuestro servicio no muestren rechazo a esta idea, pues se trata de algo que ya conocen o por lo hemos han escuchado hablar de ello, y no lo tomarán como una nueva idea sin fundamentos.

14- ¿Y sabe cómo funciona?

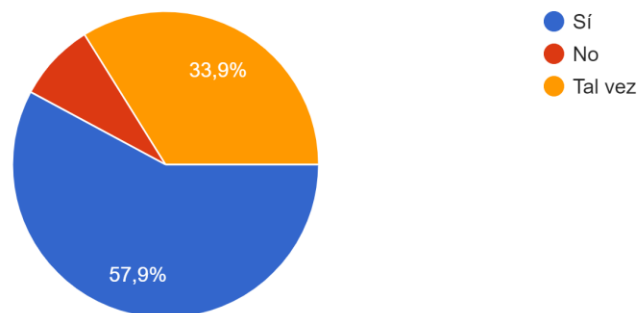
125 respuestas



Conclusión pregunta 14: de entre todos los encuestados, cerca del 55% afirma saber cómo funciona la energía fotovoltaica, mientras que cerca de un 15% quizá sabe algo, y más de un 31% afirma no saber cómo es su funcionamiento. Es por ello que la startup se compromete a contar con los mejores y más cualificados profesionales, que sean capaz de poner a disposición de nuestros potenciales clientes todo su conocimiento.

15- ¿Estaría dispuesto/a a hacer una inversión inicial para la instalación de un sistema de energía fotovoltaica en su hogar, que a la larga repercuta en una bajada del coste de la factura de la luz, a la par que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero?

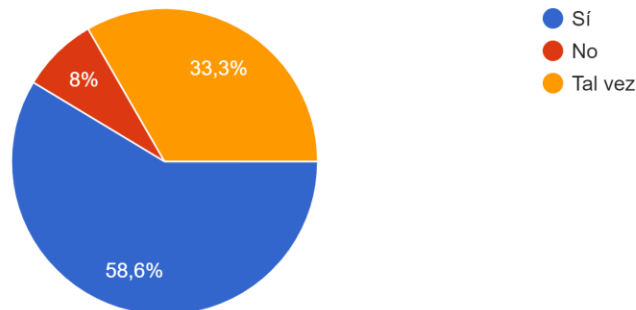
121 respuestas



Conclusión pregunta 15: a la pregunta de si los encuestados estarían dispuestos a hacer una inversión inicial para la instalación de un sistema de energía fotovoltaica en sus hogares, que a la larga repercuta en una bajada del coste de la factura de la luz, a la par que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero, cerca del 60% (57.9%) ha afirmado sí estar dispuesto a realizar la inversión inicial en este tipo de sistemas. Además, un 33.9% ha afirmado que tal vez sí estaría dispuesto. Con estos resultados se llega a la conclusión que existe mercado muy escalable en España, pues con una buena formación de nuestros empleados, quizá ese 33.9% que tal vez estaría dispuesto, se convierte en un sí después de tratar con nuestros profesionales.

16- *Sólo contestar en caso de vivir en un piso o comunidad de vecinos. ¿Estaría dispuesto/a a promover en su comunidad de vecinos la instalación de un sistema de energía fotovoltaica?

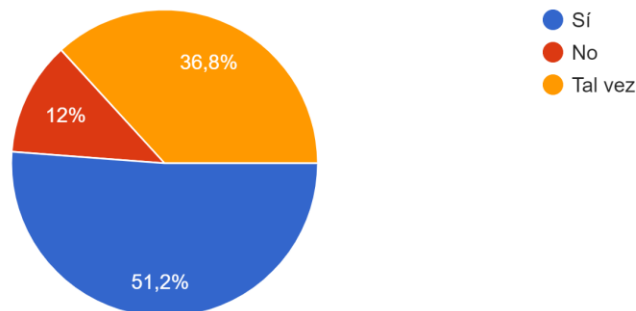
87 respuestas



Conclusión pregunta 16: para los encuestados que vivan en un piso o comunidad de vecinos, se ha lanzado la pregunta de si estarían dispuestos a promover en su comunidad de vecinos la instalación de un sistema de energía fotovoltaica. Cerca de un 60% (58.6%) afirma sí estar dispuesto a promover dicho sistema entre sus vecinos. Esto nos hace pensar en el alto grado de implicación que reside entre los encuestados y, con ello, encaminándose a la idea de negocio concebida por la startup.

17- ¿Estaría dispuesto/a a pagar una cuota a una empresa profesional y especializada que le asesore en la implantación y busque clientes para vender la energía que le sobre de su sistema de generación de energía fotovoltaica? De esta forma, usted consumiría la energía que necesita, y el excedente producido le generaría unos ingresos.

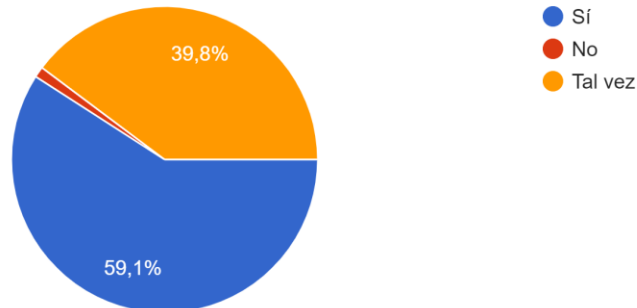
125 respuestas



Conclusión pregunta 17: analizando el resultado de esta pregunta se obtiene que más de un 50% de los encuestados estaría dispuesto a pagar una cuota a una empresa profesional y especializada que les asesore en la implantación y busque clientes para vender la energía que les sobra de su sistema de generación de energía fotovoltaica. Esto nos hace pensar que la idea de negocio es posible, obteniendo ingresos por sus gestiones, de manera que pueda ir escalando en su modelo de negocio.

18- En caso de ser propietario de una empresa, ¿estaría interesado en instalar este tipo de sistema de generación de energía renovable?

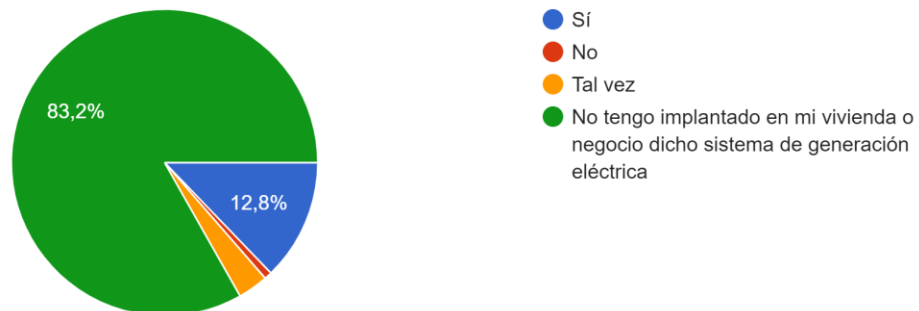
88 respuestas



Conclusión pregunta 18: en el caso de que el encuestado sea propietario de una empresa, se le ha preguntado si estaría interesado en instalar este tipo de sistema de energía renovable. En dicha pregunta, cerca de un 60% (59.1%) ha afirmado sí estar interesado en instalarlo. Esto nos abre la visión y la posibilidad de buscar negocio no solo en viviendas particulares, sino también en edificios de oficinas o fábricas.

19- Si ya tiene implantado en su hogar o negocio un sistema de generación de energía mediante placas fotovoltaicas, ¿recomendaría su instalación a la gente que aún no se ha decidido o no conocía dicho sistema?

125 respuestas



Conclusión pregunta 19: en caso de que el encuestado ya tenga implantado en su hogar o negocio un sistema de generación de energía mediante placas fotovoltaicas, a la pregunta de si recomendarían la instalación de este tipo de sistemas de generación de energía a la gente que aún no se ha decidido o no conocía dicho sistema, el 83.2% ha contestado que aún no lo tiene. Pero de entre los que lo tienen (el 16.8% restante), el 76.2% (16 de los 21 que han afirmado tener dichos sistemas implantados en sus hogares o negocios) sí recomendaría la instalación de dichos sistemas, frente al 4% que no lo recomendaría. Este resultado muestra el grado de garantía y satisfacción que arrojan estos sistemas de energía fotovoltaica, pues son realmente eficientes y a la larga contribuyen a la reducción del coste de la factura de la luz y de los gases de efecto invernadero.

Por último, se ha puesto a disposición de los encuestados un buzón de opiniones y sugerencias.

A continuación, se adjuntan las sugerencias más constructivas que nos han hecho llegar los encuestados a través de la encuesta:

Una sugerencia relativa a complementar la energía fotovoltaica con la energía eólica dice: *“REFLEXIÓN. La energía eólica y fotovoltaica se complementan en la generación. Los aerogeneradores producen más electricidad en los meses de invierno y por las noches, periodos en los que la fotovoltaica produce menos energía. SUERTE.”*

Una sugerencia respecto a las pequeñas instalaciones fotovoltaicas advierte que: *“La oferta actual de microinversores es escasa.”*

Una sugerencia relativa a la concienciación en materia de energías renovables afirma que: *“Es fundamental que todos nos concienciamos en la necesidad del uso de energías limpias.”*

Una sugerencia que nos alienta a seguir adelante con nuestro modelo de negocio dice: *“Una iniciativa muy interesante e inspiradora.”*

Una sugerencia relativa a los lugares idóneos para la implantación de los sistemas fotovoltaicos sugiere: *“Respecto a la pregunta 16, soy profesora y creo que un colegio sería una buena opción para colocar placas fotovoltaicas, ya que su tejado tiene una gran superficie para poder instalarlas.”*

Otra sugerencia que nos anima a seguir adelante con la startup dice: *“Es buena idea, me sumo a las energías renovables.”*

Una sugerencia que nos abre la ventana de diferentes energías renovables en los hogares sugiere que: *“En viviendas hay otras alternativas renovables, como la aerotermia, que podrían ser más competitivas, según qué caso.”*

Una sugerencia respecto al precio de las instalaciones fotovoltaicas afirma: *“Son muy caras a corto plazo y tardamos en rentabilizarlas.”*

Otra sugerencia dando apoyo a nuestra startup: *“Avance.”*

Una opinión respecto al acuerdo entre todas las partes en una comunidad de vecino afirma que: *“Quisimos instalarla en nuestro edificio y fue imposible por la oposición de la mayoría.”*


Por tanto, a partir de las sugerencias de los encuestados y observando los resultados obtenidos generales, se llega a la conclusión de que la población en general está en el camino de la concienciación en la implantación de energías renovables, en el sentido de que cuenta con una actitud positiva hacia el cambio de dichas energías. Por su parte, desde la visión del autor del presente documento se cree que el Producto Mínimo Viable ha tenido gran aceptación en términos generales, a expensas de realizar alguna modificación que lleve a la startup a conseguir un modelo lo más repetible y escalable posible.

Por ello, se asume la idea de que se puede abarcar un rango más amplio del segmento de clientes, pues se llega a la conclusión a través de las sugerencias de algún encuestado de que los grandes centros comerciales, naves industriales y los colegios cuentan con grandes superficies planas en las cubiertas de sus edificaciones para implantar paneles solares fotovoltaicos, con el consecuente ahorro en la factura de la luz, además de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, con una buena preparación del personal encargado de contactar con los clientes, es decir, los comerciales, que sean capaces de que los clientes se vean atraídos por la oferta ofrecida por la startup, propiciará a una mayor captación de clientes, que sin esta figura sería imposible, pues en las sugerencias enviadas por los potenciales clientes (los encuestados) nos han hecho saber que hay comunidades de vecinos que se han posicionado en contra de la implantación de estos sistemas de generación de energía, quizá por los años necesarios para la rentabilidad, o simplemente por el miedo a lo desconocido. Por ello, si un profesional es capaz de transmitir a esas personas los conocimientos y la firmeza de estas energías renovables, la startup será capaz de ser más repetible.

Con todo ello, se procede a modificar el lienzo Canvas inicial, con algunos aspectos señalados por los posibles clientes en esta primera encuesta aportando al producto y servicio una mayor funcionalidad e importancia.

6.7. Lienzo Canvas: Pivotaje 1

Una vez hecho el análisis del primer lienzo Canvas, con todas las sugerencias de los encuestados y el análisis del modelo de negocio, se procede a pivotar el lienzo Canvas inicial teniendo en cuenta que, entran a formar parte del segmento de clientes directos las grandes superficies comerciales, las naves industriales pertenecientes a empresas y los colegios. Por su parte, en las actividades clave toman cabida cursos especializados en esta disciplina para formar con un enfoque determinado a los profesionales encargados de vender el producto a los clientes. Por otra parte, con el objetivo de poder abaratar los costes, se procede a eliminar la oficina que dé servicio al público, siendo la manera de contactar para cualquier motivo mediante el e-mail, el buzón web o el teléfono con nuestro comercial. De este modo, se intenta hacer más atractivo el servicio, intentando abaratar los costes, contar con personal altamente cualificado verificado por la startup y aumentar el segmento de clientes del servicio ofrecido.

7-SOCIOS CLAVE	8-ACTIVIDADES CLAVE	1-PROPOSICIÓN DE VALOR	4-RELACIÓN CON CLIENTES	2-SEGMENTO DE CLIENTES
Proveedor de placas fotovoltaicas Proveedor de material auxiliar	Marketing y comunicación Ferias y Eventos Captación de clientes Charlas de concienciación sobre las energías renovables y sus beneficios Formación de nuestro personal	Implantación de energía solar fotovoltaica Energías renovables Servicio totalmente personalizable Ahorro en la factura de la luz (costes) Gestión de energía excedente, produciendo ingresos en el usuario Negocio win-win entre vecinos Personal altamente cualificado	Trato rápido y eficaz Servicio técnico personalizado para cada cliente Servicio pre y post-venta adecuado Feedback con encuestas y en redes sociales Buzón virtual en el portal web	Casas particulares Vecinos de los particulares que implanten placas fotovoltaicas en sus hogares Comunidad de vecinos Edificios públicos Centros educativos Grandes superficies comerciales Naves industriales de empresas
	6-RECURSOS CLAVE		3-CANALES	
	Equipo humano Vehículo para servicio de transporte a domicilio Nave para almacenaje de stock y oficina Herramientas para montaje instalación		Portal web Redes sociales Eventos y ferias Teléfono E-mail	
9-ESTRUCTURA DE COSTES		5-CORRIENTE DE INGRESOS		

Pago a Community Manager por publicidad	Venta de sistema de placas solares fotovoltaicas
Pago a redes sociales por publicidad	Gestión de energía excedente
Pago a socio fabricante de placas fotovoltaicas	Servicio de mantenimiento anual
Pago a socio fabricante de material auxiliar	Publicidad de otros negocios en la web
Pago de vehículo de transporte a domicilio	
Pago a personal: ingenieros, técnicos de placas fotovoltaicas y comerciales	
Pago a empresa encargada de volar Madrid y mapear las cubiertas de los edificios	
Pago de servicios básicos de la Start-Up (alquiler, agua, luz, etc)	

Figura 23. Lienzo Canvas: Pivotaje 1. Fuente: elaboración propia

6.7.1. Proposición de valor

La proposición de valor en este segundo lienzo Canvas no se ha visto modificada de manera sustancial respecto al lienzo Canvas inicial. Sin embargo, sí se cree oportuno señalar que con los cursos profesionales y especializados en los que se va a inscribir a nuestros profesionales, para dar el apoyo y trato a nuestros clientes, van a aportar valor a la startup, pues los conocimientos a adquirir por el personal van a estar enfocados únicamente en materia fotovoltaica y en la gestión de energía limpia. Con ello, los clientes sentirán mayor seguridad y verán más atractivo el negocio ofrecido.

6.7.2. Segmento de clientes

Por otra parte, respecto al segmento de clientes se propone implantar placas fotovoltaicas en las cubiertas de centros escolares, que suelen tener grandes cubiertas despejadas, aptas para la implantación de dicho sistema. También, se propone dicha implantación en las cubiertas de las grandes superficies comerciales y naves industriales de fábricas. Por tanto, se ve aumentado el segmento de clientes, pues el campo a abarcar se amplía sustancialmente.

