



Proyecto Fin de Carrera

***ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE
PROYECTOS FOTOVOLTAICOS***

TITULACIÓN: Ingeniero Industrial (Plan 98)

Autor: Olalla Fernández Zamudio

Tutor académico: Manuel A. Silva Pérez

Tutor de empresa: Alejandro Quijano Losada

Abril de 2011

ÍNDICE

PREÁMBULO.....	3
1. OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES.....	5
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	6
2.1. Radiación solar.....	6
2.1.1. Introducción.....	6
2.1.2. Radiación esperada y radiación real.....	7
2.2. Plantas fotovoltaicas conectadas a la red.....	9
2.2.1. Efecto fotovoltaico y célula fotovoltaica.....	10
2.2.2. Parámetros que más influyen sobre las células fotovoltaicas.....	12
2.2.3. Paneles fotovoltaicos.....	13
2.2.4. Tipos de montaje de paneles fotovoltaicos.....	14
2.3. Procedimientos de cálculo de valores esperados.....	17
2.3.1. Radiación sobre superficie inclinada.....	17
2.3.2. Producción esperada. Performance Ratio.....	19
2.3.3. Facturación de una planta fotovoltaica.....	21
2.3.4. Modelo financiero de una planta fotovoltaica.....	23
2.4. Plantas incluidas en el estudio.....	27
2.4.1. Ubicación.....	27
2.4.2. Características técnicas.....	27
2.5. Obtención de valores esperados.....	34
2.5.1. Radiación esperada.....	34
2.5.2. Producción esperada.....	48
2.5.3. Facturación esperada.....	55
2.5.4. Rentabilidad esperada.....	58
2.5.5. Resumen de valores esperados.....	60
2.6. Valores reales de producción registrados.....	63
2.7. Análisis de datos y cálculos realizados.....	68
2.7.1. Análisis de datos registrados en los 10 últimos años en Estaciones Agroclimáticas.....	68

2.7.2.	Comparativa entre valores de radiación esperada sobre superficie horizontal de distintas fuentes.....	70
2.7.3.	Comparativa entre valores de radiación esperada sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes	75
2.7.4.	Comparativa de producción real con producción esperada	82
2.7.5.	Cálculo de PR real del plantas	88
2.7.6.	Influencia del mantenimiento en la producción	92
3.	RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	96
3.1.	Radiación.....	96
3.2.	Producción.....	98
3.3.	Rentabilidad	99
4.	CONCLUSIONES	100
	Anexo 1: Resumen de normativa fotovoltaica.....	103
	Anexo 3: Resultados del modelo financiero.....	111
	Bibliografía	139
	Índice de figuras y tablas.....	140

PREÁMBULO

Bien mirado y siendo honrados, el objeto principal de este proyecto no es más que poner por escrito algo que se ha aprendido con la experiencia, con el fin de cerrar el expediente académico de una vez y que pueda tener el título de Ingeniería Industrial para que mi madre guarde una copia en uno de esos cajones en los que a ella le gusta meter las cosas para que no estén por medio.

Después de pensar y enredar, durante más de dos años, si el señor proyecto podría ser sobre este o aquel tema, auditorías energéticas, gestionabilidad de plantas fotovoltaicas, y demás líos variados, la simplicidad se impone y, gracias a las herramientas que tuve a mi disposición en la última empresa en la estuve prestando mis servicios, Irradia Ingeniería Solar SL, el estudio realizado a continuación es simple y muy real, pero espero no lleguen a equívocos sobre su utilidad, la mayoría de las veces las cosas simples son las más útiles.

La base inicial de proyecto fue concebida gracias a la posibilidad que el Centro de Control de monitorización de plantas de Irradia Energía Solar SL ponía a mi disposición, para tener acceso a datos medidos de generación eléctrica de una serie de plantas reales en funcionamiento. Gracias a esta herramienta, además de ser de inestimable ayuda en el mantenimiento diario de las centrales generadoras, resulta posible comparar las teóricas suposiciones de producción, que se estiman a la hora de redactar y vender un proyecto de generación eléctrica mediante tecnología fotovoltaica, con datos reales de producción de plantas reales construidas y en funcionamiento. En el caso de este proyecto se han utilizado datos de plantas registrados desde hace al menos un año, y en algunos de los casos seleccionados incluso dos.

Para encauzar en cierto modo la línea general de este documento, me permito transcribir un párrafo que leí hace tiempo firmado por Eduardo Lorenzo, del Instituto de Energía Solar de la UPM, que siempre nos ilustra con artículos simples, bastante amenos y muy constructivos.

“... Preguntas como ¿Cuánto cobraré cada año por la electricidad generada? o ¿cuántos años tardaré en recuperar mi inversión? figuran entre la lista de las más frecuentes que plantean los interesados en la compra de un sistema fotovoltaico conectado a la red (en adelante SFCR). Obviamente, las respuestas a estas preguntas pasan por estimar la producción energética de estos ingenios. En opinión de quien esto escribe, las estimaciones que está ofreciendo el sector pecan, en general, de exageración y están pavimentando el camino hacia la frustración de muchos usuarios que, con el paso del tiempo, irán constatando que la electricidad que realmente producen sus sistemas no va más allá del 75% de la que anunciaba la información que le proporcionaron en el momento de la adquisición.”

Un ejemplo particularmente relevante lo constituyen los libros (por lo demás excelentes) que, al respecto, edita la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF). En ellos se estima que un SFCR produce anualmente 1300 kWh/kWp, para el promedio de la geografía española, y la estimación se eleva hasta 1400 kWh/kWp para algunas regiones particularmente soleadas como, por ejemplo, la región murciana. En esta misma línea, la Guía Solar de Greenpeace habla de 1500 kWh/kWp. Y aún pecan de mayor optimismo las informaciones que algunas empresas suministran directamente a los clientes interesados. Por obvias razones de delicadeza y respeto a la privacidad, no citaremos aquí ejemplos con nombres y apellidos concretos. Diremos sólo que son bastantes los casos que han llegado a nuestro conocimiento directo, a través de los clientes que acuden al Instituto de Energía Solar (IES) a preguntar nuestra opinión sobre las ofertas comerciales que han recibido previamente, comprobándose que la mayoría de ellas están francamente sobrevaloradas.

Las experiencias reales muestran cifras de producción notablemente inferiores a esas estimaciones. ...”

Resulta muy interesante saber en qué nivel de *frustración* se encuentran los clientes a los que se refiere el Sr. Lorenzo en sus artículos. Hay que tener en cuenta varias cosas para que no se crea que todo fue, o pudiera ser, el cuento de la gallina de los huevos de oro en el que unos pocos infelices creyeron.

En primer lugar estaría la base de datos de radiación solar tomada para obtener datos de partida para los cálculos de producción de proyecto, pero aquí no existe una reglamentación al respecto, y la mayoría de bases de datos existentes, unas mejores o peores por simple vox populi, son aceptadas de manera general. En segundo lugar, las estimaciones de producción y sus respectivas rentabilidades de recuperación de la inversión del proyecto dependen de como las calcule, dentro de la escasa y casi nula reglamentación existente, el profesional que realice el proyecto. Y tercero, como veremos más adelante, lo bien construida que este una planta y el plan de mantenimiento al que se someta influyen bastante en su rentabilidad global, pero esto que es de cajón no parece que muchas veces importe.

Y así empieza algo que debería haber terminado hace ya bastante tiempo. Espero les guste.

Las gracias

A todos aquellos que han sido tan pesados. Gracias por serlo.

1. OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES

El objeto del proyecto es cuantificar la bondad de las estimaciones que actualmente se utilizan a la hora de redactar un proyecto fotovoltaico, utilizadas para estimar una producción a lo largo de su vida útil y una rentabilidad económica esperada, presentada de antemano al potencial cliente de la instalación como baluarte de su toma de decisión de construcción.

En el proyecto se han estudiado 57 plantas fotovoltaicas situadas en tres localizaciones distintas, con distintas tipologías de panel fotovoltaico y tipo de montaje. Estas 57 plantas han compuesto la muestra de plantas objeto de estudio del proyecto.

El primer paso dado ha sido calcular la radiación esperada en las localizaciones de las plantas seleccionadas, utilizando tres bases de datos, dos de ellas utilizan algoritmos de cálculo para estimar valores de radiación y otra de datos medidos reales. Los datos obtenidos de estas tres fuentes de información han sido comparados, con el fin de obtener el nivel de optimismo o conservadurismo en la definición de un año tipo de radiación de cada una de ellas.

En segundo lugar, se ha definido un modelo de cálculo de producción típico, aplicable a las tipologías de plantas seleccionadas, y así obtener a partir de los datos de radiación esperada unos valores teóricos de producción de nuestras plantas. Estos datos teóricos o de proyecto, han sido comparados con datos reales de producción comprobando como de fiable puede llegar a ser este modelo de cálculo de producción al uso.

El último cálculo teórico se ha obtenido de definir un modelo financiero en el que quedan plasmadas todas las variables económicas generales que afectan al hacer un estudio de la inversión de una de estas plantas, y así tener un valor de los ingresos esperados y la rentabilidad esperada de las mismas a lo largo de su vida útil.

Una vez definidos todos los valores teóricos, se han realizado varios análisis. Primero se ha realizado la comparación entre las bases de datos de radiación utilizadas. En segundo lugar, se han comparado los valores de producción esperados con los valores reales registrados, y se ha obtenido un nivel de eficiencia real de las plantas incluidas en el estudio en base a los valores reales de radiación y producción registrados. Por último, se ha incluido un ejemplo de variaciones de producción en función del tipo de mantenimiento al que se encuentran sometidas dos plantas distintas.

Este proyecto es directo y simple, el alcance se encuentra claramente definido al definir su objeto. Durante su desarrollo se ha intentado ceñirse al que era el simple objetivo inicial de comparación en nivel de producción, con ciertas ampliaciones enriquecedoras.

En el Anexo 1 se encuentra recogido un resumen sobre normativa fotovoltaica, además, previamente a los cálculos teóricos, se han definido conceptos de radiación solar y herramientas de predicción de radiación solar, tecnología fotovoltaica y sus tipos más usados y se ha establecido la metodología y parámetros del modelo de cálculo de producciones general, y su modelo financiero asociado.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Radiación solar

2.1.1. Introducción

La radiación solar es la energía obtenida mediante la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, pero también a través de la absorción de la radiación.

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se puede distinguir entre radiación directa, difusa y reflejada. La radiación directa es aquella que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por los elementos de la atmósfera o terrestres, o absorbida por éstos. Esta radiación se desplaza en todas direcciones como consecuencia de las reflexiones y absorciones aleatorias, esta es la llamada radiación difusa. Y por último, la radiación reflejada es aquella que refleja la superficie terrestre. En un proyecto fotovoltaico hablaremos en términos de radiación global, suma de radiación directa, difusa y reflejada y, como veremos un poco más adelante, podremos obtener valores esperados en una localización particular, de diversas fuentes.



Figura 1. Radiación solar

El sol envía energía a la Tierra en un cantidad denominada constante solar de 1367 W/m^2 , pero de esta cantidad tan sólo llega una parte a la superficie. La intensidad de la radiación solar que incide sobre la superficie de la tierra depende de diversos factores, la forma y movimientos de la tierra, los fenómenos atmosféricos, la actividad humana... pero en condiciones ideales la

intensidad de luz solar o irradiancia máxima que incide en la superficie terrestre es de 1000 W/m^2 .

En este proyecto, además de utilizar el valor de potencia solar, irradiancia, de 1000 W/m^2 por ser utilizado en las condiciones estándar de ensayo de paneles fotovoltaicos, trabajaremos fundamentalmente en términos de energía, es decir, de irradiación (kWh/m^2) sobre superficie horizontal y sobre superficie inclinada, pero en lugar de utilizar la palabra irradiación usaremos, por ser más intuitivo, los términos de radiación incidente o simplemente radiación solar.

2.1.2. Radiación esperada y radiación real

Aparte de los conocimientos sobre radiación solar generales, muchos conocidos en las asignaturas al caso en la escuela, la primera guía sobre tecnologías de aprovechamiento solar que cayó en mis manos fue la desarrollada por la antigua SODEAN, había dos, una para solar fotovoltaica, y otra para solar térmica, pero ambas compartían los capítulos de radiación. En aquel entonces, tantas variables, mismos nombres con sub-índices distintos, reconozco que me agobió, pero era todo un procedimiento metodológico que en la actualidad se encuentra integrado, el mismo u otro de la familia igual de eficaz, dentro de programas de simulación de radiación solar esperada, o producción de plantas solares esperada, que utilizan bases de datos de históricos de radiación recogidos a lo largo de una serie de años de mediciones de parámetros solares.

Algunos de los programas de simulación existentes, por ser su objetivo último calcular los valores de producción que pueden generar las plantas fotovoltaicas, no permiten visualizar los datos de radiación utilizados para el cálculo, pero hay otros que, a pesar de ser su principal objeto calcular valores esperados de producción, muestran los valores de las bases de datos de radiación utilizadas, como el famoso PVGIS para Europa y África. Esta opción resulta muy útil a posteriori, para comprobar la bondad de las estimaciones de radiación utilizadas por el programa.

Dentro los programas de la familia, también hay programas que dan toda una lección de cálculo de radiaciones, producciones y rentabilidades, que realmente resultan muy útiles en el campo de desarrollo técnico, como el SAM para EEUU, pero este tipo de programas rigidizan las posibilidades del diseñador para definir sus propios condicionantes de cálculo. La visualización y utilización de estos valores al desarrollar un proyecto nos permiten obtener una solución rápida y sencilla de integrar tras la definición de los parámetros básicos del mismo, y hay algunos de ellos que se encuentran aceptados por las entidades financieras para valorar las rentabilidades y los riesgos de las operaciones de financiación de los parques solares, es más, muchas veces su utilización es un condicionante.

En este proyecto se van a obtener tres datos de radiación esperada en las localizaciones de las plantas objeto de estudio del proyecto utilizando bases de datos diferentes:

- ☀ Datos de radiación de la página pública de la Comisión Europea, **PVGIS**, que aporta datos de radiación solar por países y regiones de Europa y África, una de las herramientas más utilizadas actualmente. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- ☀ Datos de radiación obtenidos del programa de **Radiación Solar en Andalucía**, a disposición pública en la web de la Agencia Andaluza de la Energía, desarrollado por el Grupo de Termodinámica y Energías Renovables de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA). Utiliza datos históricos de varias estaciones meteorológicas repartidas por la Comunidad Autónoma de Andalucía. <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php>
- ☀ Las plantas incluidas en el estudio se encuentran dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía, por lo que obtendremos un tercer valor de radiación en base a los datos reales medidos en los últimos 10 años en las denominadas **Estaciones Agroclimáticas** dependientes de la Consejería de Agricultura y Pesca, de la Junta de Andalucía, que almacenan datos climáticos en distintos puntos de la Comunidad Autónoma y se encuentran a disposición pública en la web de la Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController?action=InIt>

Señalar que estas estaciones agroclimáticas se encuentran incluidas en la red de Información Agroclimática del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que proporciona datos para prácticamente todas las provincias españolas. <http://www.mapa.es/siar/Informacion.asp>

Estos tres resultados de radiación esperada nos permitirán comparar las diferencias entre el año tipo que ofrece la base de datos PVGIS, el año tipo que ofrece el programa de Radiación Solar en Andalucía y los promedios de los valores registrados en las Estaciones Agroclimáticas, en las localizaciones de las plantas seleccionadas.

Adicionalmente, se recopilarán los datos reales medidos en los últimos 2 años en las mencionadas Estaciones Agroclimáticas de la Junta de Andalucía con el fin de obtener el valor real de radiación que han recibido las plantas durante los años que han estado monitorizadas y se han registrado diariamente los valores de producción que han volcado a la red. Estos valores reales junto con los datos reales de producción registrada nos permitirán valorar la eficiencia de funcionamiento de las plantas incluidas en el estudio.

2.2. Plantas fotovoltaicas conectadas a la red

Además del modo y cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie terrestre, depende de su forma de aprovechamiento la energía final que se pueda obtener de esta fuente de energía. La tecnología fotovoltaica es una de las formas de aprovechamiento de esta energía renovable y tiene un amplio abanico de modos de utilización, desde productos de consumo como relojes y calculadoras, pasando por aplicaciones de electrificación de zonas rurales sin suministro convencional, señalizaciones terrestres y marítimas, comunicaciones, alumbrado público, o las que son objeto de este estudio, plantas fotovoltaicas para generación de energía eléctrica que volcar directamente a las redes de distribución y transporte de energía eléctrica.



Figura 2. Aprovechamiento de la radiación solar por sistema fotovoltaico

La tecnología fotovoltaica consiste en la producción de energía eléctrica a partir de energía solar, a través de un sistema cuyo principal componente son los paneles fotovoltaicos. El sol incide en la superficie del panel fotovoltaico, el cuál produce una diferencia de potencial, en forma de tensión continua de bajo voltaje, que posteriormente se transforma en tensión alterna mediante un convertidor eléctrico, y en el caso de las instalaciones conectadas a la red, así adaptarse al modo de tensión de la red en la que volcará la energía que genera.

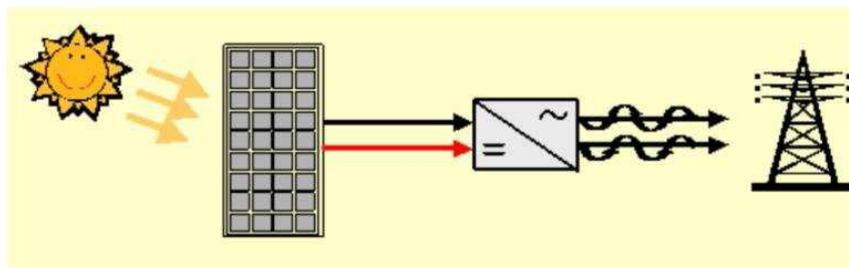


Figura 3. Esquema instalación fotovoltaica conectada a red

2.2.1. Efecto fotovoltaico y célula fotovoltaica

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica están basadas en el aprovechamiento del efecto fotovoltaico, proceso mediante el cual una célula fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas de distintas energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula fotovoltaica, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden simplemente atravesarlos, pero únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico.

La célula fotovoltaica es un dispositivo semiconductor capaz de convertir los fotones procedentes del sol en electricidad de una forma directa e inmediata, es decir, es el dispositivo responsable del efecto fotovoltaico. Cuando incide la luz sobre una célula, se produce un efecto caótico en la unión P-N del semiconductor que libera electrones, dando lugar a una corriente eléctrica.



Figura 4. Imagen de una célula fotovoltaica

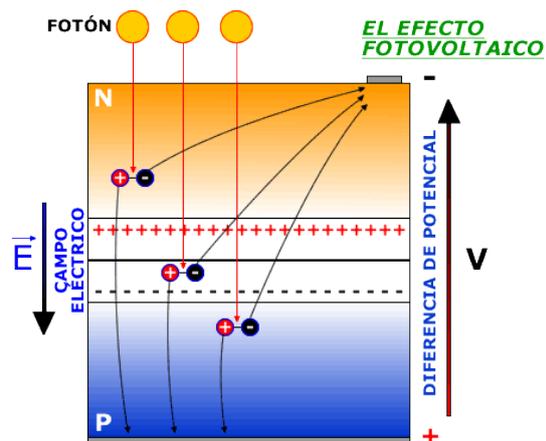


Figura 5. Efecto fotovoltaico

A continuación se definen los parámetros fundamentales de funcionamiento de una célula, que pueden entenderse mejor con el diagrama y circuito equivalente que se muestran en la Figura 6.

- Intensidad de cortocircuito, I_{SC} (A), es la intensidad obtenida cuando se ponen en contacto los terminales de la célula. Ésta será la máxima corriente que puede obtenerse.
- Tensión en circuito abierto, V_{OC} (V), es la tensión máxima que puede alcanzar la célula, y se da en el caso de que no haya ninguna carga conectada a ella, es decir, con corriente en la célula nula.

- Potencia pico, $P_{MÁX}$ (W_p), valor de la curva I-V de la célula (I_M, V_M), para el cuál la potencia obtenida es máxima.
- Factor de forma, FF , relación entre el rectángulo que da la máxima potencia y el rectángulo de lados V_{OC} e I_{SC} ,

$$FF = \frac{I_M \cdot V_M}{I_{SC} \cdot V_{OC}} \Rightarrow P_{MÁX} = FF \cdot I_{SC} \cdot V_{OC}$$

- Eficiencia o rendimiento, η , relación entre la energía suministrada al circuito por la célula, $E_{generada}$ y la energía recibida del sol, $E_{recibida}$,

$$\eta = \frac{E_{generada}}{E_{recibida}} = \frac{P_{MÁX}}{\text{Irradiancia} \cdot \text{Superficie célula}}$$

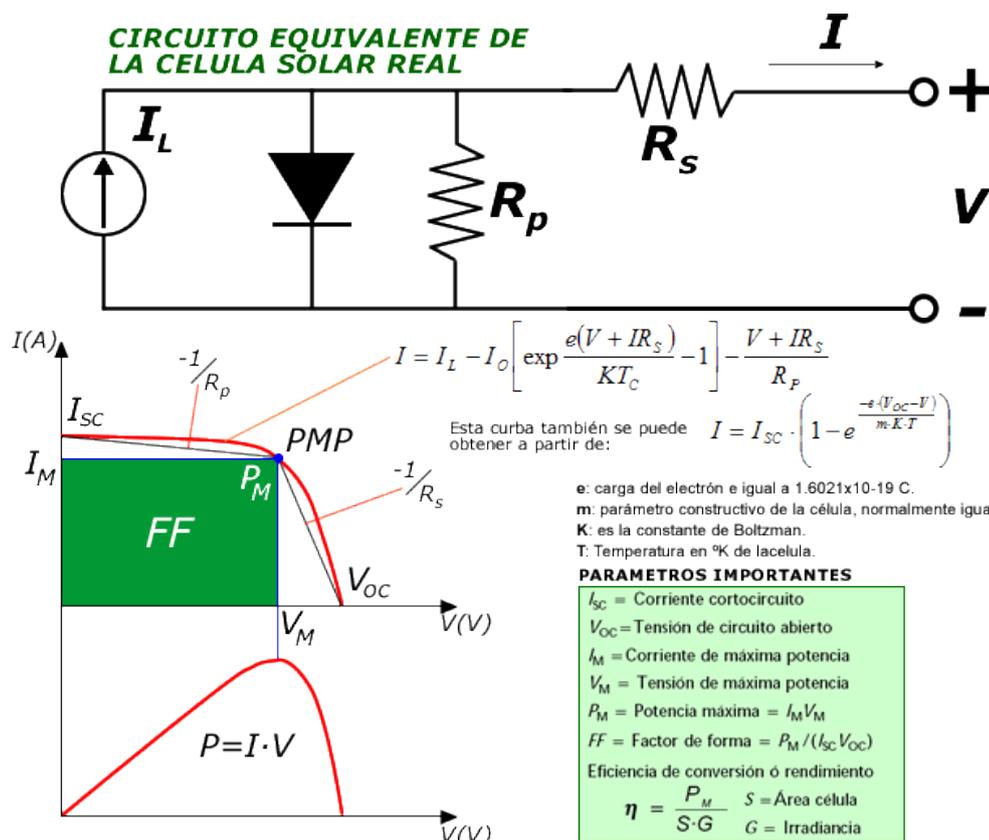


Figura 6. Diagrama y circuito equivalente de una célula solar

Como ya hemos mencionado, las células fotovoltaicas se construyen a partir de materiales semiconductores. El proceso de fabricación de las células fotovoltaicas varía en función del material base y de la tecnología empleada. El silicio es el material más importante en la

historia de la tecnología fotovoltaica, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre y que se encuentra en forma de sílice (cuarzo).