6.7.3. Canales

Debido a que la inscripción de nuestro personal en los cursos profesionales específicos en materia de energía fotovoltaica y gestión de energía encarecerá los gastos y se necesita un precio competitivo, se decide eliminar el canal oficina como forma de hacer conocer a nuevos clientes de la existencia de nuestro producto o para consultas de clientes ya afianzados. Con ello, podrán seguir contando con los canales siguientes:

- Portal web
- Redes sociales
- Eventos y ferias
- Teléfono
- E-mail

6.7.4. Relación con los clientes

Por su parte, se estima que las relaciones con nuestros clientes en el primero lienzo Canvas eran adecuadas y por eso se decide mantener igual en este segundo modelo. A modo de resumen las relaciones con los clientes se realizan mediante:

- Un trato rápido y eficaz
- Un servicio técnico personalizado para cada cliente
- Un servicio pre y post-venta adecuado
- Feedback con encuestas y en redes sociales
- Buzón virtual en el portal web

6.7.5. Corriente de ingresos

Este apartado del lienzo Canvas sigue siendo igual que el modelo del primer lienzo Canvas. Se recuerda que nuestra corriente de ingresos lo conformaban los siguientes puntos:

- Venta de sistemas de placas solares fotovoltaicas
- Gestión de energía excedente
- Servicio de mantenimiento anual
- Publicidad de otros negocios en la web

Tabla 11. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas 2. Fuente: elaboración propia

CASO: VENTA 50 ud			
Descripción	Medición (ud)	Precio	Importe (€)
Venta de placa solar fotovoltaica	50	2070 €	103500
Inversor solar	50	1495 €	74750
Estructura soporte	50	660 €	33000
Cuadro de protecciones	50	385 €	19250
Legalización y boletín de instalación	50	300 €	15000
Mano de obra	50	750 €	37500
Gestión y mantenimiento	50	15 €/mes	9000
Publicidad en nuestra web	5	50 €/mes	3000
		Total ingresos	295000

6.7.6. Recursos clave

Se mantienen los mismos recursos clave que se describieron en el primer lienzo Canvas, necesarios para poder diseñar y elaborar el Producto Mínimo Viable y hacérselo saber y llegar al cliente. Se elimina únicamente la necesidad de disponer de una oficina física que dé servicio al público debido al intento de ser más competitivos en precios.

6.7.7. Socios clave

Por su parte, los socios clave de este segundo lienzo Canvas también se ven inalterados con respecto al primer lienzo Canvas. A modo de resumen, lo conforman los proveedores de placas fotovoltaicas y los proveedores de material auxiliar.

6.7.8. Actividades clave

Prácticamente se mantienen las mismas actividades clave en este segundo lienzo Canvas, a excepción de los cursos de formación a los que se inscribirá nuestro personal, para dar un servicio lo más profesional y enfocado posible a las necesidades de nuestros clientes. Con ello, los clientes se sentirán más seguros, sabiendo que están en manos de profesionales altamente cualificados, generando valor a la startup. A modo de resumen, las actividades clave son las siguientes:

- Marketing y comunicación
- Ferias y Eventos
- Captación de clientes
- Charlas de concienciación sobre las energías renovables y sus beneficios
- Formación de nuestro personal

6.7.9. Estructura de costes

La estructura de costes se ve modificada en la reducción de estos debido a que no se cuenta con oficina para dar servicio al público. Esto lleva consigo una reducción de los costes de 600€ mensuales, consiguiendo ser más competitivos en costes.

Tabla 12. Estructura de costes. Lienzo Canvas 2. Fuente: elaboración propia

MATERIALES			
Descripción	Medición (ud)	Precio	Importe (€)
Paneles fotovoltaicos	50	1800	90000
Inversor solar	50	1300	65000
Estructura soporte	50	600	30000
Cuadro de protecciones	50	350	17500
Material auxiliar	50	15	750
Total presupuesto parcial			203250
INFRAESTRUCTURAS			
Descripción	Medición (meses)	Precio	Importe (€)
Almacén	12	1000	12000
Total presupuesto parcial			12000
LOGÍSTICA			
Descripción	Medición (meses)	Precio	Importe (€)
Vehículo transporte	12	300	3600
Total presupuesto parcial			3600
PUBLICIDAD			
Descripción	Medición (meses)	Precio	Importe (€)
Gastos en publicidad (webs, radio, tv, etc.)	12	250	3000
Total presupuesto parcial			3000
RECURSOS HUMANOS			
Descripción	Medición (meses)	Precio	Importe (€)
Informático (mantenimiento web)	12	1000	12000
Ingeniero industrial	12	1200	14400
Empresa de vuelo y mapeo de Madrid	1	10000	10000

Técnico montador placa fotovoltaica	2*12	1000	24000
Comercial	12	900	10800
	Total presupuesto parcial		71200
	COSTE TOTAL ANUAL		293050

En este caso se puede apreciar cómo mejora notablemente el balance general. Haciendo un balance de los ingresos obtenidos mediante la estimación de la fuente de ingresos y con esta estructura de costes en la que se ha visto reducido el coste debido a la supresión de la oficina para dar un servicio al público, se obtiene un beneficio anual por parte de la startup de 1.950€ en el primer año de vida. Este beneficio es el capital tangible del que dispondría la startup. Obtener beneficios en el primer año de vida de una empresa da una seguridad de la rentabilidad del modelo de negocio.

Hasta ahora se ha visto que este segundo lienzo Canvas obtiene mejores resultados que el primero debido a la eliminación del coste de la oficina para dar servicio al público.

A continuación, se lleva a cabo las modificaciones pertinentes en un tercer lienzo Canvas, que nos conduzca a obtener el modelo de negocio más repetible y escalable posible.

6.8. Lienzo Canvas: Pivotaje 2

Para este segundo pivotaje se decide realizar una breve recolecta de feedback a compañeros de la E.T.S.I, puesto que son ingenieros y podrán aportar parte de su conocimiento en una startup basada en las nuevas tecnologías e ingeniería. En la misma, se les explica las funcionalidades de la startup. Una vez validada la propuesta de valor, varios compañeros con experiencias en el mundo del emprendimiento han recomendado inscribirse en programas para jóvenes emprendedores, donde se nos forma en dicha materia, además de poder recibir ayudas, como pueden ser el programa Sputnik, en Sevilla, en el que se forma a los jóvenes en las tecnologías de vanguardia que estén cambiando el mundo, como es la energía fotovoltaica; o la fundación Repsol, con el programa filantrópico de aceleración, Fondo de Emprendedores, con 120.000€ de aportación a fondo perdido, entre otros programas.

Por otra parte, después de presentarle al tutor del presente trabajo el desarrollo del modelo de negocio hasta el momento, con el objetivo de obtener un feedback de alguien experto en el emprendimiento y las startups, sugiere modificar el segmento de socios clave, con la inscripción de la startup en el programa de ayudas NEOTEC procedentes del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), perteneciente al Ministerio de Ciencia e Innovación. De esta manera, se podría obtener una financiación adecuada para la startup, que ayude con el correcto desarrollo del negocio en las primeras etapas de vida de la startup.

Con ello, se procede a formar el tercer lienzo Canvas (pivotaje 2):


<u>7-SOCIOS CLAVE</u>	<u>8-ACTIVIDADES CLAVE</u>	<u>1-PROPOSICIÓN DE VALOR</u>	<u>4-RELACIÓN CON CLIENTES</u>	<u>2-SEGMENTO DE CLIENTES</u>
Proveedor de placas fotovoltaicas Proveedor de material auxiliar Ministerio de Ciencia e Innovación	Marketing y comunicación Ferias y Eventos Captación de clientes Charlas de concienciación sobre las energías renovables y sus beneficios Formación de nuestro personal	Implantación de energía solar fotovoltaica Energías renovables Servicio totalmente personalizable Ahorro en la factura de la luz (costes) Gestión de energía excedente, produciendo ingresos en el usuario Negocio win-win entre vecinos Personal altamente cualificado	Trato rápido y eficaz Servicio técnico personalizado para cada cliente Servicio pre y post-venta adecuado Feedback con encuestas y en redes sociales Buzón virtual en el portal web	Casas particulares Vecinos de los particulares que implanten placas fotovoltaicas en sus hogares Comunidad de vecinos Edificios públicos Centros educativos Grandes superficies comerciales Naves industriales de empresas
	<u>6-RECURSOS CLAVE</u>		<u>3-CANALES</u>	
	Equipo humano Vehículo para servicio de transporte a domicilio Nave para almacenaje de stock y oficina Herramientas para montaje instalación Programa jóvenes emprendedores		Portal web Redes sociales Eventos y ferias Teléfono E-mail	
<u>9-ESTRUCTURA DE COSTES</u>		<u>5-CORRIENTE DE INGRESOS</u>		
Pago a Community Manager por publicidad Pago a redes sociales por publicidad Pago a socio fabricante de placas fotovoltaicas Pago a socio fabricante de material auxiliar Pago de vehículo de transporte a domicilio Pago a personal: ingenieros, técnicos de placas fotovoltaicas y comerciales Pago a empresa encargada de volar Madrid y mapear las cubiertas de los edificios Pago de servicios básicos de la Start-Up (alquiler, agua, luz, etc)		Venta de sistema de placas solares fotovoltaicas Gestión de energía excedente Servicio de mantenimiento anual Publicidad de otros negocios en la web		

Figura 24. Lienzo Canvas. Pivotaje 2. Fuente: elaboración propia

6.8.1. Proposición de valor

La proposición de valor de este tercer lienzo Canvas no se ha visto modificada sustancialmente respecto al segundo lienzo Canvas. Sin embargo, los dos aspectos mencionados que se van a introducir en el modelo de negocio, como es realizar la solicitud de ayudas de Proyectos NEOTEC del CDTI y la inscripción en programas de jóvenes emprendedores, sí que generan un mayor valor a nuestro producto y servicio.

6.8.2. Segmento de clientes

El segmento de clientes no ha visto ninguna modificación respecto al segundo lienzo Canvas.

6.8.3. Canales

Los canales a través de los cuales nos comunicamos con nuestros clientes tampoco se han visto modificados a partir de los dos cambios propuestos en este lienzo Canvas.

6.8.4. Relación con los clientes

Por su parte, la relación con los clientes tampoco ha visto modificada su esencia respecto al lienzo Canvas anterior.

6.8.5. Corriente de ingresos

La corriente de ingresos sigue constando de los mismos puntos, pero se dobla el número de instalaciones montadas a los clientes, pues con la inscripción en el programa de ayudas NEOTEC procedentes del CDTI, se consigue invertir en mayor personal para la instalación de los sistemas fotovoltaicos. En concreto, se dobla el número de equipos de trabajo a dos. A modo de resumen, dicha corriente de ingresos consta de los siguientes puntos:

- Venta de sistema de placas solares fotovoltaicas
- Gestión de energía excedente
- Servicio de mantenimiento anual
- Publicidad de otros negocios en la web

Tabla 13. Corriente de ingresos. Lienzo Canvas 3. Fuente: elaboración propia

CASO: VENTA 50 ud			
Descripción	Medición (ud)	Precio	Importe (€)
Venta de placa solar fotovoltaica	100	2070 €	207000
Inversor solar	100	1495 €	149500
Estructura soporte	100	660 €	66000
Cuadro de protecciones	100	385 €	38500
Legalización y boletín de instalación	100	300 €	30000
Mano de obra	100	750 €	75000
Gestión y mantenimiento	100	15 €/mes	18000
Publicidad en nuestra web	5	50 €/mes	3000
		Total ingresos	587000

Como se ha comentado, gracias a poder invertir en un equipo más de montadores especializados en placas fotovoltaicas (es decir, ahora se cuenta con 4 trabajadores especializados en montar placas fotovoltaicas, conformando 2 equipos), se puede doblar el número de instalaciones montadas en un año, generando una corriente de ingresos notablemente superior a la anterior.

6.8.6. Recursos clave

En los recursos clave de este tercer lienzo Canvas se propone además de todo lo del segundo lienzo Canvas, la inscripción a programas para jóvenes emprendedores, en el que se nos ayuda con todo lo necesario para el desarrollo de la startup. Este recurso generaría al equipo estar más preparado ante la puesta en marcha del negocio, proporcionando valor a la empresa. Como se ha comentado al comienzo de este lienzo Canvas, estos programas podrían ser, por ejemplo, el programa Sputnik, en Sevilla, en el que se forma a los jóvenes en las tecnologías de vanguardia que estén cambiando el mundo, como es la energía fotovoltaica; o la fundación Repsol, con el programa filantrópico de aceleración, Fondo de Emprendedores, con 120.000€ de aportación a fondo perdido, entre otros programas.

6.8.7. Socios clave

Por otra parte, para la financiación de la startup, se realiza la inscripción en la convocatoria de ayudas llevadas a cabo por el CDTI, denominadas ayudas NEOTEC, destinadas a nuevos proyectos empresariales que requieran el uso de tecnologías o conocimientos desarrollados a partir de la actividad investigadora y en los que la estrategia de negocio se base en el desarrollo de tecnología.

Es por ello, que el Ministerio de Ciencia e Innovación pasa a ser un nuevo socio clave, con la ayuda a la financiación de la startup mediante dichas ayudas. La solicitud a rellenar por la empresa se puede encontrar en la siguiente dirección: <https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=818&MN=2&TR=C&IDR=2776>

6.8.8. Actividades clave

Las actividades clave en el tercer lienzo Canvas no se han visto modificadas respecto al lienzo Canvas anterior. A modo de resumen, lo componen las siguientes actividades:

- Marketing y comunicación
- Ferias y Eventos
- Captación de clientes
- Charlas de concienciación sobre las energías renovables y sus beneficios
- Formación de nuestro personal

6.8.9. Estructura de costes

La estructura de costes se ha visto modificada respecto al lienzo Canvas anterior, puesto que ahora contando con las ayudas NEOTEC del CDTI, la startup se puede permitir invertir en contratar a otro equipo de personal de montaje de sistemas fotovoltaicas, doblando el número de instalaciones montadas al año. La estructura de costes se vería incrementada pues en el número de instalaciones montadas, en el número de personal montador de instalaciones fotovoltaicas (ahora, en vez de 2 técnicos montadores, contaríamos con 4), y en un vehículo más para transporte de material. Todo ello genera una seguridad en la startup, que permite invertir en más recursos para llevar a cabo un mayor rendimiento de la startup.

Tabla 14. Estructura de costes. Lienzo Canvas 3. Fuente: elaboración propia

MATERIALES			
Descripción	Medición (ud)	Precio (€)	Importe (€)
Paneles fotovoltaicos	100	1800	180000
Inversor solar	100	1300	130000
Estructura soporte	100	600	60000
Cuadro de protecciones	100	350	35000
Material auxiliar	100	15	1500
Total presupuesto parcial			406500
INFRAESTRUCTURAS			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Almacén	12	1000	12000
Total presupuesto parcial			12000
LOGÍSTICA			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Vehículo transporte	2*12	300	7200
Total presupuesto parcial			7200
PUBLICIDAD			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Gastos en publicidad (webs, radio, tv, etc.)	12	250	3000
Total presupuesto parcial			3000
RECURSOS HUMANOS			
Descripción	Medición (meses)	Precio (€)	Importe (€)
Informático (mantenimiento web)	12	1000	12000
Ingeniero industrial	12	1200	14400
Empresa de vuelo y mapeo de Madrid	1	10000	10000
Técnico montador placa fotovoltaica	2*(2*12)	1000	48000
Comercial	12	900	10800
Total presupuesto parcial			95200
COSTE TOTAL ANUAL			523900

En este caso se puede apreciar cómo mejora notablemente el balance general. Haciendo un balance de los ingresos obtenidos mediante la estimación de la fuente de ingresos con el montaje del doble de instalaciones al año y con esta estructura de costes en la que se ha visto aumentado el coste debido a que ahora se cuenta con el doble de personal para montar los sistemas fotovoltaicos y otro vehículo para transporte, se obtiene un beneficio anual por parte de la startup de 63.100€ en el primer año de vida.

7. PROYECTO PILOTO EN MADRID. MUNICIPIO ALPEDRETE

Con todo lo mencionado en los apartados anteriores del presente documento, se procede a llevar a cabo el estudio de la implantación de sistema de placas solares fotovoltaicas en la cubierta de una edificación en particular, de tal forma que los vecinos que no tengan posibilidad de instalar en las cubiertas de sus viviendas un sistema de placas fotovoltaicas, puedan comprar la energía excedente generada por un vecino, generando así un negocio entre ambas partes, a la par que contribuyendo a la utilización de energías renovables y, consecuentemente, a la reducción de gases de efecto invernadero en el planeta.

Para ello se ha hecho uso del estudio llevado a cabo por el grupo de Tecnologías de la Información Geográfica y Energías Renovables (gTIGER), perteneciente al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), mediante el cual se ha empezado a estudiar el potencial solar de los tejados del municipio de Alpedrete, en la Comunidad de Madrid. Con ello, se define qué cubiertas son adecuadas para la instalación de tecnología solar fotovoltaica y solar térmica, y cuantificará la potencial producción de electricidad y agua caliente sanitaria, respectivamente. En dicho estudio, se ha prestado especial atención a la potencialidad energética solar de los edificios públicos y extendiendo el mismo estudio a todos los inmuebles que sea posible del municipio, disponiendo de una huella precisa que definirá dónde, cómo y con qué potencia incide el sol en los tejados de Alpedrete y la posibilidad de convertir la insolación en energía.

Antes de nada, conviene comentar que el autoconsumo compartido o colectivo se da cuando: *“se dice que un sujeto consumidor participa en un autoconsumo colectivo cuando pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.”*

Por su parte, en el presente trabajo se va a llevar el tipo de autoconsumo denominado *“Autoconsumo colectivo con excedentes no acogido a compensación: los excedentes no autoconsumidos se venden al mercado. La titularidad de la instalación de generación recae en el productor. Sin embargo, cuando las instalaciones de producción se conecten a la red interior de un consumidor o cuando compartan infraestructuras de conexión con los consumidores asociados, ambos (los consumidores y el productor) responderán solidariamente por los posibles incumplimientos ante el sistema eléctrico.”*. Esta clasificación pertenece al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Por otra parte, el autoconsumo colectivo requiere dos requisitos importantes:

- Que todos los consumidores pertenezcan a la misma modalidad de autoconsumo.
- Que se elabore un Acuerdo de Reparto donde queden establecidos los criterios de reparto de la energía generada. El acuerdo deberá ir firmado por todos los consumidores y, además de quedar recogido en un acta de la Junta de Propietarios, deberá ser remitido de forma individual por cada consumidor asociado a la compañía distribuidora. Los posibles criterios de reparto se pueden llevar a cabo por los asociados siempre que se utilicen coeficientes de reparto fijo.

Que los asociados de una instalación de autoconsumo compartido establezcan sus propios criterios de reparto siempre que se utilicen coeficientes de reparto fijo significa que el reparto es estático, es decir, que si uno de los asociados produce un excedente de energía fotovoltaica que no usa, ninguno de los otros asociados podrá aprovechar ese excedente que, simplemente, se verterá a la red. Este sistema de reparto, que es el que actualmente se lleva a cabo, es distinto del reparto “dinámico” que, aunque está previsto en el Real Decreto

244/2019, aún no está desarrollado. Esta modalidad sí permitiría intercambiar energía, es decir, que un asociado pueda ceder su excedente de energía a otro y viceversa. En este sistema de coeficientes dinámicos, el reparto se iría adaptando a la cantidad de producción fotovoltaica en un momento dado y a las necesidades de energía del grupo de asociados con los que obviamente sería más eficiente y sostenible.

Por su parte, el Real Decreto muestra cierta flexibilidad en cuanto a las dimensiones y la localización de una instalación de autoconsumo colectivo. Así, establece que la instalación podrá realizarse en red interior, mediante líneas directas, o a través de red, siempre que en este último caso se cumpla al menos uno de los siguientes requisitos que resume el Manual de Tramitación de Instalaciones publicado por el IDEA, y también recogido en el mencionado Real Decreto:

- Que la conexión se realice a la red de BT que se deriva del mismo centro de transformación al que pertenece el consumidor.
- Se encuentren conectados, tanto la generación como los consumos, en BT y a una distancia entre ellos menor de 500 m, medidos en proyección ortogonal en planta entre los equipos de medida.
- Que la instalación generadora y los consumidores asociados se ubiquen en la misma referencia catastral, tomada como tal si coinciden los 14 primeros dígitos (con la excepción de las comunidades autónomas con normativa catastral propia).

(Alonso, 2019)

Con estas medidas, es posible compartir la inversión y los beneficios de una instalación común, e ir encaminados a la transición energética hacia un modelo colaborativo y descentralizado.

Para poder realizar los cálculos relativos a la implantación del sistema de placas fotovoltaicas en una determinada edificación, se va a llevar a cabo el estudio de dos tipos de energía compartida entre productor y consumidor.

Por un lado, se ha buscado una urbanización en la que la implantación de energía solar fotovoltaica no sea idónea, debido a la orientación o inclinación de los tejados de las edificaciones. Con ello se busca implantar el modelo de negocio consistente en que un edificio cercano apto para la implantación de energía solar fotovoltaica en su cubierta le pueda vender la energía producida de dicho sistema, usando como intermediario a la startup llevada a cabo en este documento, mediante la firma de un contrato de tipo PPA, que más tarde se pasará a explicar.

Por otro lado, se ha llevado a cabo el estudio de energía fotovoltaica compartida de proximidad entre dos viviendas unifamiliares, de manera que toda la energía fotovoltaica sea producida en una de las viviendas, mientras que las dos viviendas son consumidoras de ésta. Esto lleva consigo el acuerdo de unos coeficientes de reparto fijos entre ambas viviendas, que más tarde se explicarán.

7.1. Primer estudio. Urbanización Cerca de los Pinos

Este primer estudio ha sido el llevado a cabo entre un centro productor de energía solar fotovoltaica, como va a ser el Montessori School Mataespesa, perteneciente al municipio madrileño de Alpedrete, y la urbanización Cerca de los Pinos, separada de éste por una calle.

Así, se tiene la urbanización que se muestra en la siguiente figura (urbanización Cerca de los Pinos), en la que las cubiertas de las viviendas no cuentan con la orientación sur adecuada, siendo no apta la implantación de placas fotovoltaicas en los tejados de las viviendas, debido al no aprovechamiento de la luz solar:

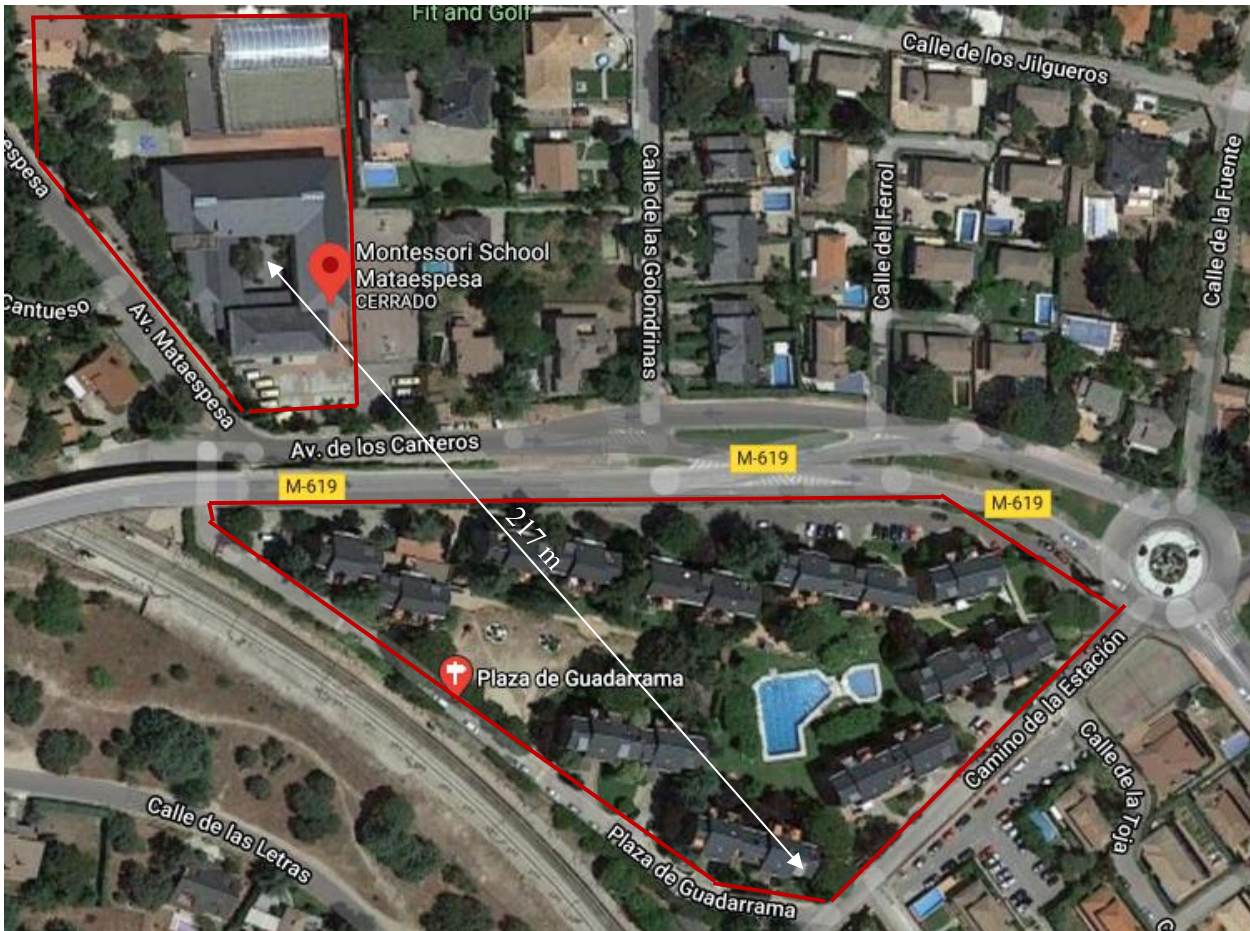


Figura 25. Urbanización Cerca de los Pinos. Fuente: <https://www.google.es/>

Por su parte, dicha urbanización cuenta con una edificación vecina, separada al norte por la Avenida de los Canteros, en la que la implantación de placas solares sería idónea desde el punto de vista técnico, puesto que tiene una orientación al sur, propicia para el aprovechamiento de la energía solar, a la vez que cuenta con una amplia superficie para la instalación en la cubierta. Dicha edificación pertenece a un colegio privado (Montessori School Mataespesa), que cuenta con una superficie construida en planta de 3003 m². Por su parte, la superficie disponible para instalación fotovoltaica es de 807 m² (en la figura de arriba, aparece que dicho colegio está cerrado, pero es únicamente por la crisis sanitaria del COVID-19, sus puertas están abiertas y el colegio operando en situación normal). Por su parte, la distancia máxima ortogonal en planta entre el sistema productor de energía y los consumidores de dicha energía es de 217 m, cumpliendo el requisito de distancia máxima ortogonal entre ambos de 500 m. Así, se obtiene el siguiente mapa solar de las cubiertas mencionadas:



Figura 26. Mapa solar de las cubiertas de la urbanización “Cerca de los Pinos” y colegio privado “Montessori School Mataespesa”. Fuente: <http://ciemat.maps.arcgis.com/>

Cabe comentar, como ya se ha mencionado al comienzo de este apartado, que el mapeo del potencial solar mostrado en la figura anterior, que recoge la cantidad de energía solar que es posible captar en las cubiertas de las edificaciones de Alpedrete, ha sido llevado a cabo por el CIEMAT, siendo usado únicamente en el presente trabajo para detectar qué cubiertas serían aptas para la implantación de placas solares fotovoltaicas.

Como puede observarse, las cubiertas de la urbanización Cerca de los Pinos no cuentan prácticamente con cubiertas aptas para la implantación de energía solar fotovoltaica, puesto que cuentan con poca superficie orientada hacia el sur, siendo la mayor parte orientada hacia el norte, recibiendo poca radiación solar a lo largo del día (valores mayoritariamente entre 0-1000 kWh/m² de radiación solar, de color azul en la leyenda).

Por otro lado, se ha hecho el ajuste de instalación de placas solares fotovoltaicas en las cubiertas del colegio Montessori School Mataespesa, utilizando las cubiertas de máxima radiación solar (en la figura anterior, las cubiertas de color rojo, con una radiación solar de 1800-200 kWh/m²), obteniéndose un total instalado de 509 placas solares fotovoltaicas como máximo, de dimensiones 1650x990x35 mm, de 310 W de potencia cada una, consiguiéndose una potencia total instalada de 157.79 kW.

Por su parte, se ha llevado a cabo un estudio de las viviendas que componen la urbanización sobre la que se lleva a cabo el estudio del presente apartado. Con un total de 17 edificios y 8 viviendas en cada uno de ellos, se constituye un total de 136 viviendas, con una superficie media de 78 m² cada una de ellas, según página oficial del Catastro (SedeCatastro, 2020). Con la superficie obtenida de cada vivienda, se ha supuesto que en cada una de ellas viven 3 personas (un matrimonio y un hijo).

Según la página oficial de Iberdrola, para una vivienda de dichas características, situada en la Comunidad de Madrid, en la que se cuenta con electrodomésticos principales como vitrocerámica eléctrica, microondas, horno eléctrico, frigorífico, lavadora y lavavajillas, sería necesario una potencia contratada de 3.45 a 4.6 kW. (Iberdrola, 2020)

Se ha supuesto que durante la mañana, el matrimonio se encuentra fuera de casa trabajando, y el/la hijo/a en el colegio, y empiezan a hacer vida en casa a partir de las 14:30 horas. Por su parte, una familia que se encuentre comprometida con el medio ambiente y las energías renovables, dispuesta a consumir energía procedente de placas fotovoltaicas, se asume que usa electrodomésticos y bombillas de bajo consumo, además de hacer un uso responsable de la electricidad consumida. Es por ello, que se va a suponer una potencia contratada por cada vivienda de 3.45 kW.

Con un total de 136 viviendas de dichas características en la urbanización, se llega a un total de energía de 469.2 kW.

Por su parte, la energía producida con la implantación del sistema de placas solares fotovoltaicas mencionado en las cubiertas del colegio Montessori School Mataespesa, constituye un total de 157.79 kW, es decir, un 33.6% del total necesario para cubrir la potencia contratada por las viviendas de la urbanización. Con esta producción de energía fotovoltaica, cada vivienda estaría ahorrando en su factura de la luz prácticamente una tercera parte todos los meses, en comparación a la factura de la luz sin contar con consumo de energía renovable.

Para llevar a cabo el contrato entre el productor de energía fotovoltaica, en este caso el colegio Montessori School Mataespesa, y la urbanización de vecinos, se recurre a la intervención de la figura de la startup, que mediante este estudio ha visto viable e interesante llevar a cabo un negocio entre ambas partes, que repercuta en la prosperidad de la economía de ambas partes y a la par, la mejora en las instalaciones del colegio, al aportar avance tecnológico en materia de energías renovables y, a su vez, a la contribución de la reducción de gases de efecto invernadero.

Este acuerdo lleva consigo la firma de un “PPA” por sus siglas en inglés Power Purchase Agreement, o lo que es lo mismo, Acuerdo de Compra de Energía, es decir, un acuerdo de compraventa de energía renovable a largo plazo, desde un activo concreto a un precio prefijado entre un productor de energía renovable y un consumidor. Por su parte, existen diversos tipos de PPA en función del punto de inyección de la energía. En este caso, se llevará a cabo un PPA On-site, que consiste en un contrato para el suministro de energía eléctrica desde una instalación fotovoltaica montada en las instalaciones del cliente y conectada a su red interior. El productor renovable realiza la inversión, diseña, monta, opera y mantiene la instalación. Por su parte, el comprador se ahorrará los peajes de transporte y distribución, y el generador se ahorrará el impuesto de generación. La energía generada por los paneles es energía que el cliente deja de demandar de la red y el productor la ofrece a un precio más competitivo. Cuando el PPA OnSite finaliza (8-15 años), la energía generada por esos paneles pasa a ser gratuita y la instalación pasa a ser propiedad del cliente.

Este tipo de contratos ofrece ventajas a ambos perfiles, tanto al consumidor como al productor de energía fotovoltaica, principalmente de tipo económicas y reputacionales; es decir, gracias a la firma de PPAs los clientes obtendrán ahorros y una estabilidad en el precio de la luz y además, muestran su compromiso con el medio ambiente.

- Ventajas más importantes para el consumidor:
 - Suministro de energía limpia y trazable desde un activo concreto.
 - Genera adicionalidad: gracias a la firma de un PPA se viabiliza la inversión en nuevos activos renovables que reducirán la generación de energía procedente de fuentes contaminantes.
 - Energía a precio competitivo (importantes descuentos sobre el precio actual y futuro de la energía).
 - Electricidad a precio estable y predecible.
 - Cada producto está adaptado al perfil del cliente.

- Ventajas más importantes para un desarrollador:
 - Permite invertir en nuevos activos gracias a la certidumbre de ingresos a largo plazo que proporciona.
 - Permite tomar una decisión de inversión bajo criterios de rentabilidad vs riesgo.
 - Permite conseguir la financiación necesaria para llevar a cabo el proyecto.
 - Establece relaciones a largo plazo con los clientes finales.