Las tecnologías con mayor utilización histórica han sido las basadas en células de silicio monocristalino o policristalino: Las células monocristalinas son las que proporcionan el rendimiento más elevado (15 a 18% en la fabricación en serie). Se obtienen de silicio puro fundido y dopado con boro. Tienen el inconveniente de ser caras, pero son las más utilizadas en la actualidad. Las células policristalinas, con un rendimiento del 12 al 14%, tiene como ventaja sobre las monocristalinas que tienen un menor coste.

Existen otro tipo de células utilizadas ya habitualmente, o en experimentación, de silicio amorfo, arseniuro de galio, bifaciales.... La muestra de plantas seleccionadas para este proyecto trabajan con células de tipología monocristalina y policristalina.

2.2.2. *Parámetros que más influyen sobre las células fotovoltaicas*

- **Irradiancia:** como la corriente de cargas generadas a partir de la radiación luminosa es proporcional al flujo de fotones con energía superior a la anchura de la banda prohibida, entonces, la intensidad de cortocircuito de una célula solar es directamente proporcional a la intensidad de la iluminación incidente. Sin embargo, la tensión en circuito abierto no varía mucho al aumentar o disminuir la radiación solar. Por lo tanto, se puede decir que la potencia generada por la célula es proporcional a la radiación incidente.
- **Temperatura:** este parámetro afecta fundamentalmente a la tensión de circuito abierto, de tal manera que al aumentar la temperatura, disminuye su valor. La intensidad de cortocircuito aumenta tan sólo ligeramente, en consecuencia, disminuyen el factor de forma y el rendimiento de la célula.

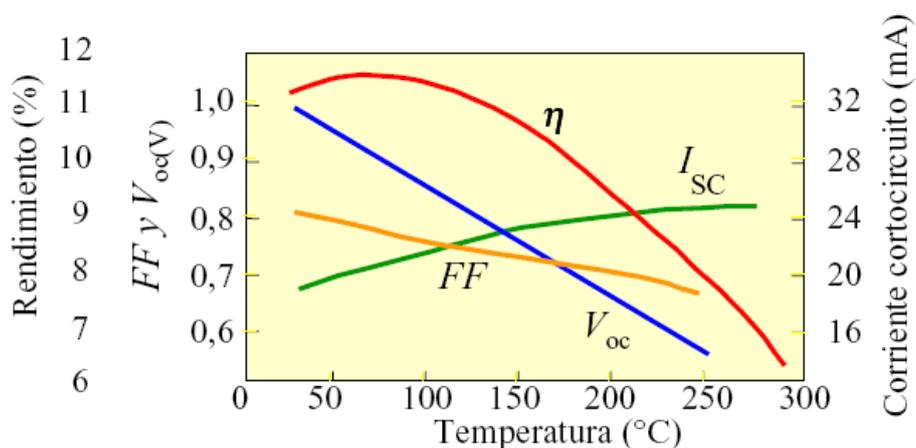


Figura 7. Efecto de la temperatura en una célula fotovoltaica

2.2.3. Paneles fotovoltaicos

Los módulos o paneles fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. La potencia máxima que puede generar un módulo se denomina potencia pico. La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie de células para alcanzar el nivel de corriente deseado. Además, el panel cuenta con otros elementos aparte de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externo, asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permitiendo la conexión eléctrica.

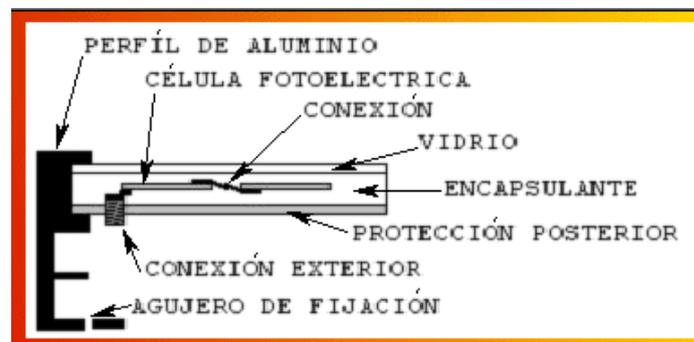


Figura 8. Sección de un panel fotovoltaico

Los parámetros característicos de un panel fotovoltaico, potencia máxima, tensiones y corrientes características... son especificados en los catálogos comerciales por los fabricantes en las denominadas condiciones estándar de funcionamiento, según la norma EN61215: Irradiancia de 1000 W/m^2 , incidencia perpendicular al módulo, distribución espectral AM=1,5 y temperatura de la célula de 25° .

Potencia Wp		5	20	50	100	*125	*130	*165
Físicas	Altura (mm)	270	524	1310	1310	1248	1248	1580
	Anchura (mm)	270	325	340	654	803	803	800
	Espesor (mm)	20	34	39,5	39,5	46	46	46
	Peso (Kg)	0,8	2,35	5,5	11,5	12,5	12,5	15,5
	Células en serie/paralelo	32 1/8	36/1	36/1	36/2	40/1	40/1	50/1
	TONC ($800\text{W/m}^2 - 1,5\text{MA}$) ($^\circ\text{C}$)	40	43	47	47	47	47	47
Eléctricas	Corriente de cortocircuito (A_{sc})	0,41	1,36	3,27	6,54	7,27	7,39	7,36
	Tensión de circuito abierto (V_{oc})	19,2	20,5	21,6	21,6	24	24,2	30,4
	Corriente de MÁX. potencia (A_{max})	0,32	1,21	2,87	5,74	6,63	6,79	6,83
	Tensión de máxima potencia (V_{max})	15,5	16,5	17,4	17,4	18,8	19,2	24,2

Figura 9. Ejemplo de tabla de características de catálogo de una gama de paneles fotovoltaicos

Además, por regla general en dichos catálogos también se encuentran tablas o gráficos que describen el comportamiento del panel con la irradiancia y la temperatura, que como hemos visto, son los parámetros más influyentes en su respuesta de potencia.

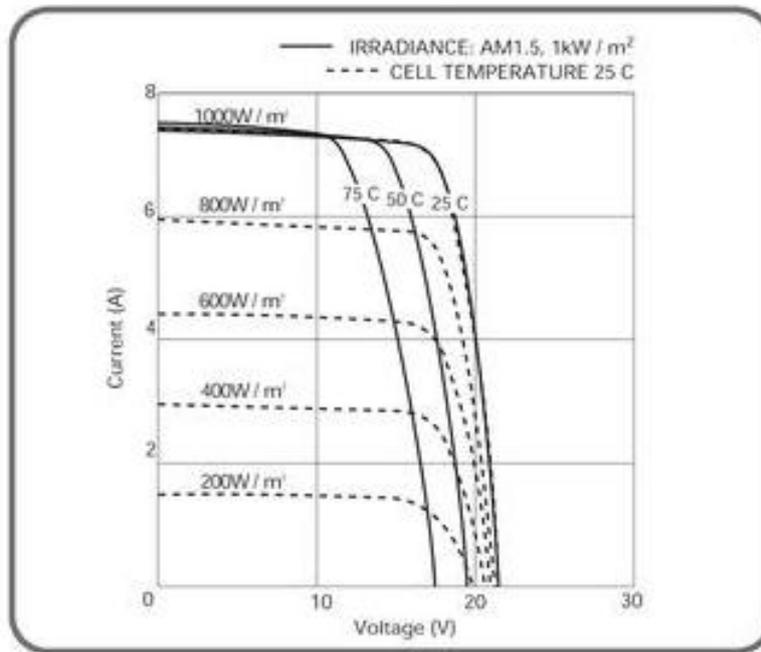


Figura 10. Ejemplo de gráfico de rendimiento de catálogo de un panel fotovoltaico

2.2.4. Tipos de montaje de paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se instalan agrupados en serie y paralelo, de igual modo que las propias células que los componen, pero en una escala mayor, creando plantas fotovoltaicas. La cantidad de energía entregada por la planta fotovoltaica a la red variará en función del tipo de montaje, además de por la localización, clima y época del año.

En este proyecto se analizan plantas montadas sobre estructura fija inclinadas 30 ° y plantas montadas en estructuras con mecanismos de seguimiento, que se utilizan para mantener los paneles el mayor tiempo posible en posición perpendicular al sol y de este modo aumentar la energía eléctrica de salida de los paneles.

2.2.4.1. Montaje en estructura fija

En las plantas fijas, la estructura que soporta y da inclinación a los paneles fotovoltaicos no permite mover el módulo fotovoltaico para que se encuentre enfrentado al sol en todo momento y la inclinación que da la estructura al panel será la óptima para recibir la máxima

radiación a lo largo del año. Es el montaje más sencillo y el que menos mantenimiento requiere.

2.2.4.2. **Montaje en estructura con tecnología de seguimiento**

En estos sistemas la estructura, que soporta grupos de paneles, permite mantener los captadores fotovoltaicos una mayor cantidad de horas diarias perpendiculares al sol, lo que hace aumentar la energía eléctrica de salida de los paneles. Un proyecto fotovoltaico con tecnología de seguimiento requiere un análisis más exhaustivo para determinar si el incremento de coste derivado de incluir tecnología de seguimiento y su mantenimiento asociado es rentable frente al incremento de producción esperado, según cada situación particular. El terreno necesario disponible para una planta con tecnología de seguimiento suele ser aproximadamente 3,2 y 3,6 veces mayor para tecnología con seguimiento a 1 eje y a dos ejes, respectivamente, que en el caso de plantas con montaje en estructura fija.

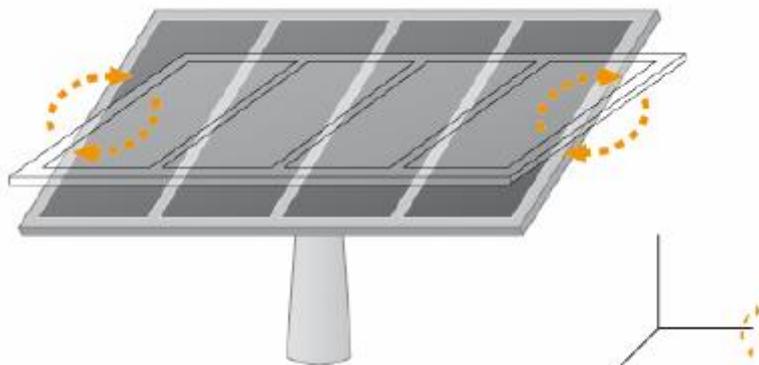


Figura 11. Esquema seguidor un eje

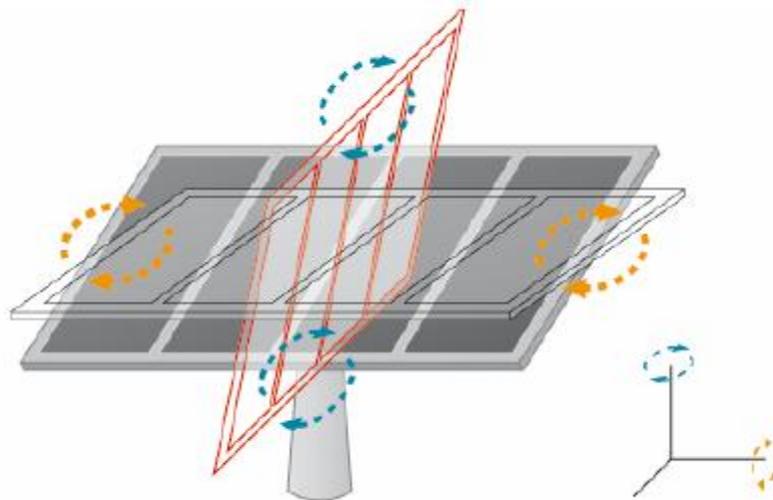


Figura 12. Esquema seguidor dos ejes

El Centro de Estudios de la Energía Solar, CENSOLAR, utiliza unos factores de ganancia de radiación solar respecto a la radiación horizontal recibida, según el tipo de montaje de una planta fotovoltaica, obtenidos de estudios realizados por el Instituto de Energía Solar (IES).

Las plantas seleccionadas para este proyecto tienen montaje sobre estructura fija, inclinada 30° y orientada al sur, y montaje con seguimiento sobre un eje azimutal y sobre dos ejes. Se muestran en la siguiente tabla los valores utilizados por el Centro de Estudios de Energía Solar, correspondientes a estas tipologías de montaje, que serán utilizados posteriormente para nuestros cálculos de radiación esperada.

Tabla 2. Factores por los que hay que multiplicar la irradiación sobre horizontal para obtener la irradiación sobre la superficie receptora. Fuente: *IES*.

Superficie receptora	Factor*
Estática, orientada al Sur e inclinada a 30°	1,15
Seguimiento sobre un eje horizontal orientado N-S	1,45
Idem, pero con la superficie inclinada a 15° sobre el eje N-S	1,56
Seguimiento sobre un eje azimutal (vertical)	1,52
Seguimiento sobre un eje polar	1,56
Seguimiento en dos ejes	1,62

Tabla 1. Coeficientes para obtener ganancias de radiación por tecnología de seguimiento

2.3. Procedimientos de cálculo de valores esperados

2.3.1. Radiación sobre superficie inclinada

Como explicamos con anterioridad, vamos a analizar datos de radiación esperada obtenidos de tres bases de datos diferentes: programa PVGIS de la Comisión Europea, programa de Radiación Solar en Andalucía e histórico de datos medidos en Estaciones Agroclimáticas de Andalucía.

En el caso de utilizar valores de radiación de las base de las Estaciones Agroclimáticas, debemos obtener los valores de radiación sobre superficie inclinada, con o sin seguimiento, a partir de los valores de radiación incidente sobre superficie horizontal, modo en el que se encuentran recogidos los históricos en la base de datos.

En el caso de los valores de radiación que ofrecen los otros dos programas utilizados no será necesario aplicar este método puesto que ya nos ofrecen valores sobre cualquier inclinación directamente, según su propia metodología de cálculo.

Más adelante, podremos comparar el método descrito a continuación con los métodos propios para el cálculo sobre superficies inclinadas y con el factor fijo que ofrece CENSOLAR a partir de los estudios del IES, y obtener conclusiones sobre sus diferencias.

A todos los casos se les aplicarán los factores de ganancia presentados en el apartado anterior para obtener la radiación incidente cuando se trata de tecnologías con seguimiento, puesto que, recordamos de nuevo, en el caso de nuestras plantas tenemos tres tipos de superficie que reciben radiación solar: estructura fija inclinada 30º, estructura con seguimiento azimutal y estructura con seguimiento a dos ejes.

El método utilizado es un procedimiento recogido en diversas publicaciones del Instituto de Energía Solar, para cálculo de radiación incidente sobre superficie inclinada en ángulo óptimo y que, a partir de este valor, calcula el valor de radiación sobre una superficie con cualquier inclinación.

2.3.1.1. Definición del método

La inclinación de la superficie óptima β_{opt} , orientada al sur, se relaciona con la latitud ϕ mediante la expresión:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69\phi$$

ambos ángulos en grados.

La irradiación anual sobre esa superficie óptima se estima como

$$G_a(\beta_{opt}) = G_a(0) / [1 - 4,46 \times 10^{-4} \beta_{opt} - 1,19 \times 10^{-4} \beta_{opt}^2]$$

siendo $G_a(0)$ la irradiación incidente sobre una superficie horizontal, dato que ya conocemos.

Para estimar la irradiación anual incidente sobre la superficie del generador utilizamos

$$G(\beta, \alpha) = G_a(\beta_{opt}) \times [g_1(\beta - \beta_{opt})^2 + g_2(\beta - \beta_{opt}) + g_3]$$

dónde,

$$g_i = g_{i1}|\alpha|^2 + g_{i2}|\alpha| + g_{i3} ; i = 1,2,3$$

siendo α el azimut (ángulo de desviación respecto al sur) de la superficie receptora y β su inclinación respecto de la horizontal.

Además, de lo anterior, los factores de la fórmula g_{ij} , de la fórmula de cada g_i , para un factor de ensuciamiento estándar son los que siguen:

Coeficientes	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
g_{1j}	8×10^{-9}	$3,8 \times 10^{-7}$	$-1,218 \times 10^{-4}$
g_{2j}	$-4,27 \times 10^{-7}$	$8,2 \times 10^{-6}$	$2,892 \times 10^{-4}$
g_{3j}	$-2,5 \times 10^{-5}$	$-1,034 \times 10^{-4}$	0,9314

Tabla 2. Coeficientes para resolver las ecuaciones de radiación sobre superficie inclinada

El resultado de este método es un valor de ángulo óptimo fijo anual, y una radiación esperada sobre cualquier inclinación, con los datos de entrada de latitud, radiación horizontal en el horizonte temporal que deseemos e inclinación de la superficie de incidencia de la radiación.

2.3.1.1. Factores de ganancia por tecnología de seguimiento

En el apartado 2.2.5. Tipología de montaje de paneles solares, definíamos unos factores de ganancia para plantas con tecnología de seguimiento. Con el método de cálculo anterior tenemos la posibilidad de calcular la radiación incidente sobre una superficie fija, orientada al sur e inclinada 30°. Si partimos de datos mensuales de radiación horizontal podemos obtener valores mensuales sobre superficie inclinada.

Ante esta situación, me tomo la licencia de normalizar en base al factor de estructura fija, orientada al sur e inclinada 30°, los otros dos factores para así obtener los resultados de radiación incidente sobre las plantas objeto de estudio con tecnología de seguimiento.

De este modo, los factores de ganancia de radiación, aplicando previamente el método descrito con anterioridad a cualquier tipo de tecnología de plantas de las incluidas en este estudio, u obtenidos directamente valores de radiación sobre superficie inclinada 30º de los programas de cálculo, serán los que siguen:

Superficie receptora	Factor
Estructura fija, orientada al sur e inclinada 30º	1
Seguimiento sobre un eje azimutal	1,3217
Seguimiento en dos ejes	1,4087

Tabla 3. Coeficientes para obtener irradiación sobre superficie receptora normalizados

2.3.2. Producción esperada. Performance Ratio.

El objeto inicial del proyecto es comparar como de acertado puede ser un método de cálculo actual de producción eléctrica esperada con los valores reales de producción en una serie de plantas fotovoltaicas tipo.

En este apartado se presenta el concepto de Performance Ratio, utilizado para calcular de un modo simple la producción de una planta sin más que aplicar un factor de rendimiento sobre la radiación incidente esperada. Este concepto, bien utilizado, no tiene que ser peor que un desglose de rendimientos por componentes de la planta, ya que no deja de ser un rendimiento, pero es un valor con poca sensibilidad, y en muchas ocasiones se aplican factores muy similares a plantas con distintas tipologías y modos de construcción. Bien utilizado, se insiste en la afirmación de que el PR es la manera más simple de obtener una producción estimada aceptable.

El PR (Performance Ratio) se define como la relación entre la energía que un sistema fotovoltaico genera, y realmente vende a la red, y la generaría un hipotético sistema fotovoltaico ideal, entendido como uno cuyas células solares trabajasen en condiciones estándar y que además estuviese libre de pérdidas en todos sus componentes, es decir, produciría en cada hora del año el máximo que el recurso pudiera ofrecerle.

$$\text{Si formulamos el PR: } PR = \frac{\text{Energía generada}}{\text{Energía generada ideal}}$$

Donde, la energía generada ideal:

$$\text{Energía generada ideal} = \text{Potencia máx generador} * \left(\frac{\text{Radiación esperada}}{G^*} \right)$$

G^* es el valor de irradiación al que se determinan las condiciones estándar de generación de paneles fotovoltaicos, $1000 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ kW/m}^2$.

En el caso que estamos describiendo, la energía generada del numerador es nuestra producción esperada, por tanto:

$$P \text{ Esperada} = PR \times \text{Potencia máx generador} \times \frac{\text{Radiación esperada}}{G^*}$$

Con éste método tan simple, y tan utilizado, una vez estimado el tamaño del campo fotovoltaico y obtenidos de una base de datos al uso los datos de radiación esperada, tan sólo habría que aplicar el factor PR, que teóricamente aglutina todas las pérdidas del sistema, para obtener una producción esperada del sistema fotovoltaico.

Bajo mi punto de vista, el problema en las estimaciones aparece cuando se decide fijar el valor del Performance Ratio en el proceso de diseño y extenderlo a todos los años útiles de funcionamiento de la instalación, pérdidas por degradación aparte. Como la pretensión de este documento es analizar la bondad de las estimaciones al uso, se van a tomar valores de PR fijos mensuales porque este es el procedimiento al que la mayoría de los diseñadores optan a la hora de definir el rendimiento global de su instalación, y para este caso, se tomarán los valores que fueron utilizados en todos los casos de estimación de producción de las plantas fotovoltaicas que se van a analizar, teniendo en cuenta una bajada del rendimiento esperado de un 2% por la utilización de paneles policristalinos en lugar de monocristalinos. A este valor global se le aplicará un factor de degradación de la planta anual del 0,005%.

Esta tabla de datos será posteriormente utilizada para calcular la producción esperada de proyecto utilizando éste método, añadiendo un factor de ganancia en el caso de instalaciones con tecnología de seguimiento.

Mes	PR-Panel monocristalino	PR-Panel policristalino
Enero	0,806	0,705
Febrero	0,799	0,699
Marzo	0,756	0,662
Abril	0,757	0,662
Mayo	0,751	0,657
Junio	0,718	0,628
Julio	0,703	0,615
Agosto	0,707	0,619

Mes	PR-Panel monocristalino	PR-Panel policristalino
Septiembre	0,719	0,629
Octubre	0,762	0,667
Noviembre	0,792	0,693
Diciembre	0,805	0,704
Promedio	0,756	0,662

Tabla 4. Valores mensuales de PR

Ante la explicación anterior de éste rígido PR, hay que partir una lanza en favor de los profesionales que en su día decidieron utilizar, y utilizan, este valor para solventar de un plumazo las exigencias de cálculo de producción de las plantas fotovoltaicas. En el Anexo XII del RD 661/2007, decreto bajo el que estas plantas se diseñaron y pusieron en funcionamiento, existía y existe, un tabla, la Tabla 4: Factor de funcionamiento para un perfil horario de una instalación fotovoltaica, calculada no sólo con PR fijos mensuales, sino con unos valores de PR fijos anuales en función de la tipología de planta instalada. Viendo esto no es de extrañar que fueran y sean muchos los diseñadores que abogan por valores globales de rendimiento fijos, y bueno, aún no sabemos cómo de lejos están de la realidad, algo que más adelante comprobaremos.

2.3.3. Facturación de una planta fotovoltaica.

Según la normativa al caso, las encargadas de cubrir los pagos de la energía generada por las plantas fotovoltaicas son las compañías propietarias de las líneas de distribución o transporte a las que se encuentren conectadas las plantas generadoras.