(Iberdrola, 2020)

Con todo esto, las PPAs se están convirtiendo en una de las maneras más transparente, natural y libre donde se encuentra la oferta y la demanda de electricidad, y muestra de ello es la reciente evolución de este mercado:

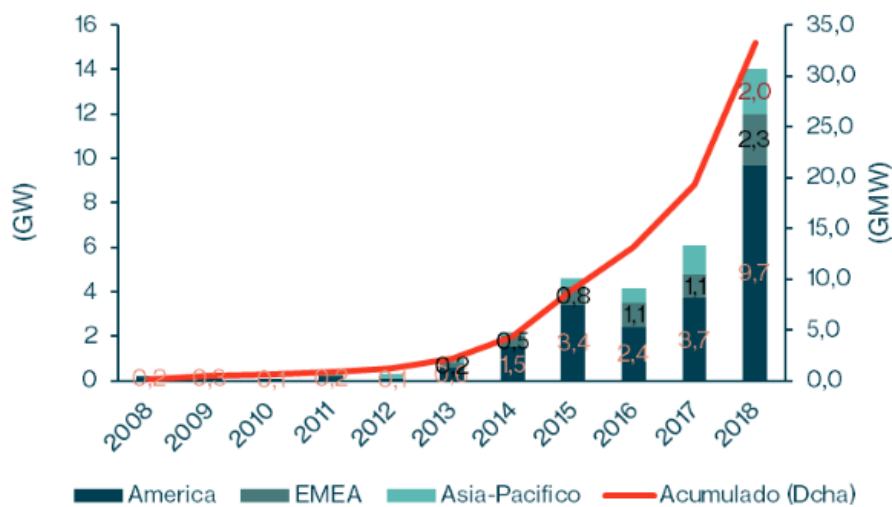


Figura 27. Evolución del volumen mundial de PPAs (GW) firmados. *EMEA = Europa, Oriente Medio y África. Fuente: Bloomberg.

Para resumir, un PPA no deja de ser un contrato bilateral entre un productor y un consumidor por el que se fija un precio de compraventa para una determinada cantidad de electricidad (MWh) durante un plazo de tiempo acordado de antemano. (Opengy, 2019)

Así pues, se fija un contrato de compraventa entre el productor de energía fotovoltaica (Montessori School Mataespesa) y la urbanización de vecinos, con un representante elegido democráticamente en la urbanización, que será el encargado de representar a todos sus vecinos.

Con la instalación por parte del colegio del sistema de placas fotovoltaicas, el colegio tiene que hacer una inversión inicial de aproximadamente 160.000€ (suponiendo un coste aproximado de 1€ por kW instalado, pues cuanto mayor sea la instalación, menor es el coste unitario, y el precio para una instalación tipo de una única vivienda es de 1.20€/kW instalado). Si durante los 5 primeros años, cada vivienda le paga al colegio la parte proporcional de su factura, correspondiente a la parte de energía suministrada a cada una de ellas por el colegio (es decir, cada vivienda suponemos que le paga mensualmente durante los cinco primeros años al colegio 20€ por contribuir a generar la tercera parte de energía necesaria por cada vivienda), la instalación queda rentabilizada en estos cinco primeros años. Con un acuerdo PPA firmado entre ambas partes, con una duración de 15 años, durante los 10 años restantes después de rentabilizar la instalación, el precio de venta de esa energía por parte del productor de fotovoltaica a la urbanización se reducirá un 80%, pasando a pagar 4€ en lugar de 20€ mensuales por cada vivienda. Con la firma de este acuerdo PPA, el productor se asegura durante estos 10 años restantes unos ingresos anuales de 6.528€, con un total al finalizar el contrato de 65.280€. Por su parte, los consumidores de energía fotovoltaica cada mes van a ver reducida su factura de la

luz en 16€, generando unos ahorros anuales por cada vecino de 192€, que traducido a la finalización del contrato será de 1.920€ por vecino, haciendo un total de ahorro a la comunidad de vecinos de 261.120€. A partir de la finalización de este contrato PPA, podría renovarse con los clientes, según acuerden ambas partes, o quedarse con la instalación el productor de energía, generando la electricidad para el propio consumo del colegio.

Con este estudio se ha puesto de manifiesto la posibilidad de la startup de implantar su modelo de negocio, de manera que hubiese puesto en contacto a dicho colegio con la urbanización, y habría creado el negocio entre ellos, de manera que el colegio tendría la posibilidad de instalar el sistema de placas fotovoltaicas en sus cubiertas, y podría venderle dicha electricidad a los vecinos, a la par que los vecinos, que no podían instalar placas fotovoltaicas en sus cubiertas, pudiesen consumir la electricidad proveniente de energía renovable, con el consecuente ahorro en sus facturas, debido al uso de dicha energía.

7.2. Segundo estudio. Vivienda unifamiliar

Como se ha comentado, se ha llevado a cabo otro supuesto en el que la startup estudie la situación entre dos viviendas unifamiliares, e implante su modelo de negocio, generando beneficios tanto para los clientes como para la propia startup.

Por tanto, se realiza otro estudio en dos viviendas unifamiliares, también pertenecientes al municipio madrileño de Alpedrete. Gracias al estudio comentado en el apartado anterior llevado a cabo por el CIEMAT, se ha encontrado una vivienda unifamiliar con una gran superficie disponible para la instalación de placas solares fotovoltaicas, y con una orientación e inclinación adecuada. Por su parte, se localiza a escasos 63 metros de dicha vivienda, otra unifamiliar con escasa cubierta para la implantación de dichos sistemas. Además, la parcela en la que se encuentra construida dicha vivienda cuenta con numerosos pinos, creando obstáculos de sombra que se interponen entre la radiación solar y la cubierta de dicha vivienda. Es por ello, que la implantación de un sistema de placas solares fotovoltaicas se hace inviable en esta vivienda.

Se lleva a cabo, por tanto, el estudio de energía compartida entre ambos clientes. A continuación, se muestran las dos viviendas mencionadas:



Figura 28. Viviendas unifamiliares en las que se aplica el modelo de negocio de la startup. Fuente: <https://www.google.com/>

Como puede observarse, la vivienda marcada en color verde cuenta con una gran superficie para la implantación de placas fotovoltaicas, mientras que la vivienda marcada en color rojo se encuentra con orientación no óptima para la implantación de placas fotovoltaicas, además de estar prácticamente cubierta por la sombra generada por los altos pinos existentes en la parcela. Además, ambas viviendas se encuentran a 63 m de distancia en planta, cumpliendo con el máximo exigido por el RD 244/2019 ($d < 500$ m).

Por ello, desde la startup se propone la implantación del modelo de negocio entre ambos propietarios, de manera que la vivienda apta para la implantación de dicho sistema de generación de energía pueda venderle la energía excedente a la otra vivienda.

A partir del estudio llevado a cabo por el CIEMAT, se obtiene el siguiente mapa solar de las cubiertas mencionadas:



Figura 29. Mapa solar de las cubiertas de ambas viviendas. Fuente: <http://ciemat.maps.arcgis.com/>

Por su parte, se ha realizado un estudio de las viviendas sobre las que se lleva a cabo el estudio del presente apartado. Se obtiene que la vivienda productora tiene una superficie construida según catastro de 287 m², mientras que la vivienda que comprará la energía excedente cuenta con una superficie construida de 222 m². (SedeCatastro, 2020). Con la superficie obtenida de cada vivienda, se ha supuesto que en cada una de ellas viven 5 personas (un matrimonio con 3 hijos).

La vivienda productora de energía solar fotovoltaica cuenta con una cubierta orientada al sur, con 28% de inclinación, y una superficie con radiación solar máxima de 109 m².

Según la página oficial de Iberdrola, para una vivienda de dichas características, situada en la Comunidad de Madrid, en la que se cuenta con electrodomésticos principales como vitrocerámica eléctrica, microondas, horno eléctrico, frigorífico, termo eléctrico, lavadora y lavavajillas, además de calefacción con bomba de calor y aire acondicionado en 4 habitaciones, sería necesario una potencia contratada de 8.05 a 9.20 kW. (Iberdrola, 2020)

Llevando a cabo el estudio de la implantación de las placas fotovoltaicas en dicha cubierta, se obtiene un ajuste de instalación de 36 placas solares fotovoltaicas, de 310 W de potencia cada una, con unas dimensiones de 1650x990x35 mm, produciendo un total de 11,160 kW.

Se ha supuesto, como en el apartado anterior, que en invierno durante la mañana, el matrimonio se encuentra fuera de casa trabajando, y los hijos en el colegio, y empiezan a hacer vida en casa a partir de las 14:30 horas. En verano, la vida la harán en la vivienda prácticamente desde el comienzo del día hasta el atardecer. Por su parte, una familia que se encuentre comprometida con el medio ambiente y las energías renovables, dispuesta a consumir energía procedente de placas fotovoltaicas, se asume que usa electrodomésticos y bombillas de bajo consumo, además de hacer un uso responsable de la electricidad consumida. Es por ello, que se va a suponer una potencia contratada por cada vivienda de 8,05 kW.

Con esta potencia contratada, y con la producción de energía fotovoltaica mencionada anteriormente, ambas viviendas verían cubiertas sus necesidades energéticas en un 70% en el período de consumo punta, suponiendo que durante el resto del día prácticamente verán cubiertas sus necesidades energéticas al 100%, pues no durante todo el día se está consumiendo el máximo de la potencia contratada.

Acogiéndonos al RD 244/2019, “en el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I de dicho Real Decreto.”

En dicho Anexo I, se recoge el coeficiente β_i como “coeficiente de reparto de la energía generada entre los consumidores que participan del autoconsumo colectivo. Para cada consumidor i participante del autoconsumo colectivo. Este coeficiente tomará el valor que figure en un acuerdo firmado por todos los consumidores participantes del autoconsumo colectivo y notificado a la empresa distribuidora como encargada de lectura de los consumos. El valor de estos coeficientes podrá determinarse en función de la potencia a facturar de cada uno de los consumidores asociados participantes, de la aportación económica de cada uno de los consumidores para la instalación de generación, o de cualquier otro criterio siempre que exista acuerdo firmado por todos los participantes y siempre que la suma de estos coeficientes β_i de todos los consumidores que participan en el autoconsumo colectivo sea la unidad. En cualquier caso, el valor de dichos coeficientes deberá ser constante. El coeficiente tomará el valor de 1 en los casos en que solo exista un consumidor asociado a una instalación próxima a través de la red.

La empresa distribuidora como encargada de lectura deberá aplicar los coeficientes de reparto β_i que contenga el acuerdo firmado que le haya sido notificado. En todo caso, estos coeficientes deberán tener valores fijos para todas las horas de un periodo de facturación.” (Ecológica, 2019)

Con todo esto, se fija que ambas viviendas, tanto la vivienda productora de energía solar fotovoltaica como la vivienda receptora de energía, tomarán un coeficiente de reparto fijo $\beta_1 = \beta_2 = 0.50$. Con dichos coeficientes de reparto, ambas viviendas ven cubiertas las necesidades mencionadas anteriormente, de tal forma que en el mismo instante, la vivienda “1” puede tomar 5.58 kW de potencia, mientras que la vivienda “2” puede tomar otros 5.58 kW.

Llevando a cabo este estudio, la startup ha concebido esta situación interesante tanto económica como ambientalmente, poniendo en contacto a los propietarios de ambas viviendas, con objeto de proponerles este negocio. Con ello, ambos propietarios verían reducido el coste de la factura de la luz en torno a un 70% mensualmente. Por su parte, la vivienda receptora de energía fotovoltaica también es propietaria de sus placas solares, pues ambas van a pagar la instalación a medias, según el contrato firmado por ambas partes. Sin embargo, esta segunda vivienda tendrá que pagar un canon a la vivienda productora de fotovoltaica, pues esta situación de excepcionalidad no sería posible llevarla a cabo en la segunda vivienda, pues la cubierta de esta vivienda no es apta para este tipo de instalaciones. Por ello, esta segunda vivienda le pagará mensualmente durante los 10 primeros años a la vivienda productora de fotovoltaica un canon de 30 €. A partir de los 10 primeros años, este canon se supone pagado a todos los efectos.

Con este contrato, ambas viviendas obtienen beneficio propio, pues ambas se introducen en el nuevo mundo de las energías renovables de autoconsumo, dotando de valor su vivienda, a la par que contribuyen a mejorar las consecuencias de los gases de efecto invernadero, con la disminución de producción de energía no renovable, y a su vez disminuyendo el coste de la factura mensual de la luz.

7.3. Rentabilidad instalación fotovoltaica

Se va a realizar el cálculo de rentabilidad para cada una de las viviendas unifamiliares propuestas en el apartado anterior.

Con la instalación propuesta, cada vivienda contará con 18 paneles para su propio uso, y una potencia instalada de 5580 Wp. Esto supondrá una inversión inicial por parte de cada vivienda de unos 6696€ aproximadamente, teniéndose en cuenta que el precio de la instalación fotovoltaica por W instalado es aproximadamente 1.20€ (este cálculo se ha llevado a cabo en el Anexo III: Cálculo de rentabilidad de sistemas de placas fotovoltaicas). Realmente la inversión por hogar será algo menor, pues ambas viviendas comparten el inversor, que es la parte más cara de la instalación.

Para este caso concreto se va a suponer que las viviendas cuentan con Iberdrola como suministrador de la energía contratada. El precio del kWh de Iberdrola varía dependiendo de la tarifa elegida y del mercado en el que cada cliente tenga contratada la luz.

Actualmente el precio del kWh de Iberdrola es de 0.1349 €/kWh para la tarifa “Plan Estable” sin discriminación horaria, cuyas características son:

- Precio fijo las 24 horas del día durante 12 meses
- Flexibilidad sin permanencia
- 10% de descuento en el consumo de 12 meses (ya incluido)

Para llevar a cabo la rentabilidad de la instalación mencionada, el equipo de la startup se ha puesto en contacto con Quetzal ingeniería, empresa que nos ha proporcionado unas hojas de cálculo para hallar la rentabilidad de autoconsumo con instalaciones fotovoltaicas. (Isaac Torregrosa, 2018)

Se hace el cálculo de cada vivienda por individual, pues ambas viviendas pagan el 50% de la instalación. Para dicho cálculo, se ha indicado una potencia instalada de 5580 Wp (18 placas de cada vivienda, con 310 Wp cada placa), y un precio de 1.20 €/Wp instalado.

Por su parte, la comunidad autónoma de Madrid se clasifica como zona climática 4, y Alpedrete se localiza cercana a Collado Villalba, necesario para hallar el coeficiente de producción según las horas de sol diaria.

Se toma la actividad de la instalación como vivienda conectada, con un precio de venta de excedente de 0.045€/Wp. A su vez, se pide un préstamo del total del coste de la instalación a cinco años, pagada con fondos propios al 100%, y una tasa de interés de 2.50%.

Por su parte, el IPC (Índice de Precios al Consumo) se ha tomado con un valor de 1.50%, el Impuesto de Sociedades al 25% y el Incremento del Precio de la Energía al 4%.

Puesto que la familia vive durante todo el año en la vivienda, se va a suponer un consumo constando durante todos los meses, y un consumo medio anual para viviendas unifamiliares de 15516 kWh, según la página oficial de la OCU (OCU, 2016), rescatando los datos de un estudio llevado a cabo por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, del Ministerio para la Transición de Energía y el Reto Demográfico).

Según las horas de sol mensuales, la producción fotovoltaica se ha calculado para cada mes:

Tabla 15. Producción fotovoltaica mensual. Fuente: hoja de cálculo Quetzal ingeniería

Mes	Producción Fotovoltaica (kWh)
Enero	560.28
Febrero	607.53
Marzo	810.04
Abril	798.79
Mayo	877.54
Junio	894.42
Julio	922.55
Agosto	888.80
Septiembre	759.41
Octubre	703.16
Noviembre	547.34
Diciembre	502.34

Con todo ello, el usuario de la instalación obtendría la rentabilidad de ésta en 7 años, generándole ingresos a partir del octavo año. Por su parte, la TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) calculada a 25 años es de un 16%, y a 40 años de un 17%. Como se ha dicho anteriormente, todos los cálculos realizados para hallar la rentabilidad de la instalación se encuentran en el Anexo III: Cálculos de rentabilidad de sistemas de placas fotovoltaicas.

8. MODO DE FINANCIACIÓN DE LA STARTUP

Con el objetivo de encontrar la mejor financiación para nuestro modelo de negocio, que se adaptase a nuestras necesidades y nos permitiera trabajar la idea, se ha investigado sobre las posibles formas de financiación de una startup en España, llegándose a la siguiente línea de financiación:

Como modelo de financiación para la startup que se está llevando a cabo en el presente documento, se propone buscar ayuda en la financiación por parte del Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. Dicha entidad es de tipo Pública Empresarial, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas, con el objetivo de contribuir a mejorar el nivel tecnológico de éstas mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Evaluación técnico-económica y concesión de ayudas públicas a la innovación mediante subvenciones o ayudas parcialmente reembolsables a proyectos de I+D desarrollados por empresas.
- Gestión y promoción de la participación española en programas internacionales de cooperación tecnológica.
- Promoción de la transferencia internacional de tecnología empresarial y de los servicios de apoyo a la innovación tecnológica.
- Apoyo a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica.

Por su parte, el CDTI concede a las empresas ayudas económicas propias y facilita el acceso a la de terceros (Subvenciones del Programa Marco de I+D de la UE, por ejemplo) para la realización de proyectos de investigación y desarrollo tanto nacionales como internacionales.

Además, presta apoyo a la empresa para desarrollar en cooperación internacional, para lo que ofrece ayudas a proyectos de innovación y transferencia de tecnología, de red exterior y los proyectos de cooperación multilaterales (Eureka e Iberoeka) y bilaterales con Canadá, Japón, China, Corea del Sur, India y Sudáfrica.

Adicionalmente el CDTI ha sido habilitado como órgano competente para emitir informes motivados vinculantes de los proyectos que haya concedido ayudas cualquiera de sus líneas (Real Decreto 2/2007). Estos documentos proporcionarán a las empresas españolas que tengan un proyecto aprobado y con ayudas públicas concedidas por CDTI una mayor seguridad jurídica a la hora de obtener desgravaciones fiscales por los gastos incurridos en las actividades de I+D de dichos proyectos.

Dentro del CDTI, el Programa NEOTEC tiene como objetivo el apoyo a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica (EBT), es decir, una compañía cuya actividad se centra en la explotación de productos o servicios que requieran el uso de tecnologías o conocimientos desarrollados a partir de la actividad investigadora. Las EBT basan su estrategia de negocio en el dominio intensivo del conocimiento científico y técnico.

El aspecto más relevante en las propuestas apoyadas en esta línea ha de ser una estrategia de negocio basada en el desarrollo tecnológico (la tecnología debe ser el factor competitivo de diferenciación de la empresa), basándose en la creación de líneas de I+D+i propias.

No se adecuan las empresas cuyo modelo de negocio se base, primordialmente, en servicios a terceros, sin desarrollo de tecnología propia.

Estas ayudas consisten en subvenciones de hasta el 70% del presupuesto de la actuación, con un importe máximo de subvención de 250.000 € por beneficiario.

Con un presupuesto mínimo financiable de 175.000 €, para proyectos de 1 ó 2 años de duración.

Se podrán financiar los siguientes gastos:

- a) Inversiones en equipos.
- b) Gastos de personal.
- c) Materiales.
- d) Colaboraciones externas/asesoría. En estos gastos se podrá incluir el coste derivado del informe de evaluación del experto o la certificación del auditor externo, acreditativos del carácter de empresa innovadora.
- e) Otros costes: alquileres, suministros, cánones y licencias, gastos de solicitud y mantenimiento de patentes y otros derechos de propiedad industrial, seguros y gastos derivados del informe del auditor. Estos últimos tendrán un límite máximo de 2.000 € por beneficiario y anualidad.

(CDTI, 2006)

Las bases y la solicitud para optar a dicho programa de ayudas se pueden encontrar en la siguiente dirección:
<https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=818&MN=2&TR=C&IDR=2776>

9. PROTOTIPO DEL SERVICIO

Con un objetivo claro, la idea de negocio pretende dar servicio a los clientes que se muestren preocupados por su factura de la luz, y quieran pasarse a la generación fotovoltaica. Para ello, se crea una página web que les informe sobre las funciones que les ofrecemos, que les permita ponerse en contacto con nosotros, e incluso que el cliente pueda investigar el potencial solar de la cubierta de su vivienda o de su región. La principal premisa radica en cómo hacer para que navegar por la web no se le haga tedioso al cliente, sino un lugar en el que encontrar la información fácilmente. Por tanto, el diseño de la página web intenta ser lo más dinámico posible, con una interfaz sencilla. Se crea pues una aplicación web para ordenador y móvil, a través de la cuál el cliente puede obtener toda la información que necesite, además de poder ponerse en contacto con el personal de la startup.

A continuación, se explican las diferentes secciones de las que está compuesto el prototipo de la página web de la startup FOTOVOLT-UP:

9.1. Página web y aplicación móvil

La página web se ha realizado con la ayuda de una plataforma de diseño de páginas web online proporcionado por www.wix.com, que permite visualizar la apariencia que tendrá la página web en el ordenador y en el móvil, apta para cualquier dispositivo y que simula perfectamente el comportamiento que tendrá el producto real. La dirección para poder acceder a visualizar la página web es: <https://nachoigoas.wixsite.com/fotovoltup>

9.1.1. Pantalla de inicio

En la pantalla de inicio nos encontramos el logo y el nombre de la startup, además de unos accesos directos a las partes más relevantes de la empresa, como son Inicio, Servicios, Planes y precios, Blog, Quiénes somos, Asociados, el email de contacto servicio@fotovoltup.com y el número de teléfono de contacto 900 123 456.

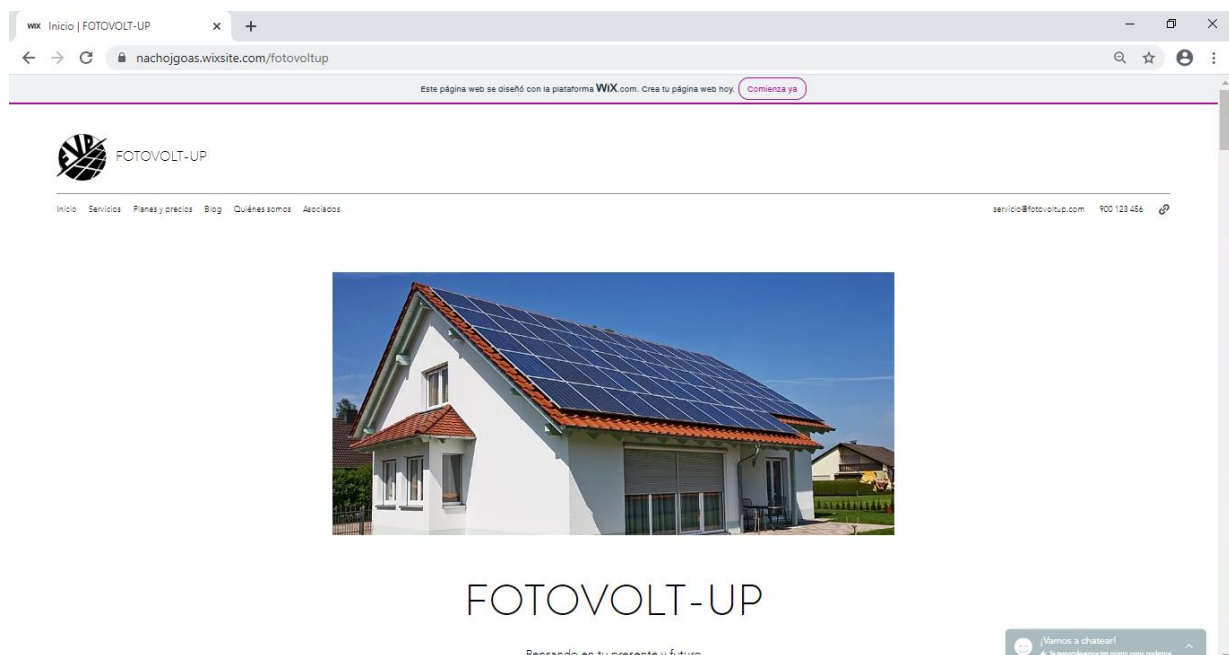


Figura 30. Sección página web: Inicio. Fuente: elaboración propia

9.1.2. Servicios ofrecidos

La siguiente sección engloba a los servicios ofrecidos por la startup. En ellos se resumen las funcionalidades de Fotovolt-up, que son las siguientes:

- Instalación personalizada según cliente: servicio completamente personalizado, con estudio exhaustivo del hogar.

Pinchando en esta sección, un comercial de fotovolt-up se pondría en contacto con usted, para informarse de su vivienda, y poder ofrecerle un plan personalizado según sus necesidades.

- Estimación de ahorro personalizada: los ahorros solares se calculan utilizando el tamaño y la forma de la cubierta, las áreas sombreadas del tejado, el clima local, los precios locales de la electricidad, los costos solares y los incentivos estimados a lo largo del tiempo. Usando una dirección de muestra, eche un vistazo a la estimación detallada que Proyecto FOTOVOLT-UP puede darle.

En esta sección, se lleva a cabo un ejemplo de la estimación de ahorro capaz de producirse con la instalación de placas fotovoltaicas. Además, se explica el proceso llevado a cabo para estimar dichos cálculos.

- Potencial solar en toda el área: busque una ciudad, población o código postal para ver el potencial solar y el impacto en área geográficas enteras.

Mediante esta utilidad, el cliente puede “jugar” en la aplicación, investigando los potenciales solares de las viviendas, o de las regiones completas. Se ofrecen datos detallados de cada vivienda, como la referencia catastral, la superficie construida en planta, los metros cuadrados disponibles de cubierta para instalación fotovoltaica, la potencia disponible, la energía anual disponible o las emisiones de CO₂ ahorradas.

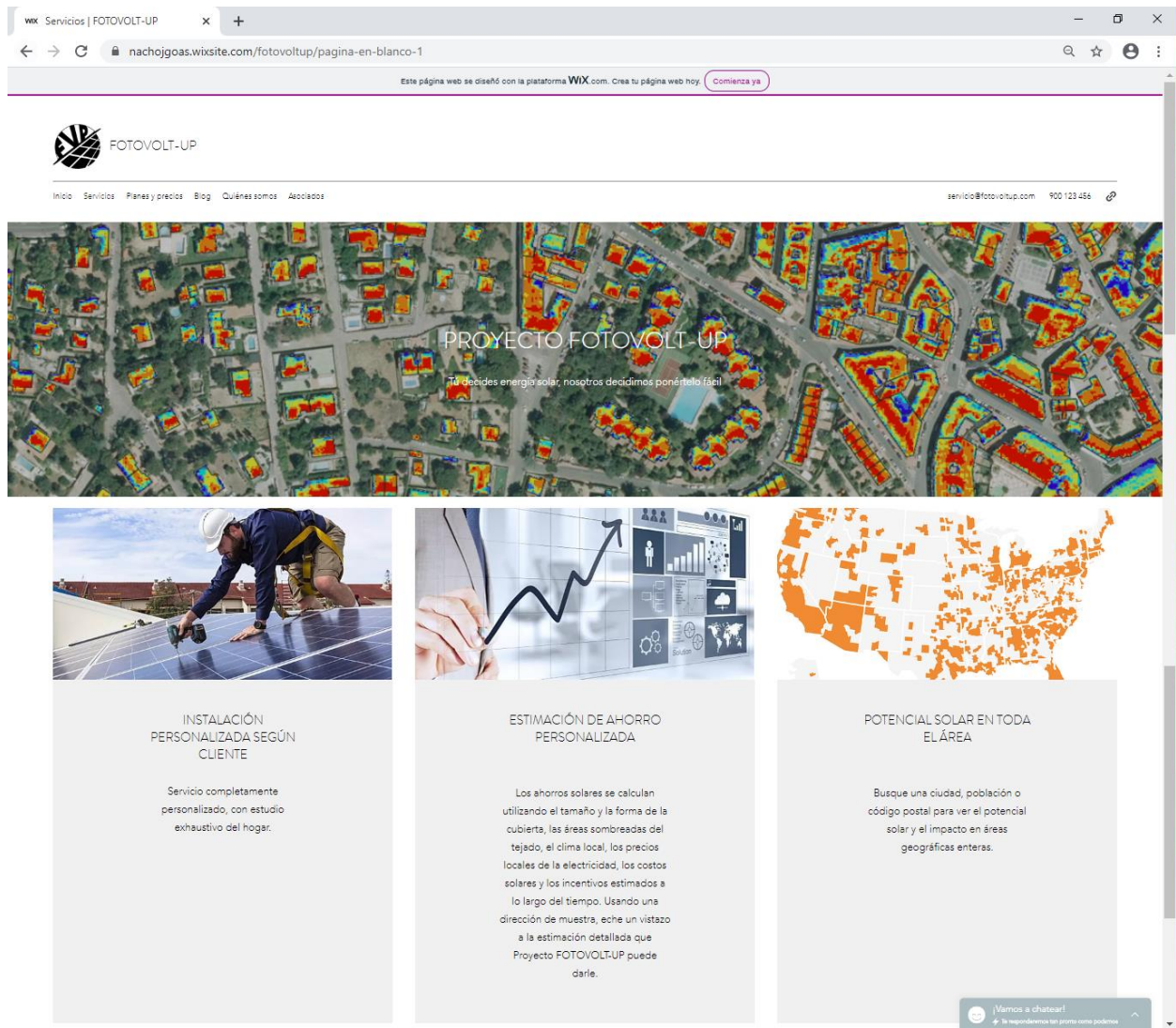


Figura 31. Sección página web: Servicios. Fuente: elaboración propia

9.1.3. Planes y precios

En Fotovolt-up ofrecemos una solución adaptada a las necesidades de cada cliente, donde los acompañamos y les gestionamos todos los pasos legales y técnicos necesarios para que puedan generar y consumir su propia energía, sin preocupaciones.

- Solución diseñada a tu medida: nuestros expertos en energía solar te asesorarán en la solución que más se adapte a tus necesidades y te acompañan en todas las fases del proceso.
- Asesoramiento en subvenciones y bonificaciones: te ayudamos a que encuentres ñas bonificaciones del IBI e ICIO y posibles subvenciones que puedes disponer en tu municipio.
- Pago flexible: te ofrecemos diferentes soluciones de pago flexible para que puedas pagar tu instalación según tus necesidades.
- Nos ocupamos de todo: nuestro equipo se encarga de todos los trámites legales de la instalación, incluyendo garantía de la instalación completa.

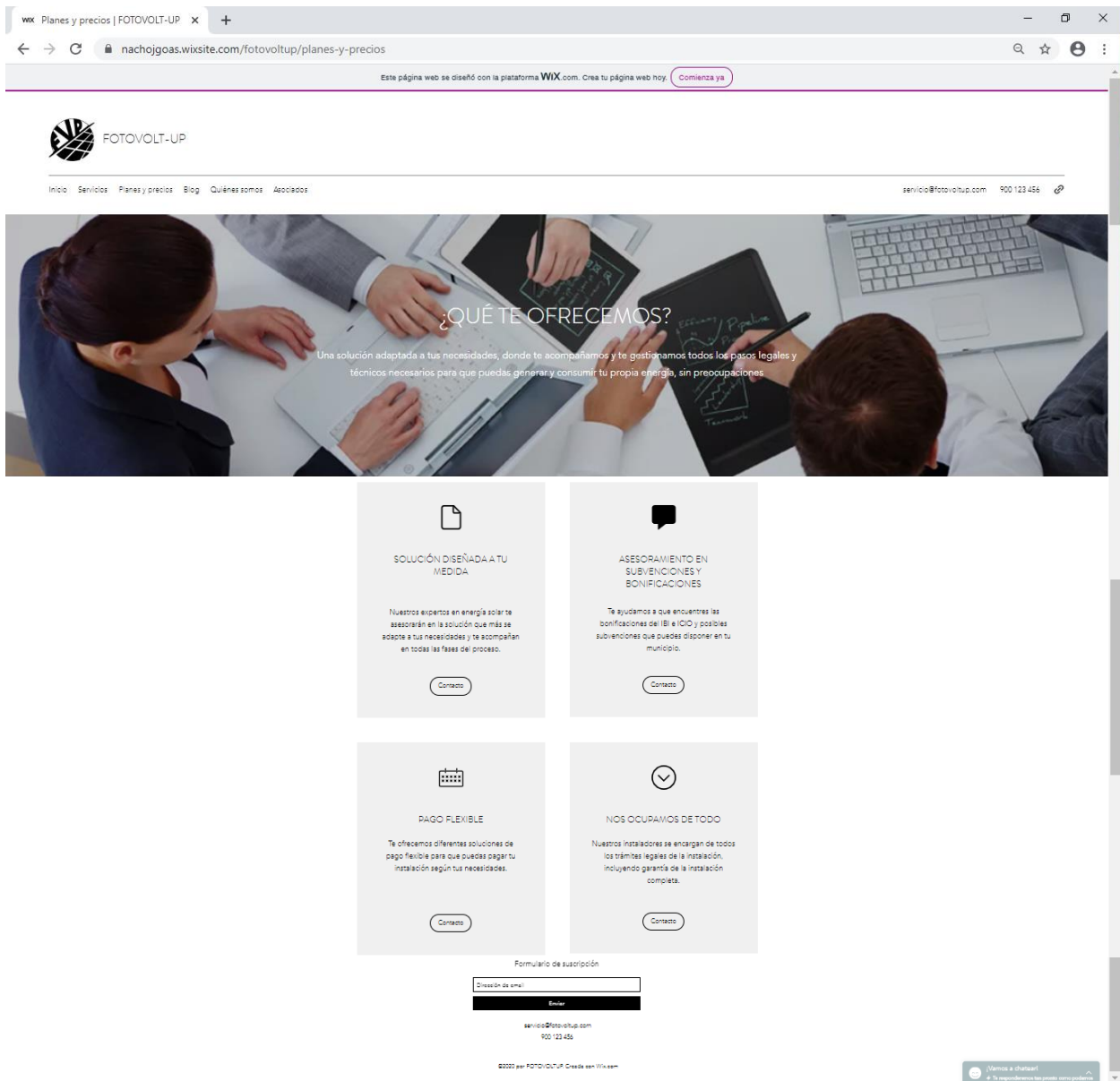


Figura 32. Sección página web: Planes y precios. Fuente: elaboración propia

9.1.4. Blog

De momento solo tiene una entrada:

Sobre FOTOVOLT-UP:

Somos una startup dedicada a la gestión de energía fotovoltaica compartida.