En el caso que nos ocupa, la responsable de estos pagos es la compañía Sevillana Endesa, que en el contrato de Compra Venta de energía que se suscribió con el titular de la planta cuando las plantas objeto de estudio comenzaron a funcionar en el año 2008 indicaba:

IV. Condiciones económicas.

IV.1 Las condiciones económicas que rigen el presente contrato vienen establecidas en el Real Decreto 661/2007. Se opta por percibir la tarifa regulada que para el grupo **b.1.1** se establece en la tabla 3 del artículo 36 del citado Real Decreto, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 14.2 del mismo Real Decreto referido al período de pruebas de la instalación y a la actualización anual de la tarifa regulada en el artículo 44 del mismo Real Decreto.

IV.II La facturación de la energía entregada se efectuará por meses naturales. EL TITULAR o el representante autorizado por ésta enviará a SEVILLANA ENDESA la factura correspondiente al período, indicando la lectura del contador de final de mes y del mes precedente. El pago de la energía entregada por el titular a SEVILLANA ENDESA se producirá dentro del período de 30 días posteriores de la recepción de la correspondiente factura, según lo establecido en el 661/2007, disposición transitoria sexta.

EL TITULAR deberá facilitar a SEVILLANA ENDESA los datos bancarios por escrito al objeto de poder efectuar el ingreso correspondiente.

IV.III Las facturas serán presentadas según el modelo acordado con SEVILLANA ENDESA.

El modelo que aporta SEVILLANA ENDESA al contrato se encuentra recogido en el Anexo II del mismo y tiene el formato que se muestra a continuación:

Emisor		Datos de envío	
Nombre:		AAA	
Dirección:		Sevillana-ndesa	
N.I.F./C.I.F.:		Avenida de la Exposición 5	
		41024 Sevilla	

FACTURA		Nº Factura	Fecha emisión
Cliente			
Nombre:	Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal		
Dirección:	Avenida del Paral·lel 51		
	08004 Barcelona		
C.I.F.:	B82946617		
Datos de la Instalación			
Nombre:			
Dirección:			
RGRE:	RGRE/XXX/XX/XX		
Grupo:	b.1.1		
Potencia:			
Periodo de Facturación:			
Lectura de Equipos			
Contador de salida		Contador de entrada	
Lectura anterior		Lectura anterior	
Lectura actual		Lectura actual	
Diferencia	0	Diferencia	0
Constante del contador	1	Constante del contador	
Energía de salida (Kwh)	0	Energía de entrada (Kwh)	0
Total de energía entregada		0 Kwh	
Precio Unitario		€ / Kwh	
Base Imponible		0,00 €	
I.V.A. 16%		0,00 €	
Total		0,00 €	
Forma de pago			
Transferencia Bancaria			
Cuenta			

Figura 13. Modelo factura generación eléctrica fotovoltaica SEVILLANA ENDESA

Según el modelo anterior, la facturación de una planta fotovoltaica tan sólo depende de las lecturas del contador bidireccional, con lecturas de generación y consumo, instalado en el punto frontera de la planta con la línea de distribución o transporte, y de la tarifa de aplicación a la energía generada.

2.3.4. Modelo financiero de una planta fotovoltaica.

A continuación se presenta un ejemplo de modelo financiero tipo de una instalación fotovoltaica construida en el año 2008 al igual que nuestras plantas objeto de estudio, y que será utilizado para estimar las rentabilidades esperadas derivadas del funcionamiento como plantas generadoras de las mismas.

2.3.4.1. Datos del modelo

Precio y gastos de mantenimiento de plantas fotovoltaicas

Los datos presentados a continuación, y utilizados en la obtención de resultados del modelo financiero han sido obtenidos de la experiencia adquirida en promoción y venta de plantas fotovoltaicas en el año 2008, y de los valores de gastos de mantenimiento manejados durante el último año 2010 en la última empresa en la que estuve prestando mis servicios, Irradia Ingeniería Solar, con una filial independiente especializada en servicios de mantenimiento de plantas fotovoltaicas.

	Fija, 30 ^º	Seg 1 eje	Seg 2 ejes
Precio de la instalación (€/Wp) planta construida en 2008 SILICIO MONOCRISTALINO	6,72	8,36	10,49
Precio de la instalación (€/Wp) planta construida en 2008 SILICIO POLICRISTALINO	6,56	8,20	10,33
Gastos de mantenimiento preventivo (€/Wp)	10	15	17

Tabla 5. Precio y gastos de mantenimiento de plantas fotovoltaicas

Parámetros del modelo

De nuevo, los datos utilizados para la obtención de resultados del modelo financiero han sido tomados de los trabajos de estimación de producción y rentabilidad de plantas realizados en 2008 en una promotora y constructora de plantas solares fotovoltaicas.

Inflación TMR (Tarifa Media Referencia Eléctrica)	2,00%
Caída de Producción Anual	0,005%
Recursos Propios	20,00%
Financiación	80,00%
Tipo Interés EURIBOR* febrero 2008	4,34%
Diferencial	1,20%
Tasa anual de incremento sobre Euribor	0,50%
Comisión de Apertura Préstamo	0,50%
Seguro	1.200,00
Gastos de gestión	2,50%
IPC (Costes)	2,50%
Deducción Fiscal 1er año	10%
Impuesto de Sociedades	35%
Precio Electricidad (TMR para 2006)	0,076588
Precio Electricidad Primado al 575% planta construida en 2008	0,440381
Años amortización del préstamo	10
Años amortización fiscal de la inversión	15

Tabla 6. Valores típicos modelo financiero 2008

A partir de los datos anteriores, variables la mayoría de ellos en función de las decisiones tomadas en el momento de realización de la inversión y los niveles en los que se encuentren los parámetros financieros en su momento de aplicación al modelo, obtendremos inicialmente un Valor Actual Neto (VAN) en al año 25 de la inversión y su valor residual hasta 30 años, y una Tasa Interna de Retorno (TIR).

- **VAN:** permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.
- **TIR:** está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN) es igual a cero. El VAN es calculado a partir del flujo de caja

anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

2.3.4.1. Ejemplo del modelo

Los análisis financieros se realizan a 25 años, vida útil típica de una planta fotovoltaica. A continuación se presenta un ejemplo de los resultados del análisis de rentabilidad obtenida en un proyecto tipo con tarifa de planta construida en el año 2008, que luego particularizaremos para cada una de las plantas incluidas en el estudio.

Inversión	-780.640
Prestamo 80%	624.512
Comisión de Apertura	-3.123
IVA Instalación	-124.902

Año	1	2	3	4	5	6	7	8
% Potencia Disponible	100,00%	99,25%	98,51%	97,77%	97,03%	96,31%	95,58%	94,87%
Producción kWh	176.852	175.526	174.209	172.903	171.606	170.319	169.041	167.774
Precio €/w	0,4404	0,4580	0,4763	0,4954	0,5152	0,5358	0,5572	0,5795
Facturación	77.882,26	80.390,07	82.978,63	85.650,54	88.408,49	91.255,24	94.193,66	97.226,70
Devolución IVA		124.902						
Cuota Anual de Financiación	-62.010,81	-62.123,35	-62.236,55	-62.350,42	-62.464,96	-62.580,18	-62.696,08	-62.812,67
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.347,06	-4.590,16	-4.757,43	-4.930,87	-5.110,70	-5.297,17	-5.490,51	-5.690,99
Beneficio Antes Impuestos y amortización	73.535,20	75.799,91	78.221,20	80.719,67	83.297,79	85.958,08	88.703,15	91.535,71
Amortización Inversión anual	52,043	52,043	52,043	52,043	52,043	52,043	52,043	52,043
Deducción Fiscal	78,064							
Compensación de Perdidas		-56.571,46	-32.814,22	-6.635,69	0,00	0,00	0,00	0,00
Base Imponible IS	-56.571,46	-32.814,22	-6.635,69	22.041,31	31.255,12	33.915,41	36.660,48	39.493,04
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	7.714,46	10.939,29	11.870,39	12.831,17	13.822,56
Beneficio de la Sociedad	21.492,54	23.757,24	26.178,53	20.962,55	20.315,83	22.045,02	23.829,31	25.670,48
FLUJO DE CAJA LIBRE	-284.153	11.524,39	138.578,96	15.984,64	10.654,79	9.893,53	11.507,50	13.175,90
		-272.628,57	-134.049,61	-118.064,96	-107.410,18	-97.516,65	-86.009,15	-72.833,25
								-57.932,77

TIR* a 25 años **12,29%** **15 años de amortización de préstamo**
VAN 25 años (4%) **392.670,57 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **476.652,15 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

Figura 14. Ejemplo resultado modelo financiero. Rentabilidad global. Evolución de año 1 a 8.

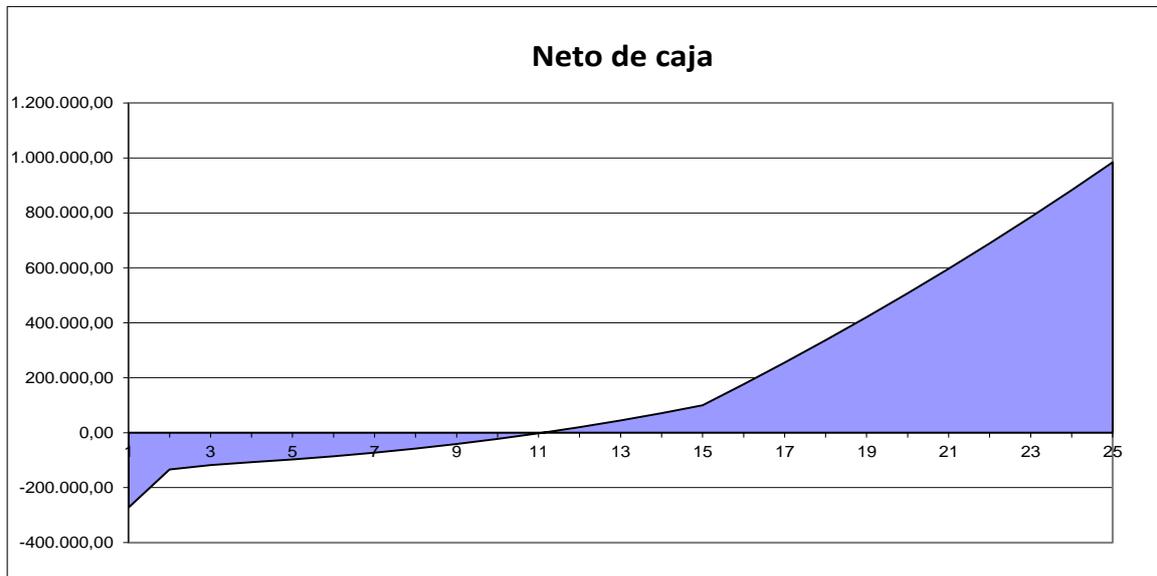


Figura 15. Flujo neto de caja 25 años de instalación.

Este modelo será utilizado más adelante, para obtener a partir de los valores obtenidos de producción, los resultados de rentabilidad de plantas de distinta tipología y con distintos parámetros financieros.

2.4. Plantas incluidas en el estudio

Para el estudio se ha escogido un huerto solar con 25 plantas montadas en estructura fija, HUERTO SOLAR 1, un segundo huerto solar con tres plantas fijas y 15 plantas con seguimiento a un eje, HUERTO SOLAR 2, y un último con 14 plantas con seguimiento a dos ejes, HUERTO SOLAR 3.

Estas 54 plantas se pueden agrupar por características similares, obteniendo para el estudio 12 plantas tipo, con distinta ubicación, tipo de seguimiento, y potencia instalada. Además, una de las plantas tipo, la planta TIPO 8, se encuentra sometida a un plan de mantenimiento distinto al resto de plantas incluidas en el estudio.

2.4.1. Ubicación

	MUNICIPIO	PROVINCIA
HUERTO SOLAR 1	Escacena del Campo	HUELVA
HUERTO SOLAR 2	La Palma del Condado	HUELVA
HUERTO SOLAR 3	Alcalá del Río	SEVILLA

Tabla 7. Ubicación de las plantas de análisis



Figura 16. Ubicación de las plantas de análisis

2.4.2. Características técnicas

PLANTA	Tipo de seguimiento	Panel	kWp	Inversor	kW	TIPOS DE PLANTAS
HUERTO SOLAR 1						
HS 1 Planta 1	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 2	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 3	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 4	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 5	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 6	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 7	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 8	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 9	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 10	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 11	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 12	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	115,92	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 1
HS 1 Planta 13	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 14	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2

HS 1 Planta 15	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 16	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	132,48	INGETEAM Ingecon Sun 100	100	Planta Tipo 2
HS 1 Planta 17	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	66,24	INGETEAM Ingecon Sun 50	50	Planta Tipo 3
HS 1 Planta 18	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 19	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 20	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 21	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 22	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 23	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 24	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HS 1 Planta 25	Sin seguimiento policristalino	ATERSA 230-P	41,40	INGETEAM Ingecon Sun 30	30	Planta Tipo 4
HUERTO SOLAR 2						
HS 2 Planta 1	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-200	112,00	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 5
HS 2 Planta 2	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-200	112,00	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 5
HS 2 Planta 3	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-200	112,00	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 5
HS 2 Planta 4	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-200	112,00	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 5
HS 2 Planta 5	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6

HS 2 Planta 6	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 7	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 8	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 9	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 10	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 11	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 12	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 13	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 14	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 15	Seguimiento 1 eje policristalino	SHARP-205	111,52	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 6
HS 2 Planta 16	Sin seguimiento monocristalino	ISO FOTÓN I-150S	112,20	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 7
HS 2 Planta 17	Sin seguimiento monocristalino	ISO FOTÓN I-150S	112,20	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 7
HS 2 Planta 18	Sin seguimiento, dos tipos de módulos policristalinos	SILIKEN SLK60P6L-215-94,60 SILIKEN SLK60P6L-218-17,44	112,04	ATERSA Soleil 100	100	Planta Tipo 8
HUERTO SOLAR 3						
HS 3 Planta 1	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISO FOTÓN IS220/32 – 52,80 ISO FOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9

HS 3 Planta 2	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 3	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 4	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 5	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 6	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 7	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 52,80 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 60,48	113,28	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 9
HS 3 Planta 8	Seguimiento 2 ejes con dos tipos de módulos monocristalinos	ISOFOFOTÓN IS220/32 – 44,88 ISOFOFOTÓN IS210/32 – 30,24	75,12	INGETEAM Ingecon Sun 5	60	Planta Tipo 10
HS 3 Planta 9	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOFOTÓN IS220/32	113,52	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 11

HS 3 Planta 10	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOTÓN IS220/32	75,24	INGETEAM Ingecon Sun 5	60	Planta Tipo 12
HS 3 Planta 11	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOTÓN IS220/32	113,52	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 11
HS 3 Planta 12	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOTÓN IS220/32	113,52	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 11
HS 3 Planta 13	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOTÓN IS220/32	113,52	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 11
HS 3 Planta 14	Seguimiento 2 ejes monocristalino	ISOFOTÓN IS220/32	113,52	INGETEAM Ingecon Sun 5	90	Planta Tipo 11

Tabla 8. Descripción detallada de plantas de análisis

Podemos agrupar las 54 plantas en 12 tipos de plantas iniciales. Posteriormente tendremos en cuenta dos sub-divisiones en los Tipos 2 y 4, puesto que estas plantas sufrieron una ampliación de su potencia instalada.

- Plantas Tipo 2a: ampliación de potencia instalada, de 115,92 kWp a 132,48 kWp, el 29 de enero de 2010.
- Plantas Tipo 2b: ampliación de potencia instalada, de 115,92 kWp a 132,48 kWp, el 06 de mayo de 2010.
- Plantas Tipo 4a: ampliación de potencia instalada, de 33,12 kWp a 41,40 kWp, el 29 de enero de 2010.
- Plantas Tipo 4b: ampliación de potencia instalada, de 33,12 kWp a 41,40 kWp, el 11 de mayo de 2010.

RESUMEN DE PLANTAS TIPO

TIPOS DE PLANTA	Ubicación	kW	Seguimiento	Módulo	Nº módulos	kWp	kWp/kW	Nº inversores	Tipo de inversor	Plan de mantenimiento
Planta Tipo 1	Escacena del Campo	100	Fija	Policristalino	504	115,92	1,1592	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 2	Escacena del Campo	100	Fija	Policristalino	576	132,48	1,3248	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 3	Escacena del Campo	50	Fija	Policristalino	288	66,24	1,3248	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 4	Escacena del Campo	30	Fija	Policristalino	180	41,40	1,3800	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 5	La Palma del Condado	100	1 eje	Policristalino	560	112,00	1,1200	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 6	La Palma del Condado	100	1 eje	Policristalino	544	111,52	1,1152	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 7	La Palma del Condado	100	Fija	Monocristalino	748	112,20	1,1220	1	3F	Tipo 1
Planta Tipo 8	La Palma del Condado	100	Fija	Policristalino	520	112,04	1,1204	1	3F	Tipo 2
Planta Tipo 9	Alcalá del Río	90	2 ejes	Monocristalino	528	113,28	1,2587	18	1F	Tipo 1
Planta Tipo 10	Alcalá del Río	60	2 ejes	Monocristalino	348	75,12	1,2520	12	1F	Tipo 1
Planta Tipo 11	Alcalá del Río	90	2 ejes	Monocristalino	516	113,52	1,2613	18	1F	Tipo 1
Planta Tipo 12	Alcalá del Río	60	2 ejes	Monocristalino	342	75,24	1,2540	12	1F	Tipo 1

Tabla 9. Resumen de plantas tipo de análisis

2.5. Obtención de valores esperados

2.5.1. Radiación esperada

Al presentar las fuentes de radiación esperada que se van a utilizar comentamos que vamos a obtener varios datos de radiación en las localizaciones de las plantas objeto de estudio del proyecto:

- ☀ Datos de radiación de **PVGIS**: se han obtenido directamente de la herramienta valores de año tipo sobre superficie horizontal y superficie fija inclinada 30º.
- ☀ Datos de radiación del programa de **Radiación Solar en Andalucía**: también esta herramienta permite obtener datos de año tipo de radiación sobre superficie horizontal y sobre superficie fija inclinada 30º.
- ☀ Datos registrados en **Estaciones Agroclimáticas**: tan sólo podemos obtener datos de radiación sobre superficie horizontal. Se han recopilado los datos de los 10 últimos años registrados, esto es, de enero de 2001 a diciembre del 2010. Tras analizar el resultado de la solicitud de datos y corregir los defectos de formato por huecos en las lecturas, se han obtenido como resultados finales la media de los 10 últimos años, 2001-2010, y la media de los dos últimos, 2009-2010.

2.5.1.1. Herramienta PVGIS

La base de datos de la página de la comisión europea, PVGIS, está desarrollada a partir de datos homogeneizados para toda Europa. El algoritmo calcula estimaciones de radiaciones y valores de irradiancia en superficies horizontales e inclinadas. La radiación total diaria (Wh/m^2) es calculada mediante la integración de valores de potencia de irradiación (W/m^2), pre-calculados a intervalos regulares durante el día. Para cada uno de los cálculos realizados diariamente el modelo tiene en cuenta, además de los parámetros atmosféricos influyentes, niveles de sombreado que pueden ejercer los elementos terrestres, como colinas o montañas, calculados mediante un modelo digital de elevación. La base de datos consiste en mapas raster sobre los que se representa, para valores anuales, mensuales y diarios los valores de radiación sobre superficie horizontal, y posteriormente un algoritmo calcula su valor para cualquier inclinación de la superficie receptora.

Es decir, esta primera base de datos calcula para muchos puntos dentro del territorio europeo, cuanta radiación llega a una superficie, horizontal o inclinada, utilizando modelos de cálculo de factores atmosféricos e influencia de hitos geográficos. El valor de la radiación que llega en cada momento de cálculo al exterior de la atmósfera terrestre

sería el valor de radiación inicial, sobre el que se calcula la influencia de turbidez, nubosidad y demás parámetros atmosféricos para obtener el valor final en nivel en superficie terrestre.

Utilizando esta herramienta se han calculado los datos de radiación esperados en las localizaciones de las plantas seleccionadas, sobre superficie horizontal y sobre superficie fija inclinada 30°.

Adicionalmente, el programa te da la opción de calcular la radiación incidente sobre superficie inclinada en ángulo óptimo, aportando el valor de ángulo óptimo mensual y su valor medio anual, así como datos ambientales de temperatura. Para este apartado tan sólo utilizaremos los dos datos de radiación que nos interesan.



Figura 17. Impresión de pantalla tipo cálculo radiación mensual herramienta PVGIS

- Para las plantas ubicadas en Escacena del Campo y La Palma del Condado, los datos de la base PVGIS se han tomado en la misma localización dónde se encuentra la Estación Agroclimática asociada, en La Palma del Condado. Éste primer resultado se ha unificado para las dos primeras localizaciones ya que, dada su proximidad, menos de 15 km, comparten datos medidos en la misma Estación.
- Para el caso de la planta de Alcalá del Río, los datos se han tomado en la misma localización de la que se tienen datos de la Estación Agroclimática más cercana, en este caso, estación de Guillena, a menos de 10 km de Alcalá del Río.

Los datos en bruto, medias diarias, que nos aporta la herramienta se encuentran reflejados en la siguiente tabla:

	La Palma del Condado		Guillena	
(Wh/m ² /día)	H_h	$H(30)$	H_h	$H(30)$
Jan	2480	3970	2430	3880
Feb	3110	4310	3080	4260
Mar	4630	5660	4610	5640
Apr	5320	5640	5230	5540
May	6840	6620	6760	6560
Jun	7280	6730	7270	6730
Jul	7200	6790	7080	6690
Aug	6510	6670	6360	6520
Sep	5190	6040	5080	5900
Oct	3930	5290	3830	5150
Nov	2530	3800	2480	3730
Dec	2100	3400	2070	3360
Year	4770	5420	4700	5340
H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m ² /day)				
$H(30)$: Irradiation on plane at angle: 30deg. (Wh/m ² /day)				

Tabla 10. Datos de radiación obtenidos de herramienta PVGIS (Wh/m²/día)

Tan sólo hay que multiplicar por el número de días y ajustar unidades para obtener nuestros datos totales mensuales en kWh/m²:

	La Palma del Condado		Guillena	
(kWh/m ² /mes)	Horizontal	Inclinada, 30°	Horizontal	Inclinada, 30°
Enero	76,88	123,07	75,33	120,28
Febrero	87,08	120,68	86,24	119,28
Marzo	143,53	175,46	142,91	174,84
Abril	159,60	169,20	156,90	166,20
Mayo	212,04	205,22	209,56	203,36
Junio	218,40	201,90	218,10	201,90
Julio	223,20	210,49	219,48	207,39
Agosto	201,81	206,77	197,16	202,12

(kWh/m²/mes)	La Palma del Condado		Guillena	
	Horizontal	Inclinada, 30º	Horizontal	Inclinada, 30º
Septiembre	155,70	181,20	152,40	177,00
Octubre	121,83	163,99	118,73	159,65
Noviembre	75,90	114,00	74,40	111,90
Diciembre	65,10	105,40	64,17	104,16
TOTAL	1.741,07	1.977,38	1.715,38	1.948,08
Promedio	145,09	164,78	142,95	162,34

Tabla 11. Datos de radiación obtenidos de herramienta PVGIS (kWh/m²/mes)

2.5.1.1. Herramienta Radiación Solar en Andalucía (AAE)

Como mencionamos con anterioridad, la Agencia Andaluza de la energía, pone a disposición pública en su página web el programa Radiación Solar en Andalucía, que permite la obtención de parámetros climatológicos necesarios para la evaluación del recurso solar existente en distintos municipios de la Comunidad Autónoma Andaluza. El programa ha sido desarrollado por el Grupo de Termodinámica y Energías Renovables de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA).

La entrada de datos del programa son los datos medidos en las que ya conocemos Estaciones Agroclimáticas de Andalucía, la estación meteorológica de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, la estación del Instituto Nacional de Técnicas Espaciales INTA en Mazagón (Huelva), y la estación de la Plataforma Solar de Almería en Tabernas. Con todos estos datos medidos reales, se diseña un año tipo de datos de radiación y meteorológicos.

Utilizando esta herramienta obtenemos los datos de radiación esperados en las localizaciones de las plantas seleccionadas. Como en el caso anterior, los datos se han tomado en las mismas localizaciones donde se encuentra la estación agroclimática asociada.

Figura 18. Impresión de pantalla tipo cálculo radiación herramienta Radiación Solar en Andalucía

Los datos que nos aporta la herramienta se encuentran reflejados en la siguiente tabla:

(kWh/m ² /mes)	La Palma del Condado		Guillena	
	Horizontal	Inclinada, 30º	Horizontal	Inclinada, 30º
Enero	76,20	110,70	79,60	119,50
Febrero	99,20	137,50	100,10	140,00
Marzo	145,30	176,80	145,50	176,60
Abril	174,20	187,50	176,70	190,70
Mayo	209,50	205,80	209,70	206,20
Junio	227,00	213,80	230,80	217,10
Julio	235,00	225,70	237,90	228,00
Agosto	209,50	218,90	213,80	223,70
Septiembre	156,20	180,10	159,30	185,00
Octubre	114,20	146,70	115,80	150,30
Noviembre	82,20	118,30	83,60	122,00
Diciembre	63,60	91,60	66,40	98,60
TOTAL	1.792,10	2.013,40	1.819,20	2.057,70
Promedio	149,34	167,78	151,60	171,48

Tabla 12. Datos de radiación obtenidos de herramienta Radiación Solar en Andalucía (kWh/m²/mes)

2.5.1.2. Datos de Estaciones Agroclimáticas

A diferencia de los datos utilizados de la herramienta PVGIS, calculados mediante algoritmos de modelos meteorológicos, los datos obtenidos de las Estaciones Agroclimáticas son datos reales medidos en cada una de las ubicaciones. La red de estaciones nació con la necesidad de estimación de las necesidades de agua de los cultivos andaluces, para ello el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha instalado a lo largo de una serie de años, una red de estaciones meteorológicas automáticas junto con un Centro Regional de Explotación de Datos que permite disponer de información agrometeorológica para el conjunto de regadíos de Andalucía, así como para otras aplicaciones, en este caso, para obtener datos reales de radiación incidente medidos durante los últimos 10 años.

DATOS ESTACIONES

Estación Meteorológica de La Palma del Condado

Provincia: Huelva
Código de Estación: 9
Zona Regable: --

Coordenadas UTM

X: 717814.0
Y: 4138619.0
Latitud: 37° 22' 05" N
Longitud: 06° 32' 25" W
Altitud: 192.0

Más Información

- Últimos Datos Registrados
- Datos Históricos



Figura 19. Impresión de pantalla base de datos Estación Agroclimática La Palma del Condado

- La Palma del Condado (datos para plantas de Escacena del Campo y La Palma del Condado)

Como se determinó anteriormente, las dos primeras localizaciones, dada su proximidad, menos de 15 km, comparten datos medidos en la misma Estación Agroclimática. Obtenemos los siguientes datos mensuales:

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Enero	60,42	79,44	83,08	78,22	102,78	82,28	84,19	87,42	65,89	66,39
Febrero	78,14	106,58	95,17	94,56	112,22	98,81	84,19	97,86	103,31	75,69
Marzo	146,35	146,11	138,22	142,89	141,06	135,56	167,83	168,14	147,78	129,53
Abril	157,75	170,25	166,53	184,89	202,28	169,28	165,25	183,25	197,47	172,75
Mayo	198,22	216,06	235,42	198,44	227,44	208,25	220,14	189,83	234,44	229,58
Junio	245,11	216,97	230,67	243,39	233,39	229,89	228,28	249,75	225,44	219,56
Julio	237,81	241,72	250,53	245,92	247,92	241,81	256,94	254,25	253,08	240,53
Agosto	206,14	212,61	219,31	216,69	218,11	225,39	215,42	231,19	229,14	208,50
Septiembre	145,56	138,97	180,33	170,56	167,47	166,22	153,17	154,11	161,61	167,92
Octubre	106,89	113,58	104,58	116,81	111,89	105,58	132,00	118,81	137,61	127,42
Noviembre	89,03	80,89	79,28	94,19	88,42	72,75	98,44	101,33	90,00	75,83
Diciembre	62,78	63,92	68,47	82,42	75,92	82,11	77,83	64,47	61,92	55,94
TOTAL	1.734,18	1.787,11	1.851,58	1.868,97	1.928,89	1.817,92	1.883,69	1.900,42	1.907,69	1.769,64
Promedio	266,80	274,94	284,86	287,53	296,75	279,68	289,80	292,37	293,49	272,25

Tabla 13. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de La Palma del Condado- últimos 10 años ($kWh/m^2/mes$)

Los valores reales registrados durante los últimos diez años nos permiten calcular valores promedio para una muestra representativa de datos. En este caso, calcularemos el valor promedio mensual de los datos existentes desde el año 2001 al 2010 y el valor promedio de los dos últimos años, 2009 y 2010:

Mes	Promedio mensual últimos 10 años (2001-2010)	Promedio mensual últimos 2 años (2009-2010)
Enero	79,01	66,14
Febrero	94,65	89,50
Marzo	146,35	138,65
Abril	176,97	185,11

Mes	Promedio mensual últimos 10 años (2001-2010)	Promedio mensual últimos 2 años (2009-2010)
Mayo	215,78	232,01
Junio	232,24	222,50
Julio	247,05	246,81
Agosto	218,25	218,82
Septiembre	160,59	164,76
Octubre	117,52	132,51
Noviembre	87,02	82,92
Diciembre	69,58	58,93
TOTAL	1.845,01	1.838,67
Promedio	283,85	282,87

Tabla 14. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de La Palma del Condado-promedio últimos 10 años y últimos 2 años (kWh/m²/mes)

- Guillena (datos para planta en Alcalá del Río)

Como en los otros casos, se tienen datos de la Estación Agroclimática más cercana, en este caso, estación de Guillena, a menos de 10 km de Alcalá del Río. Obtenemos los siguientes datos mensuales en kWh/m²:

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Enero	83,39	81,28	86,39	81,81	106,72	82,17	85,81	90,75	68,06	67,50
Febrero	97,06	104,67	95,56	94,81	114,44	97,92	81,86	102,61	103,56	78,11
Marzo	147,59	147,33	139,92	146,00	146,94	138,61	167,81	169,69	141,19	130,81
Abril	181,36	171,42	172,58	186,36	204,36	171,11	169,00	187,72	196,39	176,00
Mayo	192,53	221,53	236,33	199,61	235,33	212,47	222,03	191,97	239,44	234,89
Junio	247,72	227,64	235,64	246,33	241,19	229,14	234,83	253,11	230,36	220,97
Julio	236,72	250,00	259,92	249,97	254,39	250,50	269,92	262,08	263,06	253,14
Agosto	212,94	221,56	229,61	220,72	226,22	231,83	227,72	240,92	238,78	225,22
Septiembre	152,72	144,50	186,67	177,22	186,61	171,17	160,03	159,50	167,11	177,42
Octubre	110,39	117,17	111,33	121,47	115,25	111,72	140,58	119,92	142,92	116,36
Noviembre	90,50	79,42	82,22	95,94	92,14	75,75	102,72	103,03	93,81	65,56
Diciembre	66,08	67,08	69,06	82,53	77,78	84,53	79,92	66,61	62,61	53,19
TOTAL	1.819,01	1.833,58	1.905,22	1.902,78	2.001,39	1.856,92	1.942,22	1.947,92	1.947,28	1.799,17
Promedio	279,85	282,09	293,11	292,74	307,91	285,68	298,80	299,68	299,58	276,79

Tabla 15. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de Guillena-últimos 10 años (kWh/m²/mes)

Del mismo modo que en el caso de La Palma del Condado, calculamos el valor promedio mensual de los datos existentes desde el año 2001 al 2010 y el valor promedio de los dos últimos años, 2009 y 2010:

Mes	Promedio mensual últimos 10 años (2001-2010)	Promedio mensual últimos 2 años (2009-2010)
Enero	83,39	67,78
Febrero	97,06	90,83
Marzo	147,59	136,00
Abril	181,63	186,19
Mayo	218,61	237,17
Junio	236,69	225,67
Julio	254,97	258,10
Agosto	227,55	232,00
Septiembre	168,29	172,26
Octubre	120,71	129,64
Noviembre	88,11	79,68
Diciembre	70,94	57,90
TOTAL	1.895,55	1.873,22
Promedio	291,62	288,19

Tabla 16. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de Guillena-promedio últimos 10 años y últimos 2 años ($kWh/m^2/mes$)

A partir de los promedios mensuales de los últimos 10 y 2 años, obtenemos, aplicando el método de radiación sobre superficies inclinadas que definimos con anterioridad, los datos sobre superficie inclinada 30°.

	La Palma del Condado				Guillena			
	Promedio 10 años		Promedio últimos 2 años		Promedio 10 años		Promedio últimos 2 años	
	Horizontal	Inclinada, 30º	Horizontal	Inclinada, 30º	Horizontal	Inclinada, 30º	Horizontal	Inclinada, 30º
Enero	79,01	82,90	66,14	69,39	83,39	82,90	67,78	69,40
Febrero	94,65	99,31	89,50	93,90	97,06	99,31	90,83	93,91
Marzo	146,35	153,55	138,65	145,48	147,59	153,55	136,00	145,48
Abril	176,97	185,68	185,11	194,22	181,63	185,68	186,19	194,23
Mayo	215,78	226,40	232,01	243,43	218,61	226,41	237,17	243,44
Junio	232,24	243,67	222,50	233,45	236,69	243,68	225,67	233,46
Julio	247,05	259,21	246,81	258,95	254,97	259,21	258,10	258,96
Agosto	218,25	228,99	218,82	229,59	227,55	229,00	232,00	229,59
Septiembre	160,59	168,49	164,76	172,87	168,29	168,50	172,26	172,88
Octubre	117,52	123,30	132,51	139,04	120,71	123,30	129,64	139,04
Noviembre	87,02	91,30	82,92	87,00	88,11	91,30	79,68	87,00
Diciembre	69,58	73,00	58,93	61,83	70,94	73,00	57,90	61,83
TOTAL	1.845,01	1.935,81	1.838,67	1.929,15	1.895,55	1.935,86	1.873,22	1.929,20
Promedio	153,75	161,32	153,22	160,76	157,96	161,32	156,10	160,77

Tabla 17. Datos de radiación obtenidos de registros en Estaciones Agroclimáticas (kWh/m²/mes)

2.5.1.3. Radiación esperada en plantas incluidas en el estudio

Los doce tipos de plantas incluidos en el estudio tienen la siguiente ubicación y tipología de montaje:

TIPOS DE PLANTA	Ubicación	Seguimiento
Planta Tipo 1	Escacena del Campo	Fija, 30º
Planta Tipo 2	Escacena del Campo	Fija, 30º
Planta Tipo 3	Escacena del Campo	Fija, 30º
Planta Tipo 4	Escacena del Campo	Fija, 30º
Planta Tipo 5	La Palma del Condado	1 eje
Planta Tipo 6	La Palma del Condado	1 eje
Planta Tipo 7	La Palma del Condado	Fija, 30º
Planta Tipo 8	La Palma del Condado	Fija, 30º
Planta Tipo 9	Alcalá del Río	2 ejes
Planta Tipo 10	Alcalá del Río	2 ejes
Planta Tipo 11	Alcalá del Río	2 ejes
Planta Tipo 12	Alcalá del Río	2 ejes

Tabla 18. Tipología de plantas incluidas en el estudio, tipo de superficie de captación

A los valores obtenidos de las distintas fuentes de radiación, le aplicamos los factores de ganancia definidos con anterioridad y obtenemos los siguientes resultados de radiación incidente esperada sobre superficie receptora según el tipo de planta considerado, teniendo en cuenta, que las ubicaciones de Escacena del Campo y La Palma del Condado, comparten datos de radiación incidente sobre superficie horizontal:

Ubicación	Escacena del Campo y La Palma del Condado			
Tipo	Fija, 30º: Plantas Tipo 1, 2, 3, 4, 7 y 8			
Herramienta	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estaciones Agroclimáticas- 10 años	Estaciones Agroclimáticas- 2 años
Enero	123,07	110,70	82,90	69,39
Febrero	120,68	137,50	99,31	93,90
Marzo	175,46	176,80	153,55	145,48
Abril	169,20	187,50	185,68	194,22
Mayo	205,22	205,80	226,40	243,43
Junio	201,90	213,80	243,67	233,45
Julio	210,49	225,70	259,21	258,95
Agosto	206,77	218,90	228,99	229,59
Septiembre	181,20	180,10	168,49	172,87
Octubre	163,99	146,70	123,30	139,04
Noviembre	114,00	118,30	91,30	87,00
Diciembre	105,40	91,60	73,00	61,83
TOTAL	1.977,38	2.013,40	1.935,81	1.929,15
Promedio	164,78	167,78	161,32	160,76

Tabla 19. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 1

Ubicación	Escacena del Campo y La Palma del Condado			
Tipo	Seguimiento a 1 eje: Plantas Tipo 5 y 6			
Herramienta	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estaciones Agroclimáticas- 10 años	Estaciones Agroclimáticas- 2 años
Enero	162,66	146,31	109,57	91,72
Febrero	159,50	181,73	131,26	124,11
Marzo	231,91	233,68	202,94	192,28
Abril	223,63	247,82	245,41	256,70
Mayo	271,24	272,01	299,24	321,74
Junio	266,85	282,58	322,06	308,55
Julio	278,20	298,31	342,59	342,26
Agosto	273,29	289,32	302,66	303,45
Septiembre	239,49	238,04	222,70	228,49
Octubre	216,75	193,89	162,97	183,76
Noviembre	150,67	156,36	120,67	114,98
Diciembre	139,31	121,07	96,49	81,72
TOTAL	2.613,50	2.661,11	2.558,55	2.549,76
Promedio	217,79	221,76	213,21	212,48

Tabla 20. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 2

Ubicación	Alcalá del Río			
Tipo	Seguimiento a 2 ejes: Plantas Tipo 9, 10, 11 y 12			
Herramienta	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estaciones Agroclimáticas- 10 años	Estaciones Agroclimáticas- 2 años
Enero	169,44	168,34	116,78	97,76
Febrero	168,03	197,22	139,90	132,29
Marzo	246,30	248,78	216,31	204,94
Abril	234,13	268,64	261,57	273,61
Mayo	286,47	290,47	318,94	342,93
Junio	284,42	305,83	343,27	328,87
Julio	292,15	321,18	365,16	364,79
Agosto	284,73	315,13	322,59	323,43
Septiembre	249,34	260,61	237,36	243,53
Octubre	224,90	211,73	173,70	195,86
Noviembre	157,63	171,86	128,62	122,56
Diciembre	146,73	138,90	102,84	87,10
TOTAL	2.744,26	2.898,68	2.727,04	2.717,67
Promedio	228,69	241,56	227,25	226,47

Tabla 21. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 3

2.5.2. Producción esperada

Para el cálculo de las producciones esperadas se utilizará el método descrito con anterioridad del Performance Ratio utilizando los datos de radiación esperada obtenidos del programa de Radiación Solar de Andalucía.

En base a los resultados que obtengamos de producción esperada se calcularán, aplicando el modelo financiero teórico presentado con anterioridad, las rentabilidades asociadas a estas plantas construidas en el año 2008.

2.5.2.1. Resumen de características de las plantas estudiadas

Características plantas Tipo 1, 2, 3 y 4

A continuación se muestran las características técnicas necesarias para calcular la producción esperada mediante el método del PR de las plantas 1, 2, 3 y 4. Los datos de las plantas tipo 2 y 4 se encuentran duplicados puesto que estas plantas sufrieron una ampliación de potencia instalada en el año 2010, algunas de ellas en enero del 2010 y otras en mayo de 2010, tal y como queda definido en la tabla.

Características	Planta Tipo 1	Planta Tipo 2a	Planta Tipo 2b	Planta Tipo 3	Planta Tipo 4a	Planta Tipo 4b
Ubicación	Escacena del Campo	Escacena del Campo	Escacena del Campo	Escacena del Campo	Escacena del Campo	Escacena del Campo
kW	100	100	100	50	30	30
Seguimiento	Fija, 30º	Fija, 30º	Fija, 30º	Fija, 30º	Fija, 30º	Fija, 30º
Módulo	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino
kWp	115,92	Pre-ampl:115,92 Post-ampl:132,48	Pre-ampl:57,96 Post-ampl:66,24	Pre-ampl:57,96 Post-ampl:66,24	Pre-ampl:57,96 Post-ampl:66,24	Pre-ampl:33,92 Post-ampl:41,40
Fecha ampliación	---	29 enero 2010	6 mayo 2010	29 enero 2010	29 enero 2010	11 mayo 2010

Tabla 22. Características básicas Planta Tipo 1, 2, 3 y 4

Características plantas del Tipo 5 al 12

Características	Planta Tipo 5	Planta Tipo 6	Planta Tipo 7	Planta Tipo 8
Ubicación	La Palma del Condado			
kW	100	100	100	100
Seguimiento	1 eje	1 eje	Fija, 30º	Fija, 30º
Módulo	Policristalino	Policristalino	Monocristalino	Policristalino
kWp	112,00	111,52	112,20	112,04

Tabla 23. Características básicas Planta Tipo 5, 6, 7 y 8

Características	Planta Tipo 9	Planta Tipo 10	Planta Tipo 11	Planta Tipo 12
Ubicación	Alcalá del Río	Alcalá del Río	Alcalá del Río	Alcalá del Río
kW	60	90	60	90
Seguimiento	2 ejes	2 ejes	2 ejes	2 ejes
Módulo	Monocristalino	Monocristalino	Monocristalino	Monocristalino
kWp	113,28	75,12	113,52	75,24

Tabla 24. Características básicas Planta Tipo 9, 10, 11 y 12

2.5.2.1. Resultados de producción esperada

Producción esperada método del PR plantas Tipo 1, 2, 3 y 4

Además de los valores mensuales y anuales globales de producción, en kWh, en la última fila de las tablas de cálculo se introduce el valor kWh/kWp anual, representativo de como de bien están trabajando las plantas, y que nos permitirá comparar con lo recogido en el inicio del proyecto del artículo del Sr. Eduardo Lorenzo.

Por otro lado, todas las plantas fueron puestas en funcionamiento a principios del año 2008. A las producciones esperadas se les aplicará para el año 2009 un coeficiente de degradación del 0,005%, y para el año 2010 del 0,01%, en base a los valores teóricos iniciales.

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Enero 09	9.004,76	9.004,76	9.004,76	4.502,38	2.572,79	2.572,79
Febrero 09	11.087,64	11.087,64	11.087,64	5.543,82	3.167,90	3.167,90
Marzo 09	13.489,43	13.489,43	13.489,43	6.744,71	3.854,12	3.854,12
Abril 09	14.324,74	14.324,74	14.324,74	7.162,37	4.092,78	4.092,78
Mayo 09	15.598,21	15.598,21	15.598,21	7.799,11	4.456,63	4.456,63
Junio 09	15.492,51	15.492,51	15.492,51	7.746,25	4.426,43	4.426,43
Julio 09	16.013,14	16.013,14	16.013,14	8.006,57	4.575,18	4.575,18
Agosto 09	15.619,05	15.619,05	15.619,05	7.809,53	4.462,59	4.462,59
Septiembre 09	13.068,69	13.068,69	13.068,69	6.534,35	3.733,91	3.733,91
Octubre 09	11.281,70	11.281,70	11.281,70	5.640,85	3.223,34	3.223,34
Noviembre 09	9.455,83	9.455,83	9.455,83	4.727,91	2.701,66	2.701,66
Diciembre 09	7.441,85	7.441,85	7.441,85	3.720,92	2.126,24	2.126,24
KWh/año 2009	151.877,54	151.877,54	151.877,54	75.938,77	43.393,58	43.393,58
kWh/kWp 2009	1.310,19	1.310,19	1.310,19	1.310,19	1.310,19	1.310,19
Enero 10	8.959,74	9.083,60	8.959,74	4.541,80	2.621,86	2.559,92

Febrero 10	11.032,20	12.608,23	11.032,20	6.304,11	3.940,07	3.152,06
Marzo 10	13.421,98	15.339,41	13.421,98	7.669,70	4.793,56	3.834,85
Abril 10	14.253,11	16.289,27	14.253,11	8.144,64	5.090,40	4.072,32
Mayo 10	15.520,22	17.737,40	17.379,79	8.868,70	5.542,94	5.185,33
Junio 10	15.415,04	17.617,19	17.617,19	8.808,60	5.505,37	5.505,37
Julio 10	15.933,07	18.209,22	18.209,22	9.104,61	5.690,38	5.690,38
Agosto 10	15.540,96	17.761,09	17.761,09	8.880,55	5.550,34	5.550,34
Septiembre 10	13.003,35	14.860,97	14.860,97	7.430,48	4.644,05	4.644,05
Octubre 10	11.225,29	12.828,91	12.828,91	6.414,45	4.009,03	4.009,03
Noviembre 10	9.408,55	10.752,62	10.752,62	5.376,31	3.360,20	3.360,20
Diciembre 10	7.404,64	8.462,45	8.462,45	4.231,22	2.644,51	2.644,51
kWh/año 2010	151.118,15	171.550,36	165.539,27	85.775,18	53.392,72	50.208,37
kWh/kWp 2010	1.303,64	1.307,21	1.306,16	1.307,21	1.309,39	1.306,92

Tabla 25. Producción estimada método PR plantas 1, 2, 3 y 4

Producción esperada método del PR plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Enero 09	11.499,12	11.449,84	9.960,90	8.703,36
Febrero 09	14.158,97	14.098,28	12.264,94	10.716,52
Marzo 09	17.226,07	17.152,24	14.921,76	13.037,92
Abril 09	18.292,76	18.214,36	15.845,76	13.845,27
Mayo 09	19.918,99	19.833,62	17.254,45	15.076,12
Junio 09	19.784,00	19.699,22	17.137,52	14.973,95