A medida que el precio de la instalación fotovoltaica se ha vuelto menos costosa, más propietarios de viviendas recurren a ella como una posible opción para reducir su factura de energía. Queremos hacer que la instalación de paneles fotovoltaicos sea fácil y comprensible para cualquiera.

Póngase en contacto con nosotros y le asesoraremos sin ningún compromiso.

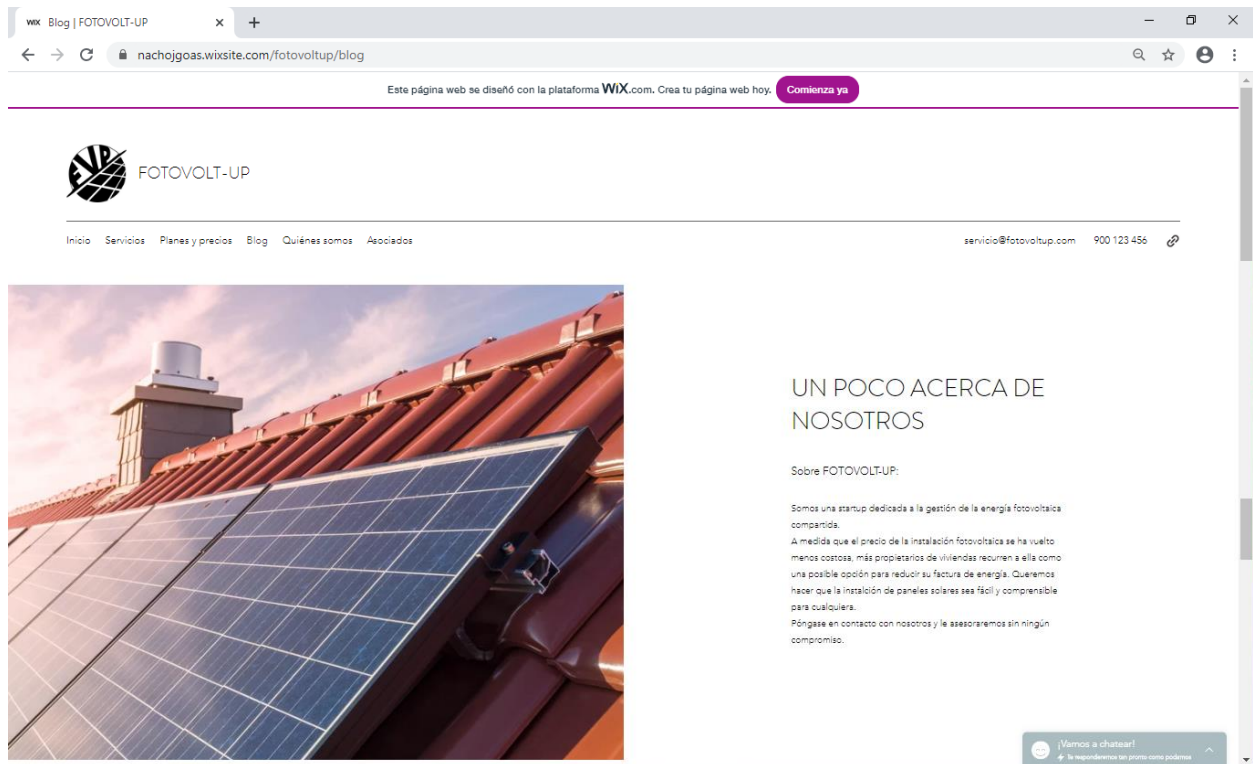


Figura 33. Sección página web: Blog. Fuente: elaboración propia

9.1.5. Quiénes somos

En esta sección se da información de los componentes del equipo de Fotovolt-up. De momento, solo hay información del autor del presente documento.

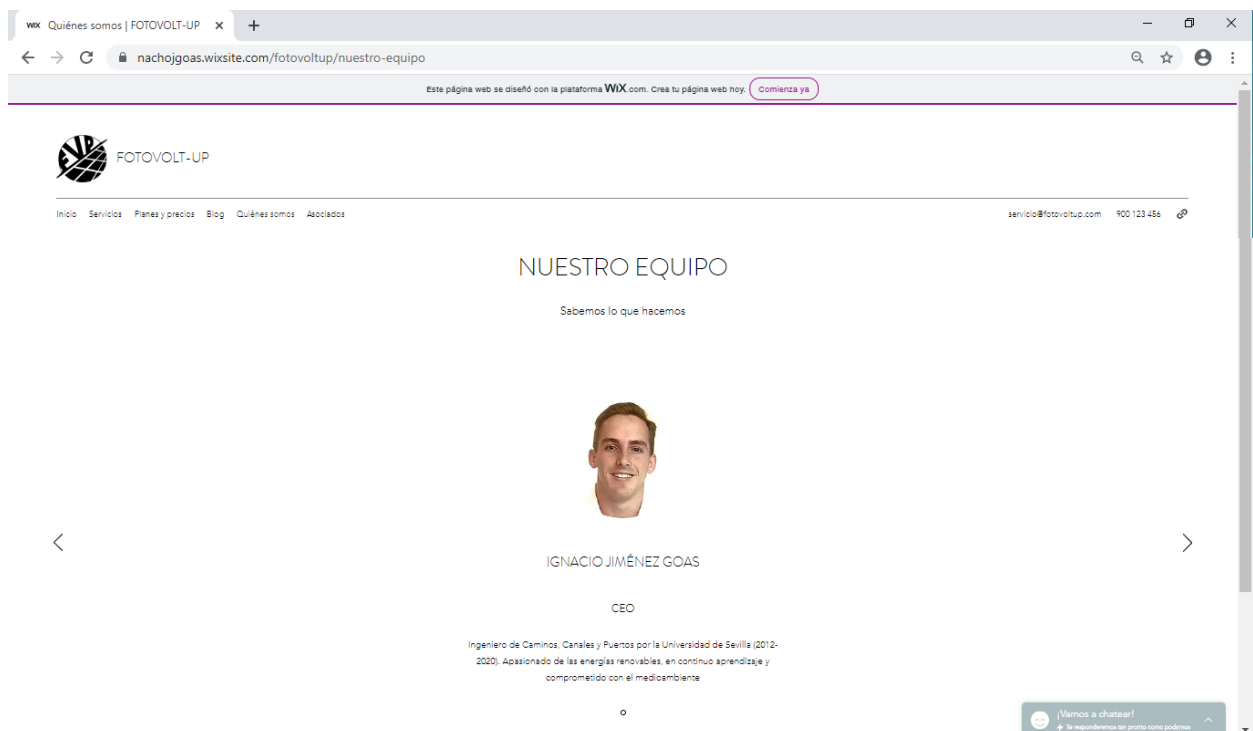


Figura 34. Sección página web: Quiénes somos. Fuente: elaboración propia

9.1.6. Publicidad de otras empresas

En nuestro caso, en la página web les hemos llamado “Asociados”, pues son las empresas o instituciones en las que nos hemos apoyado para realizar el presente documento. Como se hizo en la fuente de ingresos del modelo de negocio, se cuenta como máximo con cinco publicitadores mensualmente en la página web.

- Project Sunroof: el usuario podrá conocer si el tejado de su vivienda es adecuado para instalar paneles solares. Gracias a la utilización de la energía solar, además de ser responsable con el medioambiente, el usuario ahorrará en la factura de la luz.
- gSolarRoof Alpedrete: CIEMAT ha cartografiado el Sol de Alpedrete. Este trabajo detalla las posibilidades óptimas de instalación de tecnología fotovoltaica y térmica en todos los inmuebles del municipio, públicos y privados. Los propietarios ya disponen de información fiable para tomar decisiones sobre la gestión energética de su edificio. Esta herramienta es parte del proyecto Solpedrete.
- Quetzal ingeniería: Quetzal ingeniería te ayuda a ahorrar energía aportando valor a tu empresa. Contacta con nosotros para obtener información sobre la instalación de placas solares para tu empresa o proyecto de ingeniería.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla: la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla es un centro universitario cuya misión es el estudio, la docencia y la investigación en el ámbito de la ingeniería, así como la generación, desarrollo y difusión del conocimiento al servicio de la sociedad, siempre bajo criterios de calidad y responsabilidad social, con especial atención a la Comunidad de Andalucía.
- Universidad de Sevilla: gracias a su trayectoria, a su estructura y al equipo humano que le da alma, la Universidad de Sevilla es hoy una referencia en el sistema universitario español y europeo. Los más de 70.000 alumnos matriculados el último curso así lo corroboran, convirtiéndola en la segunda universidad española y la primera andaluza en número de matriculaciones en sus más de 80 grados y 150 másteres.

WIX Asociados | FOTOVOLT-UP

nachojoas.wixsite.com/fotovoltup/pagina-en-blanco

Este página web se diseñó con la plataforma WIX.com. Crea tu página web hoy. [Comienza ya](#)


FOTOVOLT-UP

Inicio Servicios Planes y precios Blog Quiénes somos Asociados servicio@fotovoltup.com 900 123 456


ASOCIADOS

Te puede interesar

GOOGLE PROJECT SUNROOF




El usuario podrá conocer si el tejado de su vivienda es adecuado para instalar paneles solares. Gracias a la utilización de la energía solar, además de ser responsable con el medioambiente, el usuario ahorrará en la factura de la luz.




GSOLARROOF ALPEDRETE

CIEMAT ha cartografiado el Sol de Alpedrete. Este trabajo detalla las posibilidades óptimas de instalación de tecnología solar fotovoltaica y térmica en todos los inmuebles del municipio, públicos y privados. Los propietarios ya disponen de información fiable para tomar decisiones sobre la gestión energética de su edificio. Esta herramienta es parte del proyecto Solpedrete.




QUETZAL INGENIERÍA

Quetzal Ingeniería te ayuda a ahorrar energía aportando valor a tu empresa. Contacta con nosotros para obtener información sobre la instalación de placas solares para tu empresa o proyecto de ingeniería.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE SEVILLA

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla es un centro universitario cuya misión es el estudio, la docencia y la investigación en el ámbito de la ingeniería, así como la generación, desarrollo y difusión del conocimiento al servicio de la sociedad, siempre bajo criterios de calidad y responsabilidad social, y con especial atención a la Comunidad de Andalucía.



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Gracias a su trayectoria, a su estructura y al equipo humano que le da alma, la Universidad de Sevilla es hoy una referencia en el sistema universitario español y europeo. Los más de 70.000 alumnos matriculados el último curso así lo corroboran, convirtiéndola en la segunda universidad española y la primera andaluza en número de matriculaciones en sus más de 80 grados y 160 másteres.

Formulario de suscripción

Dirección de email

[Enviar](#)

servicio@fotovoltup.com
900 123 456

©2020 por FOTOVOLTUP. Creada con Wix.com

[¡Vamos a chissar!](#)
Te recordamos del perfil como podemos

Figura 35. Sección página web: Publicidad. Fuente: elaboración propia

10. CONCLUSIONES

Tras el estudio llevado a cabo en materia de energías renovables, y en concreto, de la energía solar fotovoltaica, se concluyen varios aspectos sobre esta materia. Además, acerca del desarrollo del modelo de negocio llevado a cabo como objetivo final de este documento, se ha podido aprender lo siguiente:

En cuanto al estudio de las energías renovables:

- Que debido a la inmensa cantidad de energía procedente del Sol, se presenta la energía fotovoltaica como una oportunidad ineludible a la hora de estudiar y trabajar en su máximo aprovechamiento. Además, las energías renovables, además de ser inagotables, presentan un nulo o bajo impacto negativo sobre el medio ambiente.
- Que se está avanzando mucho en materia de energía fotovoltaica, con unos resultados muy por encima de los esperados hace unos años.
- Que España está siguiendo los pasos de la Unión Europea, por encima de su trayectoria indicativa pero aún sin alcanzar su objetivo.

En cuanto a las instalaciones de energía fotovoltaica:

- Que el precio de una instalación solar dependerá principalmente de la potencia requerida y la irradiación solar que incide sobre la cubierta al año. A mayor irradiación, menor número de paneles necesarios. De la misma forma, a mayor potencia requerida, mayor número de paneles necesarios. También se debe tener en cuenta que el inversor es uno de los componentes más caros de la instalación, lo cual repercutirá de manera directa en la amortización. Es por esto que instalaciones más grandes únicamente deberán añadir un número mayor de paneles y continuarán utilizando un solo inversor, consiguiendo un mayor beneficio en los años siguientes.
- Que hasta hace justo un año, compartir el uso de renovables era una actividad ilegal, que solo se ha permitido gracias al Real Decreto 244/2019, aprobado por el gobierno en abril del pasado año 2019.

De acuerdo al estudio del modelo de negocio de Fotovolt-up:

- Aunque la idea que hemos trabajado está basada en una idea ya preconcebida por el gran gigante tecnológico Google, es imprescindible llevar a cabo el desarrollo de la idea de negocio de la manera en la que se haría si se concibiese la idea por primera vez, pues para asentar los cimientos de un buen modelo de negocio, es indispensable forjar bien todo el entramado que pueda llevar a cabo dicho modelo, y estudiarlo minuciosamente, para que no se escape ningún detalle.
- A través de la identificación del Binomio Problema-Solución, se plantea la primera concepción de la idea, dando motivos suficientes para querer solucionar ese problema que vemos de magnitud suficiente para que merezca la pena intentarlo.
- Debido a que Fotovolt-up, como cualquier startup, opera en condiciones de extrema incertidumbre, es importantísimo elaborar detenidamente el lienzo Canvas, pues aunque creamos saber quién es nuestro cliente y nuestro producto, en realidad no lo conocemos tan bien. Por ello, llevando a cabo un buen estudio del modelo de negocio mediante el lienzo Canvas conseguiremos generar un enfoque de la idea desde distintas perspectivas, consiguiendo así aumentar el valor de la misma.
- Hacer un balance entre el segmento corriente de ingresos y el segmento estructura de costes de los sucesivos lienzos Canvas es primordial para saber si el modelo de negocio será rentable, y si va mejorando conforme se van haciendo los sucesivos pivotajes.

- El mapa de empatía es una herramienta complementaria al lienzo Canvas, muy útil a la hora de caracterizar al supuesto cliente ideal de la startup, con el objetivo de dirigir el negocio hacia el segmento de clientes más adecuado.
- Las entrevistas realizadas a los potenciales clientes de la startup ayudan mucho a enfocar el modelo de negocio y a abrir la mente cuando el emprendedor está cegado u obsesionado por su idea de negocio y no es capaz de mirar más allá. Esta actitud podría llevar a la ruina a la startup, por ello es imprescindible realizar este tipo de cuestiones, llevando el producto o servicio después de llevarlo a encuestación a donde más les interesa a nuestros potenciales clientes. Por su parte, se ha podido observar gracias a este proceso de encuestación, la predisposición general de la población de reducir las emisiones de efecto invernadero con el uso de energías renovables.