Julio 09	20.448,85	20.361,21	17.713,44	15.477,15
Agosto 09	19.945,61	19.860,12	17.277,51	15.096,26
Septiembre 09	16.688,78	16.617,26	14.456,35	12.631,26
Octubre 09	14.406,79	14.345,04	12.479,61	10.904,09
Noviembre 09	12.075,13	12.023,38	10.459,86	9.139,33
Diciembre 09	9.503,28	9.462,55	8.232,04	7.192,76
KWh/año 2009	193.948,35	193.117,14	168.004,14	146.793,99
kWh/kWp 2009	1.731,68	1.731,68	1.497,36	1.310,19
Enero 10	11.441,63	11.392,59	9.911,10	8.659,84
Febrero 10	14.088,17	14.027,79	12.203,61	10.662,94
Marzo 10	17.139,94	17.066,48	14.847,15	12.972,73
Abril 10	18.201,29	18.123,29	15.766,53	13.776,04
Mayo 10	19.819,40	19.734,46	17.168,18	15.000,74
Junio 10	19.685,08	19.600,72	17.051,84	14.899,08
Julio 10	20.346,61	20.259,41	17.624,87	15.399,77
Agosto 10	19.845,88	19.760,82	17.191,12	15.020,78
Septiembre 10	16.605,34	16.534,17	14.384,06	12.568,11
Octubre 10	14.334,75	14.273,32	12.417,21	10.849,57
Noviembre 10	12.014,76	11.963,27	10.407,56	9.093,63
Diciembre 10	9.455,76	9.415,24	8.190,88	7.156,80
kWh/año 2010	192.978,60	192.151,55	167.164,11	146.060,02
kWh/kWp 2010	1.723,02	1.723,02	1.489,88	1.303,64

Tabla 26. Producción estimada método PR plantas 5, 6, 7 y 8

Producción esperada método del PR plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Enero 09	15.293,18	10.130,65	15.325,58	10.157,65
Febrero 09	17.761,09	11.765,47	17.798,72	11.796,83
Marzo 09	21.198,61	14.042,58	21.243,52	14.080,01
Abril 09	22.921,41	15.183,82	22.969,98	15.224,29
Mayo 09	24.588,01	16.287,82	24.640,11	16.331,23
Junio 09	24.750,22	16.395,27	24.802,66	16.438,97
Julio 09	25.449,84	16.858,72	25.503,76	16.903,65
Agosto 09	25.111,94	16.634,89	25.165,14	16.679,22
Septiembre 09	21.120,07	13.990,56	21.164,82	14.027,85
Octubre 09	18.184,81	12.046,15	18.223,34	12.078,26
Noviembre 09	15.341,92	10.162,94	15.374,43	10.190,03
Diciembre 09	12.602,82	8.348,48	12.629,52	8.370,73
KWh/año 2009	244.323,93	161.847,35	244.841,57	162.278,71
kWh/kWp 2009	2.156,81	2.156,81	2.156,81	2.156,81
Enero 10	15.216,71	10.080,00	15.248,95	10.106,86
Febrero 10	17.672,29	11.706,64	17.709,73	11.737,84
Marzo 10	21.092,61	13.972,37	21.137,30	14.009,61
Abril 10	22.806,81	15.107,90	22.855,13	15.148,17
Mayo 10	24.465,07	16.206,38	24.516,91	16.249,58
Junio 10	24.626,47	16.313,30	24.678,65	16.356,78

Julio 10	25.322,59	16.774,43	25.376,24	16.819,13
Agosto 10	24.986,38	16.551,71	25.039,32	16.595,83
Septiembre 10	21.014,47	13.920,61	21.059,00	13.957,71
Octubre 10	18.093,89	11.985,92	18.132,22	12.017,87
Noviembre 10	15.265,22	10.112,13	15.297,56	10.139,08
Diciembre 10	12.539,80	8.306,73	12.566,37	8.328,87
kWh/año 2010	243.102,31	161.038,11	243.617,36	161.467,32
kWh/kWp 2010	2.146,03	2.146,03	2.146,03	2.146,03

Tabla 27. Producción estimada método PR plantas 9, 10, 11 y 12

Los datos de producción esperada calculada, los compararemos más adelante con datos de producción real de las plantas, pero vale la pena señalar en este punto cuáles son los valores obtenidos de kWh/kWp, rondando, según este método, los 1.300 y 1.500 para plantas fijas con silicio policristalino y monocristalino, respectivamente. 1.700 para plantas con seguimiento a un eje y silicio policristalino, y 2.150 para plantas con seguimiento a doble eje y silicio monocristalino. Usando este método se obtienen valores bastante optimistas. Aún queda por ver como se ajustan estos resultados a la realidad.

2.5.3. Facturación esperada

Aplicando la tarifa vigente en el año 2007, 575% de prima sobre tarifa eléctrica.

Facturación esperada plantas Tipo 1, 2, 3 y 4

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
ene-09	4.600,01	4.600,01	4.600,01	2.300,00	1.314,29	1.314,29
feb-09	5.664,03	5.664,03	5.664,03	2.832,02	1.618,29	1.618,29
mar-09	6.890,97	6.890,97	6.890,97	3.445,48	1.968,85	1.968,85
abr-09	7.317,68	7.317,68	7.317,68	3.658,84	2.090,76	2.090,76
may-09	7.968,22	7.968,22	7.968,22	3.984,11	2.276,63	2.276,63
jun-09	7.914,22	7.914,22	7.914,22	3.957,11	2.261,21	2.261,21
jul-09	8.180,18	8.180,18	8.180,18	4.090,09	2.337,19	2.337,19

ago-09	7.978,87	7.978,87	7.978,87	3.989,43	2.279,68	2.279,68
sep-09	6.676,04	6.676,04	6.676,04	3.338,02	1.907,44	1.907,44
oct-09	5.763,17	5.763,17	5.763,17	2.881,58	1.646,62	1.646,62
nov-09	4.830,43	4.830,43	4.830,43	2.415,22	1.380,12	1.380,12
dic-09	3.801,61	3.801,61	3.801,61	1.900,80	1.086,17	1.086,17
€/año 2009	77.585,42	77.585,42	77.585,42	38.792,71	22.167,26	22.167,26
€/kWp 2009	669,30	669,30	669,30	669,30	669,30	669,30
ene-10	4.577,01	4.640,29	4.577,01	2.320,14	1.339,36	1.307,72
feb-10	5.635,71	6.440,81	5.635,71	3.220,41	2.012,75	1.610,20
mar-10	6.856,51	7.836,01	6.856,51	3.918,01	2.448,75	1.959,00
abr-10	7.281,09	8.321,24	7.281,09	4.160,62	2.600,39	2.080,31
may-10	7.928,38	9.061,01	8.878,32	4.530,50	2.831,56	2.648,88
jun-10	7.874,65	8.999,60	8.999,60	4.499,80	2.812,38	2.812,38
jul-10	8.279,61	9.462,42	9.462,42	4.731,21	2.957,00	2.957,00
ago-10	8.075,85	9.229,54	9.229,54	4.614,77	2.884,23	2.884,23
sep-10	6.757,18	7.722,50	7.722,50	3.861,25	2.413,28	2.413,28
oct-10	5.833,22	6.666,54	6.666,54	3.333,27	2.083,29	2.083,29
nov-10	4.889,15	5.587,60	5.587,60	2.793,80	1.746,12	1.746,12
dic-10	3.847,82	4.397,51	4.397,51	2.198,75	1.374,22	1.374,22
€/año 2010	77.836,18	88.365,06	85.294,34	44.182,53	27.503,35	25.876,65
€/kWp 2010	671,46	673,34	673,00	673,34	674,49	673,57

Tabla 28. Facturación esperada plantas 1, 2, 3 y 4

Facturación esperada plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
ene-09	5.874,23	5.849,06	5.088,45	4.446,04
feb-09	7.232,99	7.202,00	6.265,45	5.474,45
mar-09	8.799,80	8.762,08	7.622,66	6.660,32
abr-09	9.344,71	9.304,66	8.094,68	7.072,74
may-09	10.175,46	10.131,85	8.814,30	7.701,51
jun-09	10.106,50	10.063,19	8.754,57	7.649,32
jul-09	10.446,13	10.401,36	9.048,77	7.906,38
ago-09	10.189,05	10.145,38	8.826,08	7.711,80

sep-09	8.525,33	8.488,79	7.384,91	6.452,58
oct-09	7.359,59	7.328,05	6.375,11	5.570,27
nov-09	6.168,49	6.142,05	5.343,34	4.668,75
dic-09	4.854,67	4.833,87	4.205,27	3.674,36
€/año 2009	99.076,95	98.652,34	85.823,56	74.988,53
€/kWp 2009	884,62	884,62	764,92	669,30
ene-10	5.844,86	5.819,81	5.063,00	4.423,81
feb-10	7.196,83	7.165,99	6.234,12	5.447,07
mar-10	8.755,80	8.718,27	7.584,55	6.627,01
abr-10	9.297,99	9.258,14	8.054,21	7.037,38
may-10	10.124,58	10.081,19	8.770,23	7.663,01
jun-10	10.055,97	10.012,87	8.710,79	7.611,08
jul-10	10.573,11	10.527,79	9.158,76	8.002,48
ago-10	10.312,90	10.268,70	8.933,36	7.805,54
sep-10	8.628,96	8.591,98	7.474,67	6.531,01
oct-10	7.449,05	7.417,12	6.452,60	5.637,97
nov-10	6.243,46	6.216,71	5.408,28	4.725,50
dic-10	4.913,68	4.892,62	4.256,39	3.719,03
€/año 2010	99.397,18	98.971,19	86.100,95	75.230,90
€/kWp 2010	887,47	887,47	767,39	671,46

Tabla 29. Facturación esperada plantas 5, 6, 7 y 8

Facturación esperada plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
ene-09	7.812,40	5.175,16	7.828,95	5.188,95
feb-09	9.073,11	6.010,30	9.092,33	6.026,31
mar-09	10.829,14	7.173,54	10.852,08	7.192,66
abr-09	11.709,22	7.756,53	11.734,03	7.777,20
may-09	12.560,59	8.320,50	12.587,20	8.342,68
jun-09	12.643,45	8.375,39	12.670,24	8.397,72
jul-09	13.000,84	8.612,14	13.028,39	8.635,09
ago-09	12.828,23	8.497,80	12.855,41	8.520,45
sep-09	10.789,02	7.146,96	10.811,88	7.166,01
oct-09	9.289,56	6.153,68	9.309,25	6.170,08

nov-09	7.837,30	5.191,66	7.853,90	5.205,49
dic-09	6.438,05	4.264,75	6.451,69	4.276,12
€/año 2009	124.810,92	82.678,42	125.075,35	82.898,78
€/kWp 2009	1.101,79	1.101,79	1.101,79	1.101,79
ene-10	7.773,34	5.149,29	7.789,80	5.163,01
feb-10	9.027,75	5.980,24	9.046,87	5.996,18
mar-10	10.774,99	7.137,67	10.797,82	7.156,70
abr-10	11.650,67	7.717,75	11.675,36	7.738,32
may-10	12.497,79	8.278,90	12.524,26	8.300,97
jun-10	12.580,23	8.333,52	12.606,89	8.355,73
jul-10	13.158,87	8.716,82	13.186,75	8.740,06
ago-10	12.984,16	8.601,09	13.011,67	8.624,01
sep-10	10.920,16	7.233,84	10.943,30	7.253,12
oct-10	9.402,48	6.228,48	9.422,40	6.245,08
nov-10	7.932,56	5.254,76	7.949,37	5.268,77
dic-10	6.516,30	4.316,59	6.530,11	4.328,10
€/año 2010	125.219,31	82.948,95	125.484,61	83.170,03
€/kWp 2010	1.105,40	1.105,40	1.105,40	1.105,40

Tabla 30. Facturación esperada plantas 9, 10, 11 y 12

2.5.4. Rentabilidad esperada

Los estudios financieros resultantes de las plantas objeto de estudio se encuentran recogidos en el Anexo 2.

Para el cálculo de los valores resultantes del modelo se han tomado en consideración los siguientes valores, ya presentados anteriormente, válidos en el año 2008 cuando se construyeron las plantas:

	Precio de inversión (€/Wp)		Precio mantenimiento anual (€/Wp)
	Panel monocristalino	Panel policristalino	
Fija, 30º	6,72	6,56	10
Seguimiento a 1 eje	8,36	8,20	15
Seguimiento a 2 ejes	10,49	10,33	17

Tabla 31. Precios plantas y mantenimiento en función tipo de planta

A continuación se muestran tablas resumen de los valores obtenidos del modelo financiero:

Rentabilidad esperada plantas Tipo 1, 2, 3 y 4

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Coste instalación	760.435 €	810.652 €	795.925 €	405.342 €	242.392 €	235.635 €
Gastos medios de mantenimiento y gestión	4.777 €	5.189 €	5.115 €	3.240 €	2.493 €	2.453 €
TIR* a 25 años	7,66%	8,76%	8,45%	8,47%	8,77%	8,16%
VAN 25 años (4%)	149.436 €	214.207 €	194.712 €	100.807 €	66.052 €	55.131 €
Valor Residual en el año 25 del proyecto (para un proyecto de vida útil de 30 años)	298.384 €	339.216 €	327.049 €	167.698 €	102.941 €	96.496 €

Tabla 32. Rentabilidad esperada plantas 1, 2, 3 y 4

Rentabilidad esperada plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Coste instalación	914.464 €	914.464 €	753.984 €	734.982 €
Gastos medios de mantenimiento y gestión	5.948 €	5.935 €	4.976 €	4.660 €

TIR* a 25 años	8,84%	8,75%	9,86%	7,65%
VAN 25 años (4%)	237.796 €	233.503 €	238.196 €	144.015 €
Valor Residual en el año 25 del proyecto (para un proyecto de vida útil de 30 años)	381.489 €	379.815 €	330.977 €	288.269 €

Tabla 33. Rentabilidad esperada plantas 5, 6, 7 y 8

Rentabilidad esperada plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Coste instalación	1.188.534 €	787.320 €	1.191.052 €	789.418 €
Gastos medios de mantenimiento y gestión	6.963 €	5.049 €	6.975 €	5.059 €
TIR* a 25 años	8,32%	8,21%	8,32%	8,22%
VAN 25 años (4%)	275.326 €	178.177 €	275.936 €	178.685 €
Valor Residual en el año 25 del proyecto (para un proyecto de vida útil de 30 años)	482.139 €	318.094 €	483.169 €	318.952 €

Tabla 34. Rentabilidad esperada plantas 9, 10, 11 y 12

2.5.5. Resumen de valores esperados

Resumen de valores esperados plantas Tipo 1, 2, 3 y 4

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Radiación esperada PVGIS (kWh/año)	1.977,38	1.977,38	1.977,38	1.977,38	1.977,38	1.977,38
Radiación esperada Rad Solar en And (kWh/año)	2.013,40	2.013,40	2.013,40	2.013,40	2.013,40	2.013,40

Radiación esperada Est Agroclim (kWh/año)	1.935,81	1.935,81	1.935,81	1.935,81	1.935,81	1.935,81
Producción esperada (kWh/año)	143.823,91	161.622,98	156.386,55	80.811,49	49.992,08	47.218,10
Facturación esperada (€/año)	74.027,67	83.199,66	80.524,68	41.599,83	25.736,76	24.319,70
Rentabilidad esperada (TIR a 25 años)	7,66%	8,76%	8,45%	8,47%	8,77%	8,16%

Tabla 35. Resumen de valores esperados plantas 1, 2, 3 y 4

Resumen de valores esperados plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Radiación esperada PVGIS (kWh/año)	2.613,50	2.613,50	1.977,38	1.977,38
Radiación esperada Rad Solar en And (kWh/año)	2.661,11	2.661,11	2.013,40	2.013,40
Radiación esperada Est Agroclim (kWh/año)	2.558,55	2.558,55	1.935,81	1.935,81
Producción esperada (kWh/año)	183.663,83	182.876,70	159.095,37	139.009,93
Facturación esperada (€/año)	94.533,69	94.128,55	81.888,05	71.549,87
Rentabilidad esperada (TIR a 25 años)	8,84%	8,75%	9,86%	7,65%

Tabla 36. Resumen de valores esperados plantas 5, 6, 7 y 8

Resumen de valores esperados plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Radiación esperada PVGIS (kWh/año)	2.744,26	2.744,26	2.744,26	2.744,26
Radiación esperada Rad Solar en And (kWh/año)	2.898,68	2.898,68	2.898,68	2.898,68
Radiación esperada Est Agroclim (kWh/año)	2.727,04	2.727,04	2.727,04	2.727,04

Producción esperada (kWh/año)	231.368,15	153.265,06	231.858,33	153.673,55
Facturación esperada (€/año)	119.091,95	78.890,01	119.344,27	79.100,27
Rentabilidad esperada (TIR a 25 años)	8,32%	8,21%	8,32%	8,22%

Tabla 37. Resumen de valores esperados plantas 9, 10, 11 y 12

2.6. Valores reales de producción registrados

Los valores de radiación real de aplicación en los dos años de estudio considerados ya se han presentado en el apartado de radiación esperada, queda por tanto recopilar los datos de producción registrados en el Centro de control de Irradia Ingeniería Solar SL, para las plantas objeto de estudio.

Producción real registrada plantas del Tipo 1,2,3 y 4

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Enero 09	8.131	8.990	9.336	4.340	2.504	2.684
Febrero 09	9.648	9.510	10.132	6.716	3.715	3.356
Marzo 09	13.175	12.717	13.942	7.925	4.381	3.905
Abril 09	18.026	18.959	18.893	9.581	5.291	4.726
Mayo 09	19.963	19.450	19.499	9.938	5.542	4.927
Junio 09	17.877	17.842	17.680	8.890	4.958	4.390
Julio 09	19.972	19.796	19.608	9.962	5.391	4.883
Agosto 09	19.966	19.692	19.719	9.980	5.359	4.827
Septiembre 09	16.318	16.134	16.436	8.157	4.588	4.611
Octubre 09	15.927	16.093	16.157	8.069	4.519	4.535
Noviembre 09	12.651	12.572	12.623	6.317	3.557	3.536
Diciembre 09	8.870	8.942	8.980	4.483	2.530	2.501
KWh/año 2009	180.523	180.697	183.005	94.358	52.335	48.881
kWh/kWp 2009	1.557	1.559	1.579	1.628	1.580	1.476
Enero 10	9.436	9.570	9.503	4.435	2.722	2.643
Febrero 10	9.587	10.876	9.762	5.037	3.323	2.730

Marzo 10	14.005	15.732	14.071	7.470	4.790	3.930
Abril 10	17.381	19.631	17.518	9.830	5.919	4.859
Mayo 10	19.980	22.560	22.176	11.403	6.898	6.382
Junio 10	18.104	20.418	20.527	10.257	6.264	6.239
Julio 10	19.380	21.843	21.965	11.230	6.206	6.666
Agosto 10	18.757	21.118	21.397	10.669	6.354	6.477
Septiembre 10	17.533	19.786	19.935	9.946	6.062	5.993
Octubre 10	16.004	18.183	18.193	8.675	5.521	5.459
Noviembre 10	11.153	12.587	12.681	6.276	3.862	3.826
Diciembre 10	8.217	9.714	9.640	4.015	2.950	2.917
kWh/año 2010	179.537	202.017	197.368	99.243	60.870	58.121
kWh/kWp 2010	1.549	1.539	1.557	1.512	1.493	1.513

Tabla 38. Producción real plantas 1 ,2, 3 y 4

Producción real registrada plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Enero 09	6.473	7.054	6.399	8.000
Febrero 09	11.143	11.702	6.266	8.840
Marzo 09	16.183	16.869	12.562	9.194
Abril 09	21.008	22.083	14.678	16.884
Mayo 09	24.965	25.272	17.438	19.896
Junio 09	22.648	19.329	10.579	15.807
Julio 09	25.610	24.054	17.437	17.718
Agosto 09	12.687	16.641	5.019	5.080

Septiembre 09	14.702	15.260	13.354	13.381
Octubre 09	13.912	13.935	14.836	15.727
Noviembre 09	9.624	9.740	10.259	10.276
Diciembre 09	6.371	6.640	6.297	7.933
kWh/año 2009	185.326	188.578	135.124	148.736
kWh/kWp 2009	1.655	1.691	1.204	1.328
Enero 10	6.473	6.654	6.399	8.000
Febrero 10	5.893	7.260	6.137	8.840
Marzo 10	12.230	11.881	10.097	9.194
Abril 10	18.577	19.050	14.539	16.884
Mayo 10	23.040	25.899	17.821	19.896
Junio 10	22.989	23.567	15.903	17.805
Julio 10	25.298	26.174	17.269	18.616
Agosto 10	21.620	22.423	15.568	17.842
Septiembre 10	17.151	19.132	15.519	16.906
Octubre 10	10.976	14.623	14.158	14.090
Noviembre 10	8.205	8.737	8.966	10.198
Diciembre 10	4.976	5.393	5.026	7.348
kWh/año 2010	177.426	190.793	147.399	165.619
kWh/kWp 2010	1.584	1.711	1.314	1.478

Tabla 39. Producción real plantas 5, 6, 7 y 8

Producción real registrada plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Enero 09	10.314	6.692	10.317	6.818
Febrero 09	15.084	9.835	15.214	10.030
Marzo 09	18.404	12.377	18.599	12.181
Abril 09	21.572	15.372	22.962	14.659
Mayo 09	25.816	17.970	27.032	17.421
Junio 09	23.841	16.251	24.471	15.872
Julio 09	27.355	18.410	27.485	17.863
Agosto 09	24.801	17.403	26.075	16.909
Septiembre 09	19.312	13.110	19.649	12.674
Octubre 09	19.356	13.054	19.493	12.742
Noviembre 09	15.037	10.099	15.049	9.912
Diciembre 09	10.145	6.791	10.120	6.760
KWh/año 2009	231.038	157.364	236.466	153.841
kWh/kWp 2009	19.253	13.114	19.706	12.820
Enero 10	9.868	6.794	9.916	6.735
Febrero 10	10.271	6.965	10.388	6.892
Marzo 10	11.631	5.738	9.869	6.110
Abril 10	20.039	12.862	19.420	12.871
Mayo 10	26.152	17.871	26.940	17.618
Junio 10	23.545	16.268	24.388	15.689

Julio 10	24.088	18.011	27.036	17.540
Agosto 10	22.939	15.770	23.726	14.458
Septiembre 10	20.761	14.270	21.437	13.864
Octubre 10	17.189	11.633	17.469	11.413
Noviembre 10	12.170	8.188	12.187	7.948
Diciembre 10	9.809	6.539	9.383	6.083
kWh/año 2010	208.462	140.909	212.159	137.221
kWh/kWp 2010	17.372	11.742	17.680	11.435

Tabla 40. Producción real plantas 9, 10, 11 y 12

2.7. Análisis de datos y cálculos realizados

2.7.1. Análisis de datos registrados en los 10 últimos años en Estaciones Agroclimáticas

Las herramientas de predicción por regla general, y como ya hemos visto, trabajan con un año tipo de radiación solar asociado a una localización. Es fácil de entender que no todos los años de radiación son iguales. El trabajo sobre los datos registrados en las Estaciones Agroclimáticas nos permite estudiar la evolución de radiación incidente en dos emplazamientos durante los últimos 10 años. Con estos datos podemos sacar un margen de tolerancia sobre los datos registrados en esta muestra seleccionada de 10 años que luego contrastaremos con las diferencias entre los años tipo de los programas de cálculo y así comprobar si las variaciones se encuentran dentro del mismo orden.

2.7.1.1. Análisis en La Palma del Condado

Los datos registrados en la Estación Agroclimática de La Palma del Condado se presentaron con anterioridad desglosados en modo mensual. Sus valores anuales son los siguientes:

Año	Radiación incidente horizontal (kWh/m ² /año)	Variación con respecto a año medio
2001	1.734,18	-6,39%
2002	1.787,11	-3,24%
2003	1.851,58	0,36%
2004	1.868,97	1,28%
2005	1.928,89	4,35%
2006	1.817,92	-1,49%
2007	1.883,69	2,05%
2008	1.900,42	2,92%
2009	1.907,69	3,29%
2010	1.769,64	-4,26%
Promedio	1.845,01	±3,11%

Tabla 41. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de La Palma del Condado

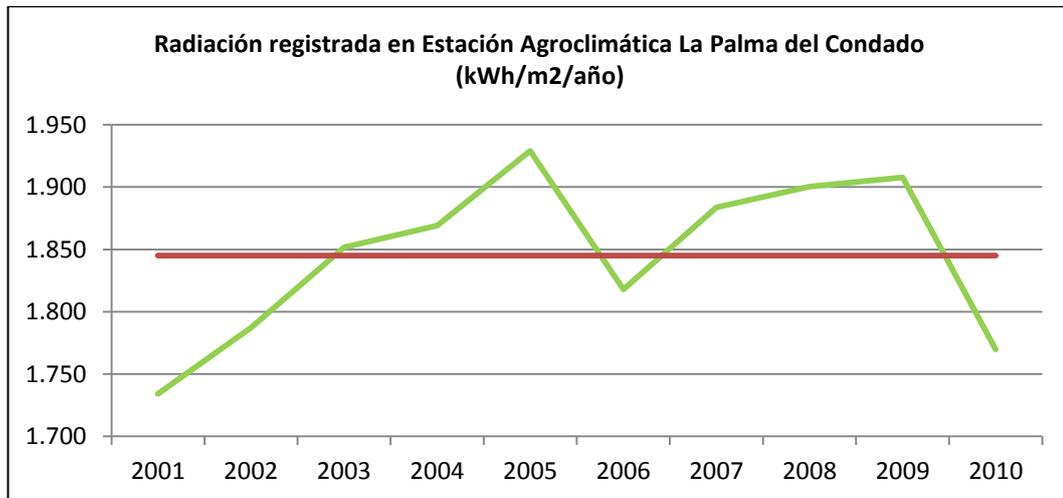


Figura 20. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de La Palma del Condado

Según los datos registrados, el peor año de la muestra tomada fue el 2001, y claramente, el mejor fue el 2005. En La Palma del Condado se registran de media anual 1.845 kWh/m² con una tolerancia del 3,11%.

2.7.1.1. Análisis en Guillena

Los datos registrados en la Estación Agroclimática de Guillena también se presentaron con anterioridad desglosados en modo mensual. Sus valores anuales son los siguientes:

Año	Radiación incidente horizontal (kWh/m ² /año)	Variación con respecto a año medio
2001	1.819,01	-4,21%
2002	1.833,58	-3,38%
2003	1.905,22	0,51%
2004	1.902,78	0,38%
2005	2.001,39	5,29%
2006	1.856,92	-2,08%
2007	1.942,22	2,40%
2008	1.947,92	2,69%
2009	1.947,28	2,66%
2010	1.799,17	-5,36%
Promedio	1.895,55	±3,04%

Tabla 42. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de Guillena

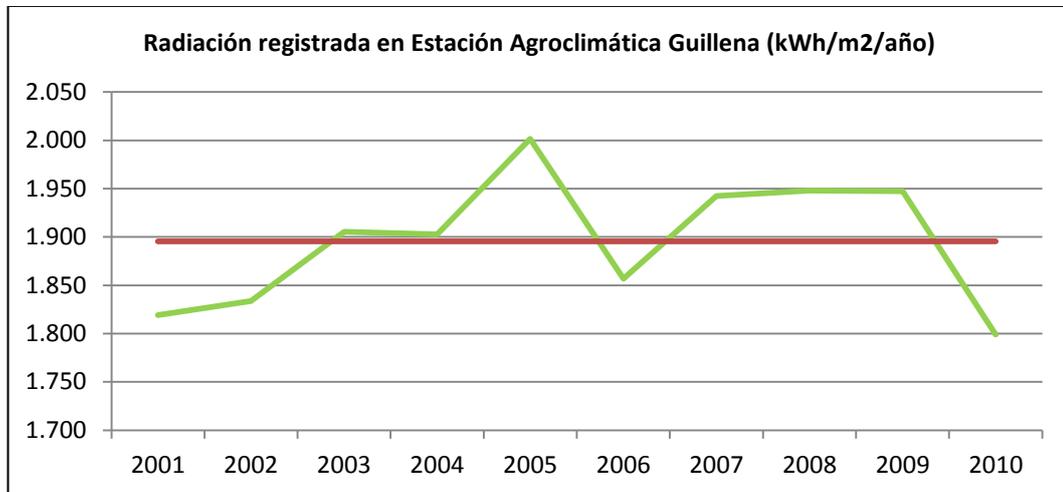


Figura 21. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de Guillena

Según los datos registrados, el peor año de la muestra tomada fue el último 2010, y claramente, el mejor fue, de nuevo, el 2005. En Guillena se registran de media anual 1.896 kWh/m² con una tolerancia del 3,04%.

2.7.2. Comparativa entre valores de radiación esperada sobre superficie horizontal de distintas fuentes

Los datos de radiación sobre superficie horizontal nos permiten comparar las diferencias entre la metodología de cálculo de radiación incidente utilizada por la base de datos PVGIS, la metodología de cálculo en base a históricos de radiación del programa de Radiación Solar en Andalucía y los promedios de los valores registrados en las Estaciones Agroclimáticas, en las localizaciones de las plantas seleccionadas.

2.7.2.1. Comparativa en La Palma del Condado

Según los datos obtenidos con anterioridad:

(kWh/m ² /mes)	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estación Agroclimática-10 años	Estación Agroclimática-2 años
Enero	76,88	76,20	79,01	66,14
Febrero	87,08	99,20	94,65	89,50

(kWh/m ² /mes)	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estación Agroclimática-10 años	Estación Agroclimática-2 años
Marzo	143,53	145,30	146,35	138,65
Abril	159,60	174,20	176,97	185,11
Mayo	212,04	209,50	215,78	232,01
Junio	218,40	227,00	232,24	222,50
Julio	223,20	235,00	247,05	246,81
Agosto	201,81	209,50	218,25	218,82
Septiembre	155,70	156,20	160,59	164,76
Octubre	121,83	114,20	117,52	132,51
Noviembre	75,90	82,20	87,02	82,92
Diciembre	65,10	63,60	69,58	58,93
TOTAL	1.741,07	1.792,10	1.845,01	1.838,67
Promedio	145,09	149,34	153,75	153,22

Tabla 43. Radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado

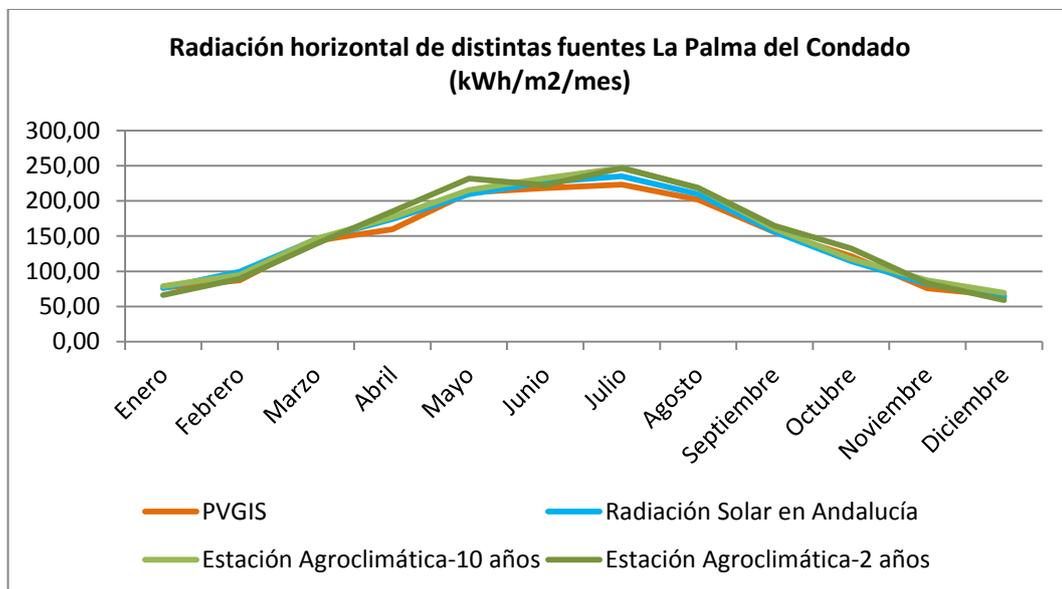


Figura 22. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado

Se han tomado como referencia de comparación los datos reales medidos en las Estaciones Agroclimáticas, tanto en el análisis de 10 como de 2 años. Con esta

comparativa obtenemos las diferencias entre las medias de datos de radiación tenidos en cuenta por los dos programas de cálculo y unos valores de unas muestras de 10 y 2 años de datos registrados reales, obteniendo los siguientes resultados:

Mes	Referencia: Estación Agroclimática-10 años		Referencia: Estación Agroclimática-2 años	
	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía
Enero	-2,77%	-3,69%	13,97%	13,20%
Febrero	-8,70%	4,58%	-2,78%	9,78%
Marzo	-1,96%	-0,72%	3,40%	4,57%
Abril	-10,88%	-1,59%	-15,98%	-6,26%
Mayo	-1,77%	-3,00%	-9,42%	-10,75%
Junio	-6,34%	-2,31%	-1,88%	1,98%
Julio	-10,69%	-5,13%	-10,58%	-5,02%
Agosto	-8,15%	-4,18%	-8,43%	-4,45%
Septiembre	-3,14%	-2,81%	-5,82%	-5,48%
Octubre	3,54%	-2,90%	-8,77%	-16,04%
Noviembre	-14,65%	-5,86%	-9,24%	-0,87%
Diciembre	-6,88%	-9,40%	9,48%	7,34%
PROMEDIO	-5,97%	-2,95%	-5,61%	-2,60%

Tabla 44. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado

En vista de los resultados anteriores, se comprueba que ambos programas de cálculo de radiación resultan conservadores en su definición de año tipo de radiación incidente sobre superficie horizontal, sobre todo el programa PVGIS. Si recordamos el valor de tolerancia de la muestra de 10 años en La Palma del Condado, de $\pm 3,11\%$, los resultados obtenidos se encuentran dentro del orden de variación en el caso de la herramienta de Radiación Solar en Andalucía, y algo más desviados en el caso de la herramienta PVGIS.

2.7.2.2. Comparativa en Guillena

Según los datos obtenidos con anterioridad:

(kWh/m ² /año)	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estación Agroclimática-10 años	Estación Agroclimática-2 años
Enero	75,33	79,60	83,39	67,78
Febrero	86,24	100,10	97,06	90,83
Marzo	142,91	145,50	147,59	136,00
Abril	156,90	176,70	181,63	186,19
Mayo	209,56	209,70	218,61	237,17
Junio	218,10	230,80	236,69	225,67
Julio	219,48	237,90	254,97	258,10
Agosto	197,16	213,80	227,55	232,00
Septiembre	152,40	159,30	168,29	172,26
Octubre	118,73	115,80	120,71	129,64
Noviembre	74,40	83,60	88,11	79,68
Diciembre	64,17	66,40	70,94	57,90
TOTAL	1.715,38	1.819,20	1.895,55	1.873,22
Promedio	142,95	151,60	157,96	156,10

Tabla 45. Radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena

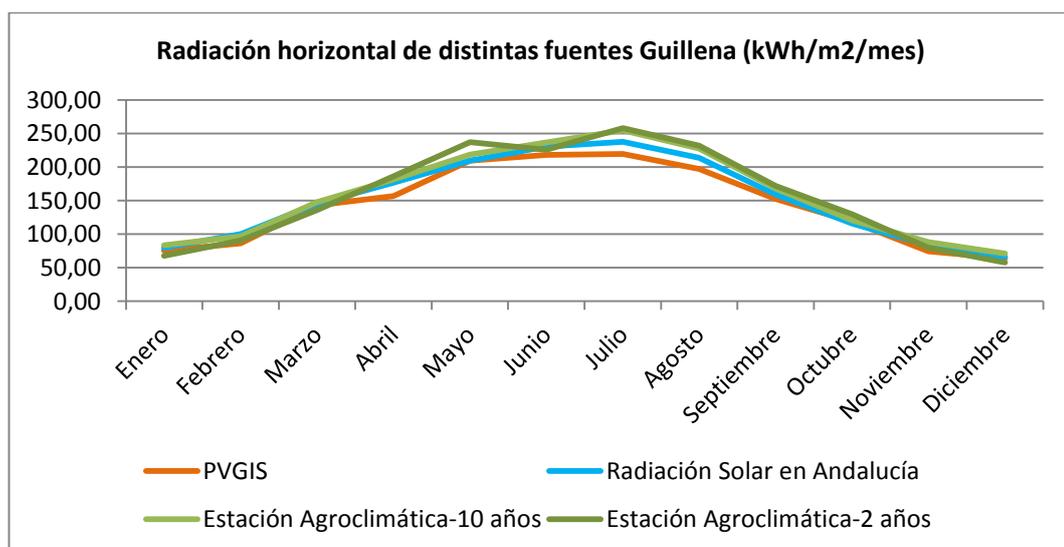


Figura 23. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena

De nuevo, se han tomado como referencia de comparación los datos reales medidos en las Estaciones Agroclimáticas, tanto en el análisis de 10 como de 2 años. Con esta comparativa obtenemos las diferencias entre las medias de datos de radiación tenidos en cuenta por los dos programas de cálculo y unos valores de unas muestras de 10 y 2 años de datos registrados reales, obteniendo los siguientes resultados:

Mes	Referencia: Estación Agroclimática-10 años		Referencia: Estación Agroclimática-2 años	
	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía
Enero	-10,69%	-4,76%	10,03%	14,85%
Febrero	-12,54%	3,04%	-5,33%	9,26%
Marzo	-3,27%	-1,44%	4,84%	6,53%
Abril	-15,76%	-2,79%	-18,67%	-5,37%
Mayo	-4,32%	-4,25%	-13,17%	-13,10%
Junio	-8,53%	-2,55%	-3,47%	2,22%
Julio	-16,17%	-7,18%	-17,59%	-8,49%
Agosto	-15,42%	-6,43%	-17,67%	-8,51%
Septiembre	-10,43%	-5,65%	-13,03%	-8,14%
Octubre	-1,67%	-4,24%	-9,19%	-11,95%
Noviembre	-18,43%	-5,39%	-7,10%	4,69%
Diciembre	-10,55%	-6,84%	9,77%	12,80%
PROMEDIO	-10,50%	-4,20%	-9,20%	-2,97%

Tabla 46. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena

De nuevo, ambos programas de cálculo de radiación resultan conservadores en su definición de año tipo de radiación incidente sobre superficie horizontal. El promedio de los valores de variación obtenido del análisis de la muestra de 10 años, se encuentra dentro del orden de la tolerancia de 3,04% para el caso de Guillena. Los valores que aporta el año tipo del programa de Radiación Solar en Andalucía se encuentran dentro del orden, pero en el caso de la herramienta PVGIS, los valores de variación se encuentran desviados al triple respecto a los obtenidos de los registros reales.

2.7.3. Comparativa entre valores de radiación esperada sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes

Los datos de radiación sobre superficie fija inclinada 30º calculados nos permiten comparar las diferencias entre los valores calculados según metodología propia por la base de datos PVGIS y el programa de cálculo de Radiación Solar en Andalucía y los valores obtenidos aplicando el procedimiento descrito con anterioridad a los valores registrados en las Estaciones Agroclimáticas, en las localizaciones de las plantas seleccionadas.

2.7.3.1. Comparativa en La Palma del Condado

Según los datos obtenidos con anterioridad:

Mes (kWh/m ² /año)	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estación Agroclimática- 10 años	Estación Agroclimática-2 años
Enero	123,07	110,70	82,90	69,39
Febrero	120,68	137,50	99,31	93,90
Marzo	175,46	176,80	153,55	145,48
Abril	169,20	187,50	185,68	194,22
Mayo	205,22	205,80	226,40	243,43
Junio	201,90	213,80	243,67	233,45
Julio	210,49	225,70	259,21	258,95
Agosto	206,77	218,90	228,99	229,59
Septiembre	181,20	180,10	168,49	172,87
Octubre	163,99	146,70	123,30	139,04
Noviembre	114,00	118,30	91,30	87,00
Diciembre	105,40	91,60	73,00	61,83
TOTAL	1.977,38	2.013,40	1.935,81	1.929,15
Promedio	164,78	167,78	161,32	160,76

Tabla 47. Radiación total incidente sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes para La Palma del Condado

Septiembre	7,01%	6,44%	4,60%	4,01%
Octubre	24,81%	15,95%	15,22%	5,22%
Noviembre	19,91%	22,82%	23,69%	26,46%
Diciembre	30,74%	20,30%	41,34%	32,50%
PROMEDIO	2,10%	3,85%	2,44%	4,18%

Tabla 48. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para La Palma del Condado

En vista de los resultados anteriores, se comprueba que ambos programas de cálculo de radiación resultan más optimistas en su definición de año tipo de radiación incidente sobre superficie inclinada 30º que el método aplicado a los datos de Estaciones Agroclimáticas en la localización de La Palma del Condado, pero el balance positivo se obtiene de los meses de invierno, puesto que se ve claramente, que en los meses de verano los programas resultan mucho más conservadores que el método utilizado.

Vale también la pena comparar los resultados obtenidos de los dos programas de cálculo, PVGIS y Radiación Solar en Andalucía. De nuevo, comparando mes a mes, y utilizando como referencia los valores obtenidos de la base de datos PVGIS, obtenemos los % de variación de los resultados obtenidos del Programa de Radiación en Andalucía sobre su análogo:

Mes	% Radiación Solar en Andalucía respecto PVGIS
Enero	-11,17%
Febrero	12,23%
Marzo	0,76%
Abril	9,76%
Mayo	0,28%
Junio	5,57%
Julio	6,74%
Agosto	5,54%
Septiembre	-0,61%
Octubre	-11,79%
Noviembre	3,63%
Diciembre	-15,07%
PROMEDIO	1,79%

Tabla 49. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de fuentes PVGIS y Radiación Solar en Andalucía para La Palma del Condado

Las diferencias en este caso no son muy acusadas, ambos programas de cálculo deben ser bastante parecidos en sus resultados finales, pero las variaciones de cálculo mensuales no son homogéneas, con variaciones de hasta el 15% en algunos de los meses de cálculo.

Por último, si recordamos los datos utilizados por CENSOLAR para estimar la ganancia de radiación de una planta fija, inclinada 30º y orientada al sur, respecto a la radiación horizontal, el factor a aplicar era de 1,15:

Método	Radiación Incidente sobre superficie horizontal	Radiación Incidente sobre superficie fija, inclinada 30º y orientada al sur	% de ganancia
PVGIS	1.741,07	1.977,38	11,95%
Radiación Solar en Andalucía	1.792,10	2.013,40	10,99%
Método teórico	1.845,01	1.935,81	4,69%
Ganancia CENSOLAR			15,00%

Tabla 50. Comparativa ganancias de distintos métodos de cálculo sobre superficie inclinada 30º para La Palma del Condado

En este caso, las ganancias que aportan los dos métodos de cálculo de los programas se encuentran dentro de la media del optimista valor de CENSOLAR y el pobre valor resultante de aplicar el método del Instituto de Energía Solar.

2.7.3.2. Comparativa en Guillena

Según los datos obtenidos con anterioridad:

Mes (kWh/m ² /año)	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	Estación Agroclimática-10 años	Estación Agroclimática-2 años
Enero	120,28	119,50	82,90	69,40
Febrero	119,28	140,00	99,31	93,91
Marzo	174,84	176,60	153,55	145,48
Abril	166,20	190,70	185,68	194,23
Mayo	203,36	206,20	226,41	243,44
Junio	201,90	217,10	243,68	233,46
Julio	207,39	228,00	259,21	258,96

Agosto	202,12	223,70	229,00	229,59
Septiembre	177,00	185,00	168,50	172,88
Octubre	159,65	150,30	123,30	139,04
Noviembre	111,90	122,00	91,30	87,00
Diciembre	104,16	98,60	73,00	61,83
TOTAL	1.948,08	2.057,70	1.935,86	1.929,20
Promedio	162,34	171,48	161,32	160,77

Tabla 51. Radiación total incidente sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes para Guillena

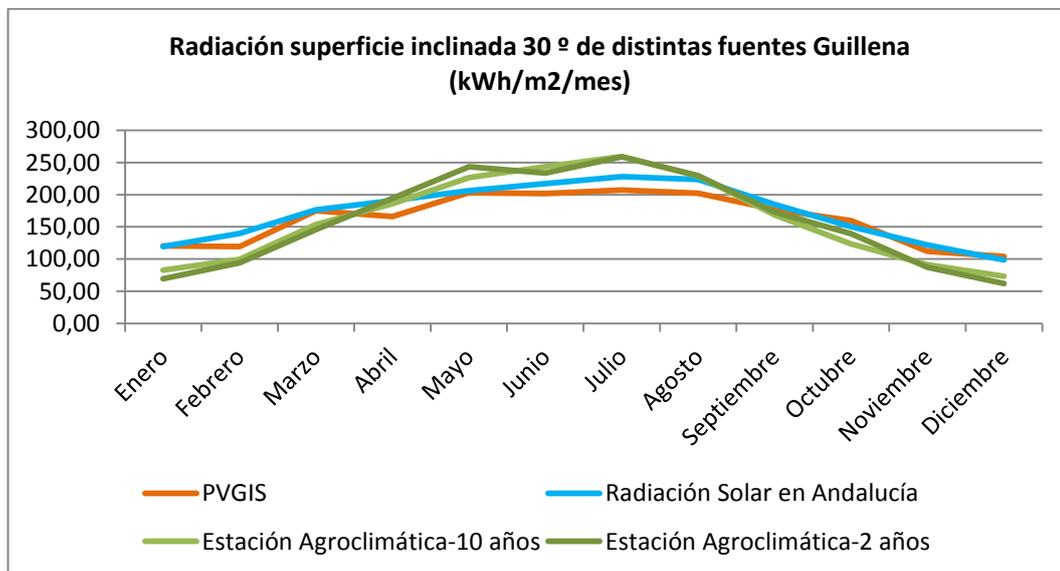


Figura 25. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para Guillena

De nuevo, las curvas de radiación esperada sobre superficie inclinada 30º no se ajustan tan bien como ocurría en el caso de radiación esperada sobre superficie horizontal.