De acuerdo al proyecto piloto llevado a cabo y al cálculo de la rentabilidad de las instalaciones:

- Se concibe el autoconsumo colectivo como una opción muy interesante tanto económica como ambientalmente, pues con un acuerdo entre la parte productora y la parte consumidora, ambas verán reducido el coste de la factura de la luz mensualmente, al mismo tiempo que están contribuyendo a la reducción de generación de gases de efecto invernadero, y están dotando a sus viviendas con nueva tecnología, generando valor en ellas.
- Con una instalación fotovoltaica bien estudiada e instalada, lo normal es que se vea amortizada en menos de 10 años, a partir del cual únicamente generará beneficios, viéndose reducida la factura de la luz, y a su vez, la emisión de gases de efecto invernadero.

En relación al modo de financiación de la startup:

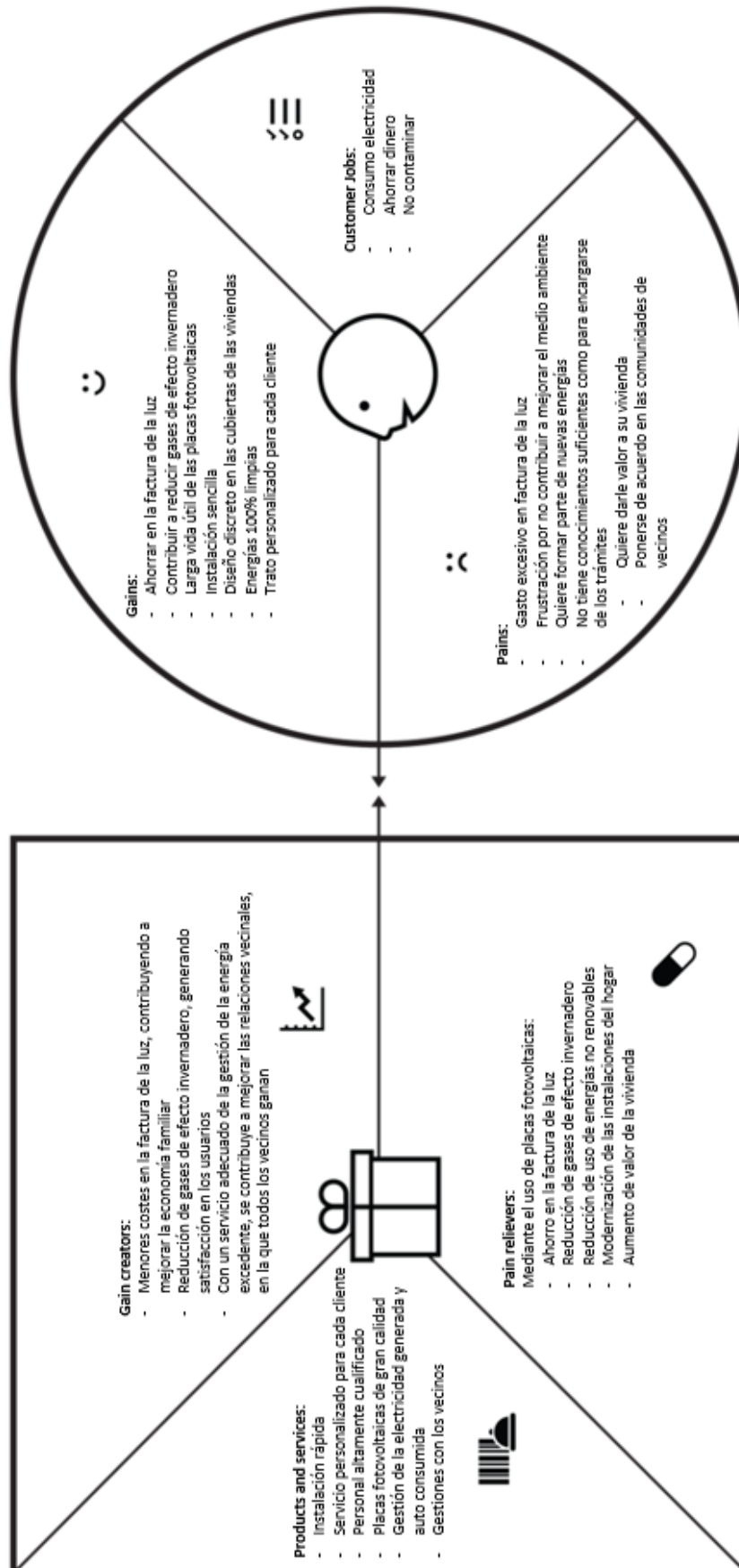
- Gracias a la búsqueda de un modo de financiación que nos ayude a afrontar las necesidades como startup, hemos sido capaces de mejorar el modelo de negocio tras sucesivos pivotajes, permitiendo montar el doble de instalaciones en un año. Es fundamental moverse y buscar modos de financiación según la startup a llevar a cabo, pues hoy en día hay diversos programas de ayudas para todo tipo de emprendedores.

En relación al prototipo de la página web:

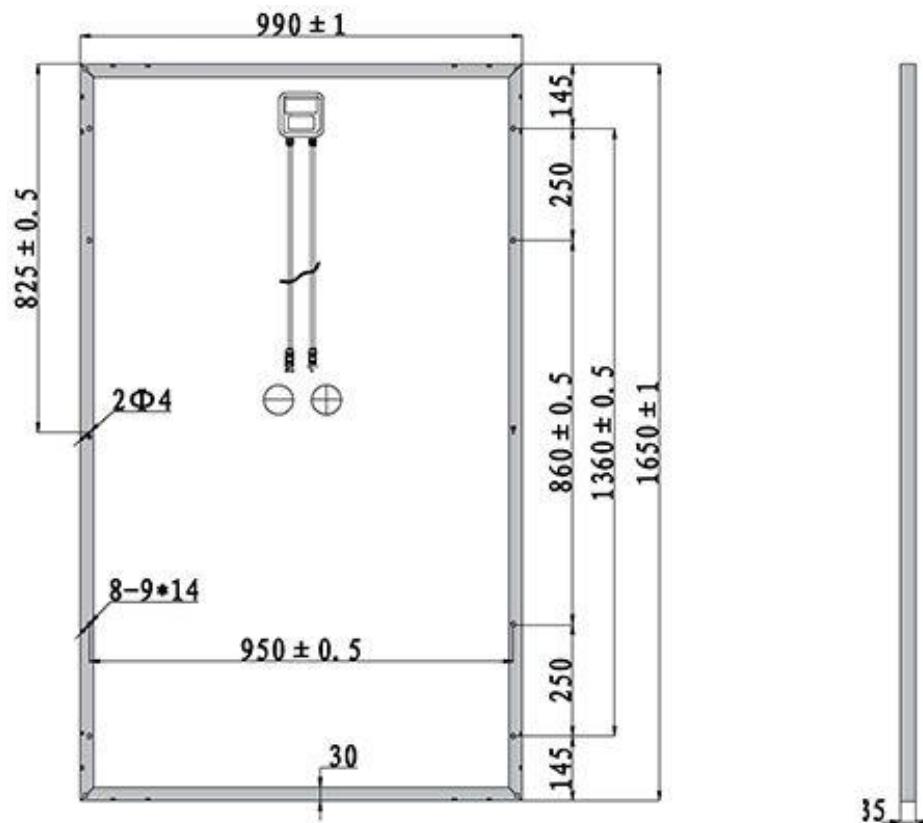
- Lo más importante para la marca es buscar un logo identificativo, y en cuanto al diseño de la página web, buscar un manejo fácil e intuitivo. Como se comentó en el desarrollo del presente documento, el hecho de que en la página web no se muestre con claridad la información o se haga tedioso navegar por el portal, puede conllevar a que muchos clientes desistan en la compra o en la muestra de su interés.

ANEXOS

ANEXO I: VALUE PROPOSITION CANVAS



ANEXO II: DIMENSIONES PLACAS FOTOVOLTAICAS EMPLEADAS



ANEXO III: CÁLCULO DE RENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PLACAS FOTOVOLTAICAS

Cálculo de Rentabilidad		ÁNGULO	
coef. producción	4		
coef. producción	1,33		
			ÓPTIMO

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

Almuerzo Potencia	€ 30,00
Almuerzo Potencia	€ 30,00

El área en rojo es el porcentaje de pérdidas del 10 y actual de 0

Operación de Préstamo

FP	€ 6.896,00	0,20%	Precio IVA a 23 años	0,0586 €/kWh
CF	€ 924,32	0,50%	Precio kWh a 40 años	0,0597 €/kWh
VR	€ 2,30%	1,20%	Precio kWh a 10 años	0,1230 €/kWh
		1,30%	Precio kWh a 7 años	0,1632 €/kWh
		4,00%		
		0,00%		

Año	Anualidad	Intereses	IVA	Mantenimiento	Seguro	Gastos Banc	DED. FISCAL	AHORRO REAL	CUOTA REAL	Cap. Vivos	Producción
0	€ 6.896,00	€ -	€ 1.406,16	€ -	€ -	€ 9,24	€ (1.674,00)	€ 8.111,40	€ 924,32		
1	€ 198,96	€ 23,11	€ -	€ -	€ -	€ -	€ (35,08)	€ 1.522,24	€ 198,96	€ 748,47	8.872 kWh
2	€ 198,96	€ 18,71	€ -	€ 131,00	€ -	€ -	€ (50,38)	€ 1.579,87	€ 319,56	€ 568,22	8.824 kWh
3	€ 198,96	€ 14,31	€ -	€ 124,82	€ -	€ -	€ (51,13)	€ 1.639,88	€ 311,77	€ 383,47	8.837 kWh
4	€ 198,96	€ 9,95	€ -	€ 124,66	€ -	€ -	€ (51,90)	€ 1.702,06	€ 313,61	€ 194,10	8.819 kWh
5	€ 198,96	€ 4,85	€ -	€ 126,93	€ -	€ -	€ (52,68)	€ 1.766,60	€ 315,48	€ (0,00)	8.801 kWh
6	€ -	€ -	€ -	€ 128,42	€ 107,73	€ -	€ (53,47)	€ 1.833,59	€ 296,15	€ -	8.784 kWh
7	€ -	€ -	€ -	€ 130,95	€ 109,34	€ -	€ (54,27)	€ 1.903,12	€ 295,70	€ -	8.766 kWh
8	€ -	€ -	€ -	€ 132,31	€ 110,98	€ -	€ (55,08)	€ 1.975,29	€ 243,39	€ -	8.749 kWh
9	€ -	€ -	€ -	€ 134,39	€ 114,65	€ -	€ (55,91)	€ 2.050,19	€ 246,54	€ -	8.731 kWh
10	€ -	€ -	€ -	€ 136,31	€ 114,34	€ -	€ (56,75)	€ 2.127,94	€ 250,64	€ -	8.714 kWh
11	€ -	€ -	€ -	€ 138,30	€ 116,09	€ -	€ (57,60)	€ 2.208,63	€ 254,40	€ -	8.696 kWh
12	€ -	€ -	€ -	€ 140,43	€ 117,78	€ -	€ (58,46)	€ 2.292,38	€ 258,22	€ -	8.679 kWh
13	€ -	€ -	€ -	€ 142,33	€ 119,26	€ -	€ (59,34)	€ 2.379,31	€ 262,05	€ -	8.662 kWh
14	€ -	€ -	€ -	€ 144,67	€ 121,36	€ -	€ (60,23)	€ 2.469,53	€ 266,03	€ -	8.644 kWh
15	€ -	€ -	€ -	€ 146,84	€ 123,18	€ -	€ (61,13)	€ 2.563,17	€ 270,02	€ -	8.627 kWh
16	€ -	€ -	€ -	€ 149,04	€ 125,02	€ -	€ (62,05)	€ 2.660,37	€ 274,07	€ -	8.610 kWh
17	€ -	€ -	€ -	€ 151,28	€ 126,90	€ -	€ (62,98)	€ 2.761,25	€ 278,18	€ -	8.593 kWh
18	€ -	€ -	€ -	€ 153,35	€ 128,80	€ -	€ (63,93)	€ 2.865,96	€ 282,35	€ -	8.575 kWh
19	€ -	€ -	€ -	€ 155,85	€ 130,73	€ -	€ (64,88)	€ 2.974,63	€ 286,58	€ -	8.558 kWh
20	€ -	€ -	€ -	€ 158,19	€ 132,70	€ -	€ (65,86)	€ 3.087,49	€ 290,88	€ -	8.541 kWh
21	€ -	€ -	€ -	€ 160,56	€ 134,69	€ -	€ (66,85)	€ 3.204,51	€ 295,25	€ -	8.524 kWh
22	€ -	€ -	€ -	€ 162,97	€ 136,71	€ -	€ (67,85)	€ 3.326,02	€ 299,68	€ -	8.507 kWh
23	€ -	€ -	€ -	€ 165,41	€ 138,76	€ -	€ (68,87)	€ 3.452,15	€ 304,17	€ -	8.490 kWh
24	€ -	€ -	€ -	€ 167,90	€ 140,84	€ -	€ (69,90)	€ 3.583,05	€ 308,73	€ -	8.473 kWh
25	€ -	€ -	€ -	€ 170,41	€ 142,95	€ -	€ (70,95)	€ 3.718,92	€ 313,36	€ -	8.456 kWh
26	€ -	€ -	€ -	€ 172,97	€ 145,08	€ -	€ (72,01)	€ 3.860,94	€ 318,06	€ -	8.439 kWh
27	€ -	€ -	€ -	€ 175,26	€ 147,27	€ -	€ (73,09)	€ 4.009,21	€ 322,84	€ -	8.422 kWh
28	€ -	€ -	€ -	€ 178,20	€ 149,48	€ -	€ (74,19)	€ 4.158,23	€ 327,68	€ -	8.405 kWh
29	€ -	€ -	€ -	€ 180,87	€ 151,71	€ -	€ (75,30)	€ 4.315,91	€ 332,59	€ -	8.389 kWh
30	€ -	€ -	€ -	€ 183,28	€ 154,00	€ -	€ (76,43)	€ 4.479,57	€ 337,48	€ -	8.372 kWh
31	€ -	€ -	€ -	€ 185,13	€ 156,34	€ -	€ (77,58)	€ 4.649,44	€ 342,63	€ -	8.355 kWh
32	€ -	€ -	€ -	€ 189,13	€ 158,65	€ -	€ (78,74)	€ 4.825,74	€ 347,79	€ -	8.338 kWh
33	€ -	€ -	€ -	€ 191,97	€ 161,03	€ -	€ (79,91)	€ 5.008,73	€ 353,00	€ -	8.322 kWh
34	€ -	€ -	€ -	€ 194,85	€ 163,45	€ -	€ (81,12)	€ 5.198,67	€ 358,50	€ -	8.305 kWh
35	€ -	€ -	€ -	€ 197,77	€ 165,90	€ -	€ (82,34)	€ 5.395,80	€ 363,67	€ -	8.288 kWh
36	€ -	€ -	€ -	€ 200,74	€ 168,39	€ -	€ (83,57)	€ 5.600,41	€ 369,13	€ -	8.272 kWh
37	€ -	€ -	€ -	€ 203,73	€ 170,91	€ -	€ (84,83)	€ 5.812,78	€ 374,66	€ -	8.255 kWh
38	€ -	€ -	€ -	€ 206,81	€ 173,48	€ -	€ (86,10)	€ 6.033,20	€ 380,38	€ -	8.239 kWh
39	€ -	€ -	€ -	€ 209,91	€ 176,08	€ -	€ (87,39)	€ 6.261,97	€ 385,99	€ -	8.222 kWh
40	€ -	€ -	€ -	€ 213,06	€ 178,72	€ -	€ (88,70)	€ 6.499,43	€ 391,78	€ -	8.206 kWh

Consumo anual

1 (Punta)	Precio Real
Enero	1.293 kWh 0,17157 €
Febrero	1.293 kWh 0,17157 €
Marzo	1.293 kWh 0,17157 €
Abril	1.293 kWh 0,17157 €
Mayo	1.293 kWh 0,17157 €
Junio	1.293 kWh 0,17157 €
Julio	1.293 kWh 0,17157 €
Agosto	1.293 kWh 0,17157 €
Septiembre	1.293 kWh 0,17157 €
Octubre	1.293 kWh 0,17157 €
Noviembre	1.293 kWh 0,17157 €
Diciembre	1.293 kWh 0,17157 €
TOTAL	15.516 kWh

Producción Fotovoltaica

1 (Punta)	Precio FV
Enero	560,38 kWh 0,02242 €
Febrero	607,53 kWh 0,02242 €
Marzo	810,04 kWh 0,02242 €
Abril	798,79 kWh 0,02242 €
Mayo	877,54 kWh 0,02242 €
Junio	894,42 kWh 0,02242 €
Julio	922,55 kWh 0,02242 €
Agosto	888,80 kWh 0,02242 €
Septiembre	759,41 kWh 0,02242 €
Octubre	703,16 kWh 0,02242 €
Noviembre	547,34 kWh 0,02242 €
Diciembre	502,34 kWh 0,02242 €
TOTAL	8.872,20 kWh