Se han tomado como referencia de comparación los datos reales medidos en las Estaciones Agroclimáticas, tanto en el análisis de 10 como de 2 años. Con esta comparativa obtenemos las diferencias entre las medias de datos de radiación tenidos en cuenta por los dos programas de cálculo y unos valores de unas muestras de 10 y 2 años de datos registrados reales, obteniendo los siguientes resultados:

Mes	Referencia: Estación Agroclimática-10 años		Referencia: Estación Agroclimática-2 años	
	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía
Enero	31,08%	30,63%	42,30%	41,93%

Mes	Referencia: Estación Agroclimática-10 años		Referencia: Estación Agroclimática-2 años	
	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía	PVGIS	Radiación Solar en Andalucía
Febrero	16,74%	29,06%	21,27%	32,92%
Marzo	12,18%	13,05%	16,79%	17,62%
Abril	-11,72%	2,63%	-16,86%	-1,85%
Mayo	-11,33%	-9,80%	-19,71%	-18,06%
Junio	-20,69%	-12,24%	-15,63%	-7,53%
Julio	-24,99%	-13,69%	-24,87%	-13,58%
Agosto	-13,30%	-2,37%	-13,59%	-2,63%
Septiembre	4,80%	8,92%	2,33%	6,55%
Octubre	22,77%	17,96%	12,91%	7,49%
Noviembre	18,41%	25,16%	22,25%	28,69%
Diciembre	29,91%	25,96%	40,64%	37,29%
PROMEDIO	0,63%	5,92%	0,97%	6,24%

Tabla 52. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para Guillena

En vista de los resultados anteriores, se comprueba que ambos programas de cálculo de radiación resultan más optimistas en su definición de año tipo de radiación incidente sobre superficie inclinada 30º que el método aplicado a los datos de Estaciones Agroclimáticas en la localización de La Palma del Condado, pero el balance positivo se obtiene de los meses de invierno, puesto que se ve claramente, que en los meses de verano los programas resultan mucho más conservadores que el método utilizado. La diferencia en este caso es bastante más acusada en el caso del programa de Radiación en Andalucía.

Vale también la pena comparar los resultados obtenidos de los dos programas de cálculo, PVGIS y Radiación Solar en Andalucía. De nuevo, comparando mes a mes, y utilizando como referencia los valores obtenidos de la base de datos PVGIS, obtenemos los % de variación de los resultados obtenidos del Programa de Radiación en Andalucía sobre su análogo:

Mes	% Radiación Solar en Andalucía respecto PVGIS
Enero	-0,65%

Febrero	14,80%
Marzo	1,00%
Abril	12,85%
Mayo	1,38%
Junio	7,00%
Julio	9,04%
Agosto	9,65%
Septiembre	4,32%
Octubre	-6,22%
Noviembre	8,28%
Diciembre	-5,64%
PROMEDIO	5,33%

Tabla 53. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de fuentes PVGIS y Radiación Solar en Andalucía para Guillena

Las diferencias en este caso son bastante mayores que en el caso de La Palma del Condado, y ambas herramientas difieren en casi un 5% en sus cálculos sobre superficie inclinada, pero esto se debe a las diferencias iniciales de estimación de radiación sobre la horizontal. De nuevo, no encontramos variaciones homogéneas mensualmente.

De nuevo comparamos con los datos utilizados por CENSOLAR para estimar la ganancia de radiación de una planta fija, inclinada 30° y orientada al sur, respecto a la radiación horizontal, donde el factor a aplicar era de 1,15:

Método	Radiación Incidente sobre superficie horizontal	Radiación Incidente sobre superficie fija, inclinada 30° y orientada al sur	% de ganancia
PVGIS	1.715,38	1.948,08	11,95%
Radiación Solar en Andalucía	1.819,20	2.057,70	11,59%
Método teórico	1.895,55	1.935,86	2,08%
Ganancia CENSOLAR			15,00%

Tabla 54. Comparativa ganancias de distintos métodos de cálculo sobre superficie inclinada 30° para Guillena

En este caso, las ganancias que aportan los dos métodos de cálculo de los programas se encuentran otra vez dentro de la media del valor de CENSOLAR y el valor resultante de

aplicar el método del Instituto de Energía Solar, pero con menor optimismo en los resultados. El valor que aporta el método utilizado aporta un valor muy pobre a la ganancia sobre radiación horizontal.

2.7.4. Comparativa de producción real con producción esperada

Comparativa plantas del Tipo 1, 2, 3 y 4

% datos estimados sobre reales

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Enero 09	9,71%	0,16%	-3,68%	3,61%	2,66%	-4,32%
Febrero 09	12,99%	14,23%	8,62%	-21,14%	-17,28%	-5,94%
Marzo 09	2,33%	5,73%	-3,36%	-17,50%	-13,67%	-1,32%
Abril 09	-25,84%	-32,35%	-31,89%	-33,77%	-29,29%	-15,47%
Mayo 09	-27,98%	-24,69%	-25,01%	-27,42%	-24,34%	-10,55%
Junio 09	-15,39%	-15,17%	-14,12%	-14,77%	-12,00%	0,82%
Julio 09	-24,72%	-23,62%	-22,45%	-24,42%	-17,84%	-6,73%
Agosto 09	-27,83%	-26,08%	-26,25%	-27,79%	-20,09%	-8,17%
Septiembre 09	-24,86%	-23,45%	-25,77%	-24,83%	-22,86%	-23,49%
Octubre 09	-41,17%	-42,65%	-43,22%	-43,05%	-40,19%	-40,69%
Noviembre 09	-33,79%	-32,95%	-33,49%	-33,61%	-31,64%	-30,88%
Diciembre 09	-19,19%	-20,16%	-20,66%	-20,48%	-19,00%	-17,63%
Promedio	-17,98%	-18,42%	-20,11%	-23,77%	-20,46%	-13,70%
	Fija, 30º					
Enero 10	-5,31%	-5,35%	-6,07%	2,35%	-3,81%	-3,25%

Febrero 10	13,10%	13,74%	11,51%	20,10%	15,67%	13,39%
Marzo 10	-4,35%	-2,56%	-4,83%	2,60%	0,07%	-2,48%
Abril 10	-21,95%	-20,51%	-22,91%	-20,69%	-16,27%	-19,32%
Mayo 10	-28,74%	-27,19%	-27,60%	-28,58%	-24,44%	-23,08%
Junio 10	-17,44%	-15,90%	-16,52%	-16,44%	-13,78%	-13,33%
Julio 10	-21,63%	-19,95%	-20,63%	-23,34%	-9,06%	-17,15%
Agosto 10	-20,69%	-18,90%	-20,47%	-20,14%	-14,49%	-16,70%
Septiembre 10	-34,84%	-33,14%	-34,14%	-33,85%	-30,53%	-29,05%
Octubre 10	-42,57%	-41,74%	-41,81%	-35,24%	-37,71%	-36,17%
Noviembre 10	-18,54%	-17,06%	-17,94%	-16,73%	-14,93%	-13,86%
Diciembre 10	-10,98%	-14,79%	-13,92%	5,11%	-11,54%	-10,30%
Promedio	-17,83%	-16,95%	-17,94%	-13,74%	-13,40%	-14,27%
	Fija, 30º					

Tabla 55. Comparativa producción estimada y real plantas 1,2,3 y 4

Los valores esperados se encuentran por debajo de los reales. En este, caso el método del PR para plantas fijas inclinadas 30º, utilizando la base de datos de la herramienta de Radiación Solar para Andalucía resulta de media un 15% conservador.

Si representamos gráficamente, tal y como se observa en la siguiente figura, los porcentajes de variación de producción, se obtiene la conclusión de que todas las plantas han variado con respecto a los valores reales homogéneamente, pero las variaciones mensuales no son suaves, existen bruscas diferencias entre meses correlativos.

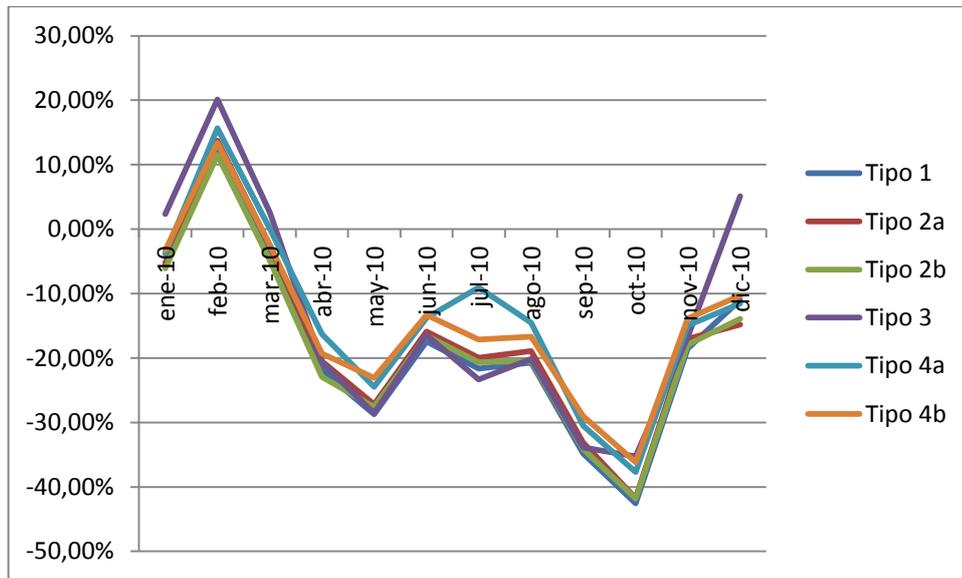


Figura 26. Variación de plantas de huerto 1 de producción esperada sobre real

Comparativa plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

% datos estimados sobre reales

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Enero 09	43,71%	38,39%	35,76%	8,08%
Febrero 09	21,30%	17,00%	48,91%	17,51%
Marzo 09	6,06%	1,65%	15,81%	29,48%
Abril 09	-14,84%	-21,24%	7,37%	-21,95%
Mayo 09	-25,33%	-27,42%	-1,06%	-31,97%
Junio 09	-14,48%	1,88%	38,27%	-5,56%
Julio 09	-25,24%	-18,14%	1,56%	-14,48%
Agosto 09	36,39%	16,21%	70,95%	66,35%
Septiembre 09	11,90%	8,17%	7,63%	-5,94%
Octubre 09	3,43%	2,86%	-18,88%	-44,23%

Noviembre 09	20,30%	18,99%	1,92%	-12,44%
Diciembre 09	32,96%	29,83%	23,51%	-10,29%
Promedio	8,01%	5,68%	19,31%	-2,12%
	Seg 1 eje	Seg 1 eje	Fija, 30º	Fija, 30º
Enero 10	43,43%	41,60%	35,44%	7,62%
Febrero 10	58,17%	48,24%	49,72%	17,10%
Marzo 10	28,65%	30,38%	31,99%	29,13%
Abril 10	-2,06%	-5,11%	7,79%	-22,56%
Mayo 10	-16,25%	-31,24%	-3,80%	-32,63%
Junio 10	-16,78%	-20,24%	6,74%	-19,50%
Julio 10	-24,34%	-29,20%	2,02%	-20,88%
Agosto 10	-8,94%	-13,47%	9,44%	-18,78%
Septiembre 10	-3,29%	-15,71%	-7,89%	-34,52%
Octubre 10	23,43%	-2,45%	-14,02%	-29,87%
Noviembre 10	31,71%	26,97%	13,85%	-12,14%
Diciembre 10	47,38%	42,72%	38,65%	-2,67%
Promedio	13,43%	6,04%	14,16%	-11,64%
	Seg 1 eje	Seg 1 eje	Fija, 30º	Fija, 30º

Tabla 56. Comparativa producción estimada y real 5, 6, 7 y 8

En el caso del segundo parque, se obtienen valores de producción esperada mayores a los de producción real registrada, excepto en el caso de la planta Tipo 8, con valores reales inferiores a los esperados.

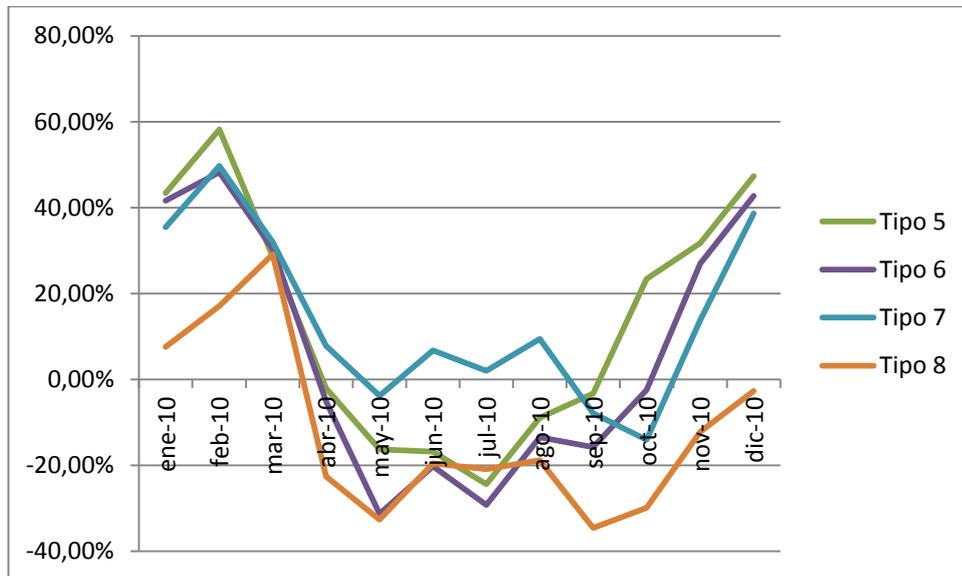


Figura 27. Variación de plantas de huerto 2 de producción esperada sobre real

Lo más interesante del gráfico anterior es ver como la planta Tipo 7, sin un buen plan de mantenimiento, se despega en verano de las otros tres tipos de plantas, simplemente porque no se ha realizado una limpieza de sus paneles.

Comparativa plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

% datos estimados sobre reales

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Enero 09	32,56%	33,94%	32,68%	32,88%
Febrero 09	15,07%	16,41%	14,52%	14,98%
Marzo 09	13,18%	11,86%	12,45%	13,49%
Abril 09	5,89%	-1,24%	0,04%	3,71%
Mayo 09	-4,99%	-10,33%	-9,71%	-6,67%
Junio 09	3,67%	0,88%	1,34%	3,45%
Julio 09	-7,49%	-9,20%	-7,77%	-5,68%
Agosto 09	1,24%	-4,62%	-3,61%	-1,38%

Septiembre 09	8,56%	6,29%	7,16%	9,65%
Octubre 09	-6,44%	-8,37%	-6,97%	-5,50%
Noviembre 09	1,99%	0,63%	2,11%	2,73%
Diciembre 09	19,50%	18,66%	19,87%	19,24%
Promedio	6,89%	4,58%	5,18%	6,74%
	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes
Enero 10	35,15%	32,60%	34,98%	33,36%
Febrero 10	41,88%	40,50%	41,35%	41,28%
Marzo 10	44,86%	58,93%	53,31%	56,39%
Abril 10	12,14%	14,87%	15,03%	15,03%
Mayo 10	-6,90%	-10,27%	-9,88%	-8,42%
Junio 10	4,39%	0,28%	1,18%	4,08%
Julio 10	4,87%	-7,37%	-6,54%	-4,29%
Agosto 10	8,19%	4,72%	5,24%	12,88%
Septiembre 10	1,20%	-2,51%	-1,79%	0,67%
Octubre 10	5,00%	2,94%	3,66%	5,03%
Noviembre 10	20,28%	19,03%	20,33%	21,61%
Diciembre 10	21,77%	21,28%	25,33%	26,96%
Promedio	16,07%	14,58%	15,18%	17,05%
	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes

Tabla 57. Comparativa producción estimada y real 9, 10, 11 y 12

Por último, en el tercer parque, las estimaciones de producción realizadas superan aproximadamente en un 15% los valores reales de producción registrados.

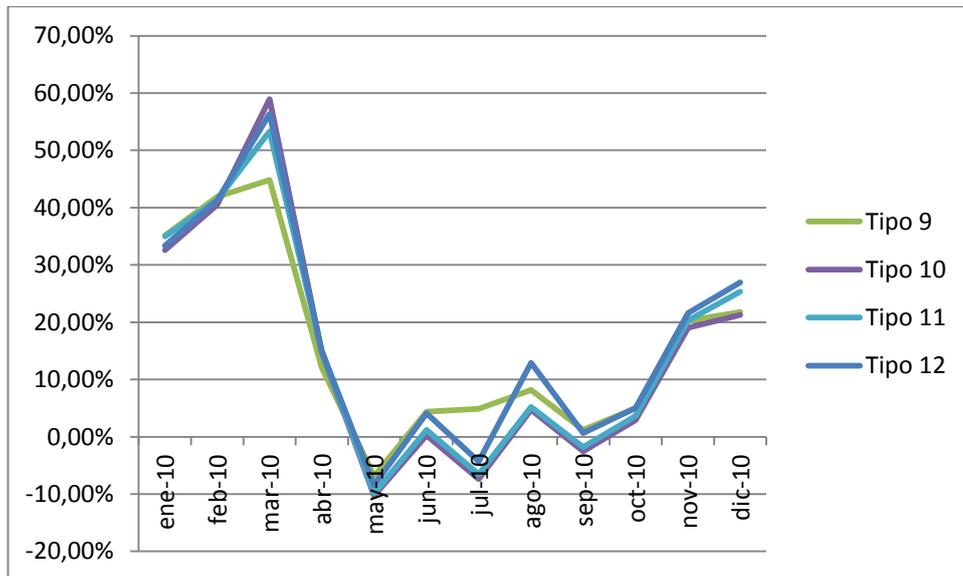


Figura 28. Variación de plantas de huerto 3 de producción esperada sobre real

Este gráfico queda especialmente claro, observando que, en realidad, las estimaciones realizadas en las plantas se ajustan mucho mejor en verano. Quizás, el factor de ganancia utilizado no debería ser rígido anual, sino variable mensualmente, pues a la vista está que las predicciones en los meses más fríos han sido bastante más optimistas de lo que debieran.

2.7.5. Cálculo de PR real del plantas

PR real plantas del Tipo 1, 2, 3 y 4

Mes	Tipo 1	Tipo 2a	Tipo 2b	Tipo 3	Tipo 4a	Tipo 4b
Enero 09	1,0122	1,1191	1,1622	1,0805	1,0912	1,1694
Febrero 09	0,7660	0,7550	0,8044	1,0665	1,0325	0,9326
Marzo 09	0,7313	0,7058	0,7738	0,8797	0,8511	0,7586
Abril 09	0,7487	0,7875	0,7847	0,7959	0,7692	0,6870
Mayo 09	0,6984	0,6805	0,6822	0,6954	0,6786	0,6033
Junio 09	0,6504	0,6491	0,6432	0,6469	0,6313	0,5590
Julio 09	0,6473	0,6416	0,6355	0,6457	0,6115	0,5539

Agosto 09	0,7147	0,7049	0,7059	0,7145	0,6714	0,6047
Septiembre 09	0,8282	0,8188	0,8342	0,8280	0,8149	0,8191
Octubre 09	0,9493	0,9592	0,9630	0,9619	0,9427	0,9461
Noviembre 09	1,1529	1,1457	1,1504	1,1514	1,1345	1,1279
Diciembre 09	1,1750	1,1845	1,1895	1,1877	1,1732	1,1596
Promedio	0,8395	0,8460	0,8608	0,8878	0,8668	0,8268
	Fija, 30º					
Enero 10	1,1658	1,1662	1,1741	1,0809	1,1491	1,1429
Febrero 10	1,0389	1,0312	1,0578	0,9552	1,0082	1,0354
Marzo 10	0,8869	0,8717	0,8910	0,8278	0,8493	0,8710
Abril 10	0,8253	0,8156	0,8318	0,8168	0,7869	0,8075
Mayo 10	0,7138	0,7052	0,7075	0,7129	0,6900	0,6824
Junio 10	0,6763	0,6674	0,6710	0,6706	0,6552	0,6526
Julio 10	0,6609	0,6517	0,6554	0,6702	0,5926	0,6365
Agosto 10	0,7379	0,7269	0,7365	0,7345	0,6999	0,7134
Septiembre 10	0,8564	0,8457	0,8520	0,8502	0,8291	0,8197
Octubre 10	1,0302	1,0242	1,0247	0,9773	0,9951	0,9840
Noviembre 10	1,2063	1,1912	1,2002	1,1879	1,1696	1,1587
Diciembre 10	1,2048	1,2462	1,2367	1,0301	1,2109	1,1975
Promedio	0,9169	0,9119	0,9199	0,8762	0,8863	0,8918
	Fija, 30º					

Tabla 58. PR real plantas 1,2,3 y 4

PR real plantas del Tipo 5, 6, 7 y 8

% datos reales sobre estimados

Mes	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Enero 09	0,6310	0,6906	0,8230	1,0304
Febrero 09	0,6928	0,7307	0,5140	0,7262
Marzo 09	0,7034	0,7363	0,7204	0,5280
Abril 09	0,6833	0,7214	0,6299	0,7256
Mayo 09	0,6840	0,6953	0,6303	0,7202
Junio 09	0,6452	0,5531	0,3976	0,5950
Julio 09	0,6500	0,6131	0,5839	0,5941
Agosto 09	0,3556	0,4685	0,1856	0,1881
Septiembre 09	0,5843	0,6091	0,7002	0,7026
Octubre 09	0,6493	0,6532	0,9136	0,9699
Noviembre 09	0,6868	0,6981	0,9660	0,9689
Diciembre 09	0,6609	0,6918	0,8618	1,0873
Promedio	0,6356	0,6551	0,6605	0,7364
	Seg 1 eje	Seg 1 eje	Fija, 30º	Fija, 30º
Enero 10	0,6262	0,6465	0,8168	1,0226
Febrero 10	0,5000	0,6187	0,6870	0,9911
Marzo 10	0,6065	0,5917	0,6606	0,6024
Abril 10	0,6907	0,7113	0,7132	0,8294
Mayo 10	0,6446	0,7277	0,6578	0,7354

Junio 10	0,6725	0,6924	0,6138	0,6882
Julio 10	0,6756	0,7020	0,6084	0,6568
Agosto 10	0,6660	0,6937	0,6327	0,7262
Septiembre 10	0,6560	0,7350	0,7832	0,8544
Octubre 10	0,5533	0,7403	0,9416	0,9384
Noviembre 10	0,6950	0,7432	1,0019	1,1412
Diciembre 10	0,5712	0,6218	0,7612	1,1146
Promedio	0,6298	0,6854	0,7398	0,8584
	Seg 1 eje	Seg 1 eje	Fija, 30º	Fija, 30º

Tabla 59. PR real plantas 5, 6, 7 y 8

PR real plantas del Tipo 9, 10, 11 y 12

% datos reales sobre estimados

Mes	Tipo 9	Tipo 10	Tipo 11	Tipo 12
Enero 09	0,9013	0,8818	0,8997	0,8970
Febrero 09	0,8662	0,8517	0,8718	0,8672
Marzo 09	0,7752	0,7861	0,7817	0,7724
Abril 09	0,6532	0,7019	0,6938	0,6683
Mayo 09	0,6412	0,6730	0,6700	0,6514
Junio 09	0,6155	0,6326	0,6304	0,6169
Julio 09	0,6184	0,6276	0,6200	0,6080
Agosto 09	0,6177	0,6536	0,6480	0,6340
Septiembre 09	0,6873	0,7035	0,6978	0,6791
Octubre 09	0,8054	0,8191	0,8094	0,7983

Noviembre 09	0,9533	0,9655	0,9521	0,9461
Diciembre 09	0,9636	0,9727	0,9592	0,9667
Promedio	0,7582	0,7724	0,7695	0,7588
	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes
Enero 10	0,8694	0,9026	0,8717	0,8934
Febrero 10	0,7820	0,7996	0,7892	0,7900
Marzo 10	0,5288	0,3934	0,4477	0,4182
Abril 10	0,6771	0,6554	0,6548	0,6548
Mayo 10	0,6621	0,6823	0,6806	0,6716
Junio 10	0,6336	0,6602	0,6549	0,6357
Julio 10	0,5659	0,6381	0,6338	0,6204
Agosto 10	0,6057	0,6279	0,6252	0,5748
Septiembre 10	0,6959	0,7213	0,7170	0,6997
Octubre 10	0,8785	0,8965	0,8909	0,8782
Noviembre 10	1,1040	1,1201	1,1032	1,0855
Diciembre 10	1,0966	1,1024	1,0467	1,0239
Promedio	0,7583	0,7667	0,7597	0,7455
	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes	Seg 2 ejes

Tabla 60. PR real plantas 9, 10, 11 y 12

2.7.6. Influencia del mantenimiento en la producción

2.7.6.1. Planes generales de mantenimiento preventivo

Adicionalmente al cuadro general, para cada planta, se deberá llevar un registro de confirmación de actuaciones mensuales, cuatrimestrales y anuales, que los operarios de mantenimiento deberán completar en cada una de sus visitas, anotando cualquier incidencia que puedan encontrar para así detectar posibles averías recurrentes que pudieran solucionarse con anticipación a actuaciones de mantenimiento correctivo.

2.7.6.2. Comparativa de producción en dos plantas con distinto funcionamiento

Para ilustrar las diferencias entre una planta bien y mal mantenida vamos a extraer, de los valores de históricos de valores reales de producción presentados con anterioridad, los datos de las plantas TIPO 7 y TIPO 8. Ambos tipos de plantas son de 100 kW nominales, fijas, inclinadas 30°. La planta TIPO 7 es de paneles monocristalinos, con una potencia instalada de 112,20 kWp. La planta TIPO 8 tiene paneles policristalinos y una potencia instalada de 112,04 kWp. A pesar de tener peores paneles y una potencia instalada algo menor, se comprueba como en el cómputo global, la planta TIPO 8 produce una mayor cantidad de energía que la planta TIPO 7.

En la siguiente tabla se obtiene el % de variación de esa generación de energía, normalizando previamente la planta TIPO 7 como si tuviera paneles policristalinos y la misma potencia instalada que la planta TIPO 8.

Mes	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 7 con policristalino	Tipo 7 kWp normalizado	Variación Tipo7 respecto a Tipo 8
Enero 09	6.399,00	8.000,00	5.599,13	5.591,14	-30,01%
Febrero 09	6.266,00	8.840,00	5.482,75	5.474,93	-37,98%
Marzo 09	12.562,00	9.194,00	10.991,75	10.976,08	19,55%
Abril 09	14.678,00	16.884,00	12.843,25	12.824,94	-23,93%
Mayo 09	17.438,00	19.896,00	15.258,25	15.236,49	-23,31%
Junio 09	10.579,00	15.807,00	9.256,63	9.243,42	-41,44%
Julio 09	17.437,00	17.718,00	15.257,38	15.235,62	-13,89%
Agosto 09	5.019,00	5.080,00	4.391,63	4.385,36	-13,55%
Septiembre 09	13.354,00	13.381,00	11.684,75	11.668,09	-12,68%

Octubre 09	14.836,00	15.727,00	12.981,50	12.962,99	-17,46%
Noviembre 09	10.259,00	10.276,00	8.976,63	8.963,82	-12,64%
Diciembre 09	6.297,00	7.933,00	5.509,88	5.502,02	-30,54%
KWh/año 2009	135.124,00	148.736,00	118.233,50	118.064,90	-20,51%
kWh/kWp 2009	1.204,31	1.327,53	1.053,77	1.052,27	-20,62%
Enero 10	6.399,00	8.000,00	5.599,13	5.591,14	-30,01%
Febrero 10	6.136,50	8.840,00	5.369,44	5.361,78	-39,26%
Marzo 10	10.097,00	9.194,00	8.834,88	8.822,28	-3,91%
Abril 10	14.539,00	16.884,00	12.721,63	12.703,48	-24,65%
Mayo 10	17.821,00	19.896,00	15.593,38	15.571,14	-21,63%
Junio 10	15.902,50	17.805,00	13.914,69	13.894,84	-21,85%
Julio 10	17.268,50	18.616,00	15.109,94	15.088,39	-18,83%
Agosto 10	15.567,50	17.842,00	13.621,56	13.602,14	-23,65%
Septiembre 10	15.519,00	16.906,00	13.579,13	13.559,76	-19,68%
Octubre 10	14.157,50	14.090,00	12.387,81	12.370,15	-12,08%
Noviembre 10	8.966,00	10.198,00	7.845,25	7.834,06	-23,07%
Diciembre 10	5.025,50	7.348,00	4.397,31	4.391,04	-40,16%
kWh/año 2010	147.399,00	165.619,00	128.974,13	128.790,20	-22,13%
kWh/kWp 2010	1.313,72	1.478,21	1.149,50	1.147,86	-22,24%

Tabla 62. Producción real plantas 7 y 8. Comparación por mantenimiento.

Una vez normalizados los valores se observa como las diferencias en producción alcanzan el 20%, un porcentaje muy a tener en cuenta a la hora de decidir contratar o no una empresa de mantenimiento.

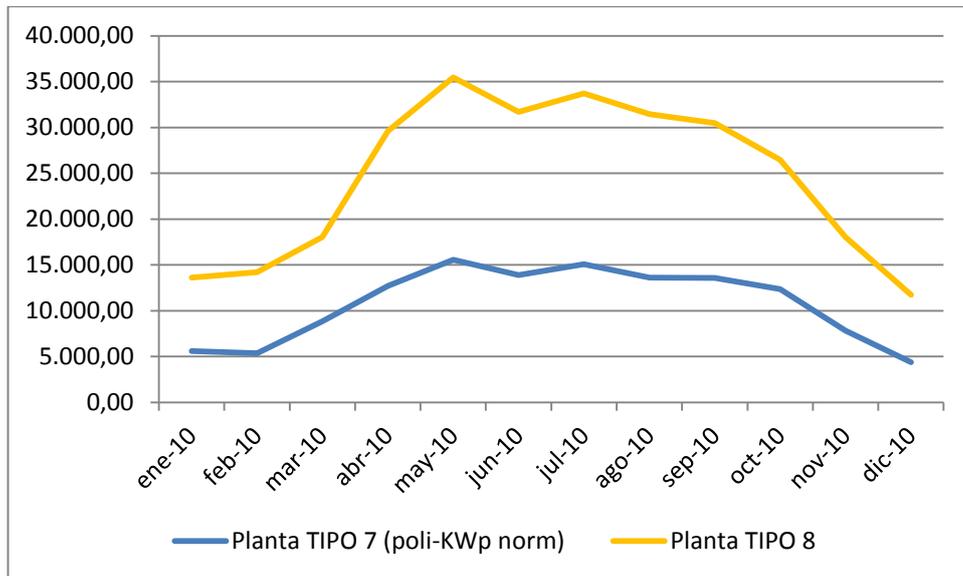


Figura 29. Comparativa entre plantas con buen y mal mantenimiento

Tal y como iniciabamos al comparar las producciones en apartados anteriores, las diferencias entre estas dos plantas son bastante más acusadas en verano, de ahí la importancia de incluir en el plan de mantenimiento al menos una limpieza anual de los paneles de la planta, que se realiza en primavera-verano, y que la planta TIPO 8 recibió durante el mes de abril-mayo del año 2010.

3. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. Radiación

- El trabajo sobre los datos registrados en las Estaciones Agroclimáticas nos permite estudiar la evolución de radiación incidente en dos emplazamientos durante los últimos 10 años. De estas evoluciones podemos sacar dos resultados:
 - Sobre la elección del emplazamiento: el emplazamiento de Guillena ha recibido un 2,67% más radiación que el emplazamiento de La Palma del Condado.
 - Sobre la variabilidad de la radiación incidente: En el emplazamiento de La Palma del condado se han recibido una media de 1.845 kWh/m² de radiación anuales, con una tolerancia de $\pm 3,11\%$. En el emplazamiento de Guillena, se han recibido una media de 1.896 kWh/m² de radiación anuales, con una tolerancia de $\pm 3,04\%$.

- Se han analizado los datos de radiación sobre superficie horizontal que aportan tres fuentes distintas de datos. Al contrastar los resultados de radiación de estas bases de datos obtenemos sus márgenes de variación:
 - En la localización de La Palma del Condado, los márgenes de variación obtenidos rondan el valor de tolerancia de la muestra de 10 años de estaciones agroclimáticas.
 - En la localización de Guillena, la herramienta PVGIS se sale del orden del margen, triplicando la tolerancia de valores medidos.

- Por último, se han analizado los datos de radiación calculados mediante método manual de radiación incidente sobre superficie inclinada a partir de la base de datos de estaciones agroclimáticas, y los datos de radiación sobre superficie fija inclinada 30º de los programas de cálculo utilizados con el dato de ganancia global que aporta CENSOLAR. Las diferencias encontradas en los métodos de cálculo de los programas son aceptables, y se encuentran dentro del intervalo del optimista valor del 15% de ganancia de CENSOLAR y el muy pobre valor que aporta el método del IES utilizado.

3.2. Producción

- En el caso de las plantas fijas se han obtenido datos de estimaciones de producción inferiores a los datos reales registrados, es decir, estas plantas están produciendo mejor de lo que pudiera haberse estimado en nivel proyecto.
- La cosa cambia en las plantas con seguimiento a 1 eje del segundo huerto. La producción estimada se encuentra por debajo de los datos reales. Esto se debe a que probablemente el factor aplicado de ganancia por tecnología de seguimiento utilizado se encuentra sobredimensionado. En el caso de las dos plantas fijas, una de ellas, la de silicio monocristalino devuelve valores comparativos de producción esperada superior a los valores reales registrados, la diferencia entre el cálculo de esta producción estimada y sus compañeras de localización radica en el punto de rendimiento que teóricamente gana la instalación por tener paneles monocristalinos en lugar de policristalinos, además, los valores reales son bastante peores porque se encuentra sometida a un plan de mantenimiento peor o inexistente, al contrario que sus compañeras con un buen plan de mantenimiento preventivo.
- En el tercer huerto, las plantas con seguimiento a doble eje, en las que de nuevo utilizamos un factor de ganancia para tecnologías con seguimiento, volvemos a obtener valores superiores en todos los casos.
- En prácticamente todos los casos las variaciones entre producciones esperadas y reales no son suaves en meses correlativos. Es cierto, que al fin y al cabo lo importante es la facturación anual de la planta para que salgan las cuentas, pero queda a la vista la aleatoriedad de resultados que un buen mes de radiación o varias averías consecutivas en una planta pueden producir en la producción final.

3.3. Rentabilidad

- Lo primero en rentabilidad es mostrar para la discusión del que así lo desee, sobre los valores base utilizados para la obtención de los resultados del modelo financiero:

	Precio de inversión (€/Wp)		Precio mantenimiento anual (€/Wp)
	Panel monocristalino	Panel policristalino	
Fija, 30º	6,72	6,56	10
Seguimiento a 1 eje	8,36	8,20	15
Seguimiento a 2 ejes	10,49	10,33	17

Tabla 63. Precios plantas y mantenimiento en función tipo de planta (bis)

Estos han sido los valores tomados porque así se ha creído conveniente, y en base a ellos se han obtenido los resultados de rentabilidad esperada.

- Todos los resultados de rentabilidad obtenidos navegan entre el 7-8%, destacando el 9% de la planta fija con silicio monocristalino.

4. CONCLUSIONES

- En cuanto a bases de datos de radiación, las tres bases de datos podríamos tomarlas como válidas, pero realmente las dos herramientas de obtención de año tipo resultan más conservadoras que el año tipo obtenido de la media de datos reales registrados en estaciones agroclimáticas durante los últimos 10 años.
- La herramienta de Radiación solar en Andalucía se ajusta mejor a los valores del año tipo obtenido de la media de datos reales registrados en estaciones agroclimáticas durante los últimos 10 años.
- Respecto al método de cálculo de radiación sobre superficie inclinada del Instituto de Energía Solar utilizado, se obtienen resultados que significan lo conservador que resulta en sus resultados finales.
- Las dos herramientas de simulación de radiación esperada utilizadas obtienen valores de ganancia de radiación sobre superficie inclinada dentro del mismo orden y también en el orden del valor que aporta CENSOLAR en base al estudio del Instituto de Energía Solar.
- El factor de ganancia aportado por CENSOLAR en base al estudio del Instituto de Energía Solar, para instalaciones con tecnología fija resulta adecuado en nivel anual.
- Los factores de ganancia aportados por CENSOLAR en base al estudio del Instituto de Energía Solar, para instalaciones con tecnología de seguimiento resultan algo sobredimensionados en estudios anuales.
- Los tres factores de CENSOLAR incurren en desviaciones mensuales severas respecto del comportamiento real de las plantas. Ante esto, habría que revisar a la baja dichos factores anuales y utilizar factores particulares mensuales y si quieren aplicar a un estudio en nivel mes a mes.
- Resaltar lo muy ilustrativo que resulta el comportamiento de la planta Tipo 7, sin un buen plan de mantenimiento, que en verano se viene abajo simplemente porque nadie fue a limpiar sus placas.
- Los estudios de rentabilidad en este proyecto han sido presentados en modo metodológico e ilustrativo. La evolución de la prima por generación especial fotovoltaica ha evolucionado a la baja desde el año 2008 acusadamente, pero también el mercado ha reaccionado, y los precios de los componentes, a mi gusto con unos márgenes comerciales exagerados en el boom del 661, se han ido ajustando a las exigencias que el necesitar seguir construyendo se han ido creando. El fin de estos estudios de rentabilidad es marcar unos valores de recuperación de la inversión, que puedan compararse con las rentabilidades de otro tipo de negocios, para llegar a la conclusión de que, al fin y al cabo, y tal y como está actualmente planteada la construcción y explotación de plantas fotovoltaicas, esta son dejan de ser un negocio para inversores que quieran aportar por este tipo de tecnología. Como apunte lo que me dijo un empresario que se sentó en la mesa de reuniones de

la que en mayo de 2007 era mi empresa y me dijo: “Pues verá, yo estoy tanteando empezar a invertir en este tipo de instalaciones porque actualmente su nivel de rentabilidad se encuentra algo mayor que el de la construcción que está empezando a bajar”.

Olalla Fernández Zamudio

Sevilla, 15 de abril de 2011

Anexo 1: Resumen de normativa fotovoltaica

El régimen especial viene siendo regulado en España desde 1980, año en el que se promulgó la **Ley 82/1980 de Conservación de la Energía**. Esta Ley fue motivada por la necesidad de hacer frente a la segunda crisis del petróleo y, en ella, se establecían los objetivos de mejorar la eficiencia energética de la industria y de reducir la dependencia de las importaciones. Dentro de este contexto, la **Ley 40/94 (LOSEN)** dejó consolidado el concepto de régimen especial como tal.

Basándose en los principios establecidos en la LOSEN, se publica el **Real Decreto 2366/1994 de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables**. Se incluye en el régimen especial de producción de energía eléctrica aquellas instalaciones de potencia menor o igual a 100 MVA, incluidas en alguno de los cinco grupos siguientes: instalaciones renovables, de residuos, de biomasa, plantas de cogeneración, plantas que utilizan calor residual y centrales hidráulicas. Estas instalaciones pueden ceder su energía excedentaria a la empresa distribuidora más cercana que tiene la obligación de adquirirla siempre que sea técnicamente viable. El precio de venta de esta energía se fija en función de las tarifas eléctricas, dependiendo de la potencia instalada y del tipo de instalación, constando de un término de potencia y de un término de energía además de los complementos correspondientes.

Con la publicación de la [Ley 54/97, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico](#), se diferencia los productores de energía eléctrica en régimen ordinario que desarrollan su actividad en el mercado de producción, de los productores acogidos al régimen especial, que deben tener una potencia instalada menor o igual a 50 MW. Además se incluyen en el régimen especial las instalaciones de tratamiento y reducción de residuos de los sectores agrícola, ganadero y de servicios con una potencia instalada menor o igual a 25 MW. Se establece para las instalaciones en régimen especial la posibilidad de incorporar su energía excedentaria al sistema (tal y como se regulaba en el RD2366/94), o participar directamente en el mercado de producción. En el primer caso, las instalaciones perciben el precio medio final que pagan los adquirentes en el mercado organizado más una prima. En el segundo caso, perciben aparte de la prima, el precio marginal horario más la remuneración por garantía de potencia y servicios complementarios que les pueda corresponder.

Asimismo, se les imputa, en su caso, el coste de los desvíos entre su energía casada en el mercado y su producción real. Se establece un periodo transitorio para que las instalaciones que estaban acogidas al Real Decreto 2366/1994, mantengan su régimen mientras existan los CTC. Se establece que las energías renovables deben alcanzar el 12% de la demanda energética en España en el año 2010.

El **Real Decreto 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones**

abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, establece la regulación concreta de la retribución de la energía vertida en régimen especial ajustándose a lo indicado en la Ley 54/97. Dicho Real Decreto establece que las primas deberán ser actualizadas anualmente en función de una serie de parámetros y revisadas cada cuatro años.

El Plan de Fomento de Energías Renovables (PFER) aprobado por el Gobierno el 30 de diciembre de 1999, establece los objetivos de crecimiento necesarios en cada una de las tecnologías consideradas como renovables, para conseguir que la producción con estas energías represente el 12% del consumo español de energía primaria en el año 2010.

Dada la nula participación de las instalaciones de régimen especial en el mercado bajo la aplicación del Real Decreto 2818/98, el **Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios**, estableció la obligación para las instalaciones del RD 2366/94 con una potencia superior a 50 MW, de participar en el mercado de producción. Al mismo tiempo, fijó el objetivo de incentivar la participación en el mercado del resto de instalaciones de régimen especial. También se estableció la posibilidad de que estas instalaciones pudieran realizar contratos de venta de energía con comercializadores. Se estableció la cantidad de 0,009015 €/kWh (1,5 pesetas/kWh) en concepto de garantía de potencia para aquellas instalaciones de régimen especial que participaran en el mercado.

El [Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión](#), simplificó las condiciones para la conexión de estas instalaciones a la red. Para el resto de instalaciones de régimen especial, sigue vigente la **Orden del Ministerio de Industria y Energía de 5 de septiembre de 1985**.

El [Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción](#), determina obligaciones de información de sus previsiones de producción, y adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida, desarrolla en **Real Decreto-Ley 6/2000**, estableciendo la obligatoriedad de participación en el mercado para las instalaciones de potencia superior a 50 MW que quedan incluidas en el régimen ordinario y se fija un procedimiento de acceso al mismo, tanto para aquellas obligadas a participar como para las que desean acceder de manera voluntaria.

Se establece un incentivo transitorio para las instalaciones de cogeneración que participan en el mercado, en función de su potencia y valor de la tarifa general del gas natural. Se permite la opción de contratación entre generadores en régimen especial y comercializadores, percibiendo la prima correspondiente por la energía vendida.

Por último, se establece una prima específica para las instalaciones que utilicen únicamente como energía primaria para la generación eléctrica energía solar térmica de 12 cent€/kWh.

En el **Documento de Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas: Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011**, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de septiembre de 2002, Se integran los objetivos de producción del PFER y se incorpora un nuevo objetivo para la cogeneración, apreciándose un incremento de la participación de algunas de las energías renovables en España en el período 2002-2011.

La Tarifa Media o de Referencia se define en el **Real Decreto 1432/2002, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia (TMR) y se modifican algunos artículos del Real Decreto 2017/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de costes de diversificación y seguridad de abastecimiento.**

Con el **Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial**, se establece un nuevo marco regulatorio para el régimen especial. El titular de la instalación puede optar por vender su producción o excedentes de energía eléctrica al distribuidor, percibiendo por ello una retribución en forma de tarifa regulada, única para todos los períodos de programación, que se define como un porcentaje de la Tarifa Eléctrica Media o de Referencia (TMR) de cada año, o bien por vender dicha producción o excedentes directamente en el mercado diario, o a través de un contrato bilateral, percibiendo en este caso el precio negociado en el mercado, más un incentivo por participar en él y una prima, si la instalación concreta tiene derecho a percibirla. Este incentivo y esta prima complementaria se definen también genéricamente como un porcentaje de la TMR.

La revisión de las tarifas, primas, e incentivos se realizará cada 4 años a partir de 2006, y sólo afectará a las nuevas instalaciones. Se derogan el [Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto](#), y el **Real Decreto 2818/98, de 23 de diciembre** y se establece un período transitorio para las instalaciones acogidas al RD2366/94 (DT1ª RD436/04) y al RD2818/98 (DT2ª RD436/04), que tienen la opción de mantenerse en el antiguo régimen económico que les corresponde. Por otra parte se obliga a ciertas instalaciones, a comunicar su programa de producción a la distribuidora correspondiente, pudiendo ser penalizadas cuando su desvío resulta mayor de un margen determinado, a partir del 1 de enero de 2005.

El **Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico**, modifica las primas del anexo VI del **Real Decreto 436/2004**

correspondientes a los grupos a.1 y a.2 cuando utilicen como combustible fuel oil y la del grupo d.1. Asimismo se modifican algunas fórmulas de actualización de la Disposición Transitoria 2ª del Real Decreto 436/2004. También es ampliado el plazo para el comienzo de la obligación de suministrar programa a la distribuidora correspondiente, para ciertas instalaciones, hasta el 1 de enero de 2006. Se permite a las instalaciones de energía solar que puedan utilizar un combustible de apoyo en un porcentaje no superior al 12 %-15% de la producción total de electricidad, dependiendo de la opción de venta elegida.

En el Real Decreto 2392/2004, de 30 de diciembre, se establece la tarifa eléctrica para 2005.

El **26 de agosto de 2005** fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros el [Plan de Energías Renovables para el período 2005-2010](#). Las previsiones de la nueva normativa estiman en un 12,1% el consumo de energía primaria que será abastecido en el año 2010 por las energías renovables. La nueva planificación sustituye al Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, cuyos resultados han sido insuficientes, pues, a pesar de que en el período 1999-2004 el consumo global de energías renovables ha crecido en España en 2.700.000 toneladas equivalentes de petróleo (tep), a finales del año pasado sólo se había cumplido el 28,4 % del incremento global previsto para la presencia de estas fuentes en el sistema energético español.

La **Ley 24/2005, de 18 de noviembre, de reformas para el impulso a la productividad**, modifica normativa de diversos sectores, entre ellos, el sector energético. En lo relativo al régimen especial, establece que el Gobierno podrá autorizar primas superiores a las previstas para las instalaciones que utilicen como energía primaria, energía solar o biomasa (no entendiéndose como biomasa los residuos sólidos urbanos ni los peligrosos). Asimismo, se podrá determinar una prima que complemente el régimen retributivo de las instalaciones de producción de origen térmico del régimen ordinario cuando, además de utilizar el combustible para el que fueron autorizados, utilicen también biomasa como combustible secundario (co-combustión).

El Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico, modifica el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, con el objeto de racionalizar el incentivo de las cogeneraciones de más de 50 MW y para detallar aspectos del Real Decreto que faciliten la elaboración de la facturación de la energía adquirida y su admisión en el sistema de liquidaciones de actividades y costes regulados. Modifica el artículo 28 del mismo Real Decreto, indicando que las instalaciones del régimen especial con potencia superior a 10 MW a las que se refiere el apartado 7 deberán estar asociadas a un centro de control, que actuará como interlocutor del operador del sistema. Se modifica la tarifa de aquellas instalaciones de cogeneración que utilizan como combustible derivados del petróleo acogidas a la DT1ª y DT2