ESTUDIO RENTABILIDAD SIN PEAJES									
AÑO	PRECIO CONSUMO ANUAL	AHORRO FOTOVOLTAICA	PRECIO COSTE FOTOVOLTAICA	PRECIO PEAJE RESPALDO	VENTA	AHORRO REAL	%AHORRO FRENTE A CONSUMO	AHORRO ACUMULADO	%RENTABILIDAD
0		0,00 €	8.111,40 €	0		-8.111,40 €		-8.111,40 €	-84%
1	2.662,15 €	1.522,24 €	198,96 €	0	50,00 €	1.323,29 €	50%	-6.738,12 €	
2	2.768,63 €	1.576,80 €	319,96 €	0	50,24 €	1.256,84 €	45%	-5.431,03 €	
3	2.879,38 €	1.633,31 €	321,77 €	0	50,49 €	1.311,54 €	46%	-4.069,00 €	
4	2.994,55 €	1.691,85 €	323,61 €	0	50,73 €	1.368,24 €	46%	-2.650,04 €	
5	3.114,34 €	1.752,49 €	325,48 €	0	50,98 €	1.427,00 €	46%	-1.172,06 €	
6	3.238,91 €	1.815,29 €	326,15 €	0	51,22 €	1.579,14 €	49%	458,31 €	
7	3.368,47 €	1.880,36 €	329,70 €	0	51,47 €	1.640,66 €	49%	2.150,44 €	
8	3.503,21 €	1.947,75 €	328,29 €	0	51,72 €	1.704,46 €	49%	3.906,82 €	
9	3.643,33 €	2.017,55 €	326,94 €	0	51,97 €	1.770,61 €	49%	5.729,21 €	
10	3.789,07 €	2.089,86 €	325,64 €	0	52,23 €	1.839,22 €	49%	7.620,85 €	
11	3.940,63 €	2.164,76 €	324,40 €	0	52,48 €	1.910,36 €	48%	9.583,49 €	
12	4.098,26 €	2.242,35 €	323,22 €	0	52,73 €	1.984,13 €	48%	11.620,35 €	
13	4.262,19 €	2.322,72 €	322,09 €	0	52,99 €	2.060,62 €	48%	13.733,96 €	
14	4.432,67 €	2.405,96 €	321,03 €	0	53,25 €	2.139,94 €	48%	15.927,14 €	
15	4.609,98 €	2.492,19 €	320,02 €	0	53,50 €	2.222,18 €	48%	18.202,82 €	
16	4.794,38 €	2.581,51 €	319,07 €	0	53,76 €	2.307,45 €	48%	20.564,03 €	
17	4.986,15 €	2.674,03 €	318,16 €	0	54,02 €	2.395,86 €	48%	23.013,91 €	
18	5.185,60 €	2.769,87 €	317,35 €	0	54,29 €	2.487,52 €	48%	25.555,72 €	
19	5.393,02 €	2.869,14 €	316,58 €	0	54,55 €	2.582,56 €	48%	28.192,83 €	
20	5.608,75 €	2.971,97 €	315,88 €	0	54,81 €	2.681,09 €	48%	30.926,73 €	
21	5.833,10 €	3.078,49 €	315,25 €	0	55,08 €	2.783,24 €	48%	33.767,05 €	
22	6.066,42 €	3.188,82 €	314,68 €	0	55,35 €	2.889,15 €	48%	36.711,54 €	
23	6.309,08 €	3.303,11 €	314,17 €	0	55,62 €	2.998,94 €	48%	39.766,10 €	
24	6.561,44 €	3.421,49 €	313,73 €	0	55,89 €	3.112,76 €	47%	42.934,74 €	
25	6.823,90 €	3.544,12 €	313,36 €	0	56,16 €	3.230,75 €	47%	46.221,65 €	
26	7.096,85 €	3.671,14 €	313,06 €	0	56,43 €	3.353,07 €	47%	49.631,15 €	
27	7.380,73 €	3.802,71 €	312,84 €	0	56,70 €	3.479,88 €	47%	53.167,73 €	
28	7.675,96 €	3.939,00 €	312,68 €	0	56,98 €	3.611,32 €	47%	56.836,03 €	
29	7.982,99 €	4.080,18 €	312,59 €	0	57,25 €	3.747,58 €	47%	60.640,87 €	
30	8.302,31 €	4.226,41 €	312,58 €	0	57,53 €	3.888,83 €	47%	64.587,23 €	
31	8.634,41 €	4.377,88 €	312,65 €	0	57,81 €	4.035,24 €	47%	68.680,27 €	
32	8.979,78 €	4.534,79 €	312,79 €	0	58,09 €	4.187,00 €	47%	72.925,37 €	
33	9.338,97 €	4.697,31 €	313,00 €	0	58,37 €	4.344,31 €	47%	77.328,05 €	
34	9.712,53 €	4.865,66 €	313,30 €	0	58,66 €	4.507,37 €	46%	81.894,07 €	
35	10.101,03 €	5.040,05 €	313,67 €	0	58,94 €	4.676,38 €	46%	86.629,39 €	
36	10.505,07 €	5.220,69 €	314,13 €	0	59,23 €	4.851,56 €	46%	91.540,16 €	
37	10.925,28 €	5.407,79 €	314,66 €	0	59,51 €	5.033,13 €	46%	96.632,82 €	
38	11.362,29 €	5.601,61 €	315,28 €	0	59,80 €	5.221,33 €	46%	101.913,95 €	
39	11.816,78 €	5.802,37 €	315,99 €	0	60,09 €	5.416,38 €	46%	107.390,43 €	
40	12.289,45 €	6.010,33 €	316,78 €	0	60,38 €	5.618,55 €	46%	113.069,36 €	

TIR A 25 AÑOS 19%

TIR A 40 AÑOS 20%

2.0A
1 (Puntuación)

ESTUDIO RENTABILIDAD CON PEAJES

Preço peaje (€/kWh)	0,0407	0	4	5	6
---------------------	--------	---	---	---	---

Peaje de acceso

	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A (Ps ≤ 10 kW)	0,040700	0,006006				
2.0 DHA (Ps ≤ 10 kW)	0,041969	0,006288				
2.0 DHS (Ps ≤ 10 kW)	0,041964	0,006288				
2.1 A (10 < Ps ≤ 15 kW)	0,051948					
2.1 DHA (10 < Ps ≤ 15 kW)	0,064596	0,014448				
2.1 DHS (10 < Ps ≤ 15 kW)	0,064597	0,016985	0,010757			
3.0 A (Ps > 15 kW)	0,018594	0,013347	0,009458			
3.1 A (1 kV a 38 kV)	0,014780	0,010914	0,011973			
6.1A (1 kV a 30 kV)	0,011633	0,010589	0,007180	0,008697	0,006830	0,006497
6.1B (1 kV a 30 kV)	0,010749	0,007180	0,007180	0,007180	0,007180	0,007180
6.1C (1 kV a 30 kV)	0,010749	0,007180	0,007180	0,007180	0,007180	0,007180
6.3 (72.5 kV a 145 kV)	0,014549	0,012364	0,009217	0,008312	0,008627	0,008106
6.4 (Mayor o igual a 145 kV)	0,011633	0,008170	0,007180	0,007596	0,008111	0,005943

no incluido IBIZA y FORMENTERA

AÑO	PRECIO CONSUMO ANUAL	AHORRO FOTOVOLTAICA	PRECIO COSTE FOTOVOLTAICA CA	PRECIO PEAJE RESPALDO	VENTA+POT ENCA	AHORRO REAL	%AHORRO FRENTE A CONSUMO	AHORRO ACUMULADO
0			8.111,40 €	0		-8.111,40 €		-8.111,40 €
1	2.662,15 €	1.522,24 €	108,96 €	361,09854	50,00 €	1.012,19 €	38%	-7.099,22 €
2	2.702,08 €	1.579,97 €	319,95 €	361,09854	50,24 €	949,15 €	35%	-6.150,06 €
3	2.742,61 €	1.639,88 €	321,77 €	361,09854	50,49 €	1.007,49 €	37%	-5.142,57 €
4	2.783,75 €	1.702,06 €	323,61 €	361,09854	50,73 €	1.068,08 €	38%	-4.074,49 €
5	2.825,51 €	1.766,60 €	325,48 €	361,09854	50,98 €	1.131,00 €	40%	-2.943,49 €
6	2.867,89 €	1.833,59 €	296,15 €	361,09854	51,22 €	1.287,57 €	45%	-1.655,92 €
7	2.910,91 €	1.903,12 €	239,70 €	361,09854	51,47 €	1.533,80 €	47%	-302,12 €
8	2.954,57 €	1.975,29 €	243,29 €	361,09854	51,72 €	1.422,62 €	48%	1.120,51 €
9	2.998,89 €	2.050,19 €	246,94 €	361,09854	51,97 €	1.494,13 €	50%	2.614,63 €
10	3.043,87 €	2.127,94 €	250,64 €	361,09854	52,23 €	1.568,42 €	52%	4.183,05 €
11	3.089,53 €	2.208,63 €	254,40 €	361,09854	52,48 €	1.645,60 €	53%	5.828,66 €
12	3.135,87 €	2.292,38 €	258,22 €	361,09854	52,73 €	1.725,79 €	55%	7.554,45 €
13	3.182,91 €	2.379,31 €	262,09 €	361,09854	52,99 €	1.809,10 €	57%	9.363,55 €
14	3.230,66 €	2.469,53 €	266,03 €	361,09854	53,25 €	1.895,65 €	59%	11.259,21 €
15	3.279,12 €	2.563,17 €	270,02 €	361,09854	53,50 €	1.985,56 €	61%	13.244,77 €
16	3.328,30 €	2.660,37 €	274,07 €	361,09854	53,76 €	2.078,97 €	62%	15.323,74 €
17	3.378,23 €	2.761,25 €	278,18 €	361,09854	54,02 €	2.176,00 €	64%	17.499,74 €
18	3.428,90 €	2.865,96 €	282,35 €	361,09854	54,29 €	2.276,80 €	66%	19.776,54 €
19	3.480,33 €	2.974,63 €	286,58 €	361,09854	54,55 €	2.381,50 €	68%	22.158,04 €
20	3.532,54 €	3.087,43 €	290,88 €	361,09854	54,81 €	2.490,27 €	70%	24.648,30 €
21	3.585,53 €	3.204,51 €	295,25 €	361,09854	55,08 €	2.603,24 €	73%	27.251,55 €
22	3.639,31 €	3.326,02 €	299,68 €	361,09854	55,35 €	2.720,60 €	75%	29.972,14 €
23	3.693,90 €	3.452,15 €	304,17 €	361,09854	55,62 €	2.842,49 €	77%	32.814,64 €
24	3.749,31 €	3.583,05 €	308,73 €	361,09854	55,89 €	2.969,11 €	79%	35.783,74 €
25	3.805,55 €	3.718,92 €	313,36 €	361,09854	56,16 €	3.100,62 €	81%	38.884,36 €
26	3.862,63 €	3.859,94 €	318,06 €	361,09854	56,43 €	3.237,21 €	84%	42.121,57 €
27	3.920,57 €	4.006,31 €	322,84 €	361,09854	56,70 €	3.379,08 €	86%	45.500,65 €
28	3.979,38 €	4.158,23 €	327,68 €	361,09854	56,98 €	3.526,46 €	89%	49.027,08 €
29	4.039,07 €	4.315,91 €	332,59 €	361,09854	57,25 €	3.679,47 €	91%	52.706,55 €
30	4.099,66 €	4.479,57 €	337,58 €	361,09854	57,53 €	3.838,42 €	94%	56.544,97 €
31	4.161,15 €	4.649,44 €	342,65 €	361,09854	57,81 €	4.003,50 €	96%	60.548,47 €
32	4.223,57 €	4.825,74 €	347,79 €	361,09854	58,09 €	4.174,95 €	99%	64.723,42 €
33	4.286,92 €	5.008,73 €	353,00 €	361,09854	58,37 €	4.353,01 €	102%	69.076,43 €
34	4.351,23 €	5.198,67 €	358,30 €	361,09854	58,66 €	4.537,99 €	106%	73.614,36 €
35	4.416,49 €	5.395,80 €	363,67 €	361,09854	58,94 €	4.729,97 €	107%	78.344,32 €
36	4.482,74 €	5.600,41 €	369,13 €	361,09854	59,23 €	4.929,41 €	110%	83.273,73 €
37	4.549,98 €	5.812,78 €	374,66 €	361,09854	59,51 €	5.136,53 €	113%	88.410,26 €
38	4.618,23 €	6.033,20 €	380,28 €	361,09854	59,80 €	5.351,62 €	116%	93.761,88 €
39	4.687,51 €	6.261,97 €	385,99 €	361,09854	60,09 €	5.574,98 €	119%	99.336,86 €
40	4.757,82 €	6.499,43 €	391,78 €	361,09854	60,38 €	5.806,94 €	122%	105.143,79 €

% RENTABILIDAD

TIR A 25 AÑOS
16%

TIR A 40 AÑOS
17%

ANEXO IV: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 36. Fotografías in situ de instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta de una vivienda

REFERENCIAS

- (UNEF), U. E. (2019). *Informe anual 2019. El sector fotovoltaico impulsor de la transición energética*. UNEF.
- Alonso, J. (20 de Diciembre de 2019). *cambio energético*. Obtenido de <https://www.cambioenergetico.com/blog/todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-autoconsumo-compartido-en-7-preguntas/>
- Anbelosolar. (17 de Febrero de 2020). *Anbelosolar*. Obtenido de <https://anbelosolar.com/ventajas-e-inconvenientes-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- AutoSolar*. (s.f.). Obtenido de <https://autosolar.es/paneles-de-conexion-a-red/panel-solar-310w-monocristalino-era>
- CDTI. (2006). *CDTI*. Obtenido de Ministerio de Ciencia e Innovación: <https://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=5&MN=1>
- Ecológica, M. p. (6 de Abril de 2019). 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-A-2019-5089*. España: BOE.
- Explorador de datos del techo solar del proyecto*. (Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.google.com/get/sunroof>
- García, R. (2020). Curso profesional de innovación y estrategia de negocios. <https://www.udemy.com/course/estrategia-innovacion/learn/lecture/11024622#overview>. Latinoamérica: LatamTechnologies.
- Iberdrola*. (2020). Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/top-stories/contrato-ppa-energia>
- Iberdrola*. (2020). *Iberdrola*. Obtenido de <https://www.iberdrola.es/webclipb/calculadoraPotenciaController/calcularPotencia.action>
- Insa, J. (Marzo de 2019). *Monsolar*. Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/orientacion-placas-solares-este-oeste/>
- Isaac Torregrosa, C. Q. (Septiembre de 5 de 2018). *Quetzal ingeniería*. Obtenido de <https://www.quetzalingenieria.es/>
- Macías, M. (07 de Abril de 2013). *Advenio-strategy & business design*. Obtenido de <https://advenio.es/tu-propuesta-de-valor-desde-el-cliente-value-proposition-canvas/>
- MppTSolar. (2011-2020). *MppSolar*. Obtenido de <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>
- OCU. (03 de Febrero de 2016). *ORGanización de Consumidores y Usuarios*. Obtenido de <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
- Ojeda, G. (11 de Febrero de 2020). *Selectra*. Obtenido de <https://selectra.es/autoconsumo/info/energia-solar>
- Opengy. (9 de 5 de 2019). *Opengy*. Obtenido de <https://www.opengy.com/ppa-modalidades/>
- Ramírez, R. H. (13 de Noviembre de 2017). *ESIC*. Obtenido de Economía Digital: <https://www.esic.edu/rethink/2017/11/13/descubre-la-metodologia-lean-startup/>
- SedeCatastro. (2020). *SedeCatastro*. Obtenido de <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=urbana&from=OVCBusqueda&ZV=NO&ZR=NO&RCCCompleta=&via=LETRAS+DE+LAS&tipoVia=CL&numero=&kilometro=&bloque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=MADRID&prov=28&muni=10&DescMuni=ALPE DRETE&TipUR=U&codvia>

-
- Soria Lascorz, E., & Hernández González, C. (2017). *Situación de las Energías Renovables en España. Año 2016*. Gobierno de España, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Madrid: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
- Soria, A. (2 de Julio de 2019). *censolar*. Obtenido de <https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-es-2019/>
- Tubosolar. (5 de Agosto de 2016). *tubosolar*. Obtenido de <https://tubosolar.net/energia-solar-ventajas-inconvenientes/>

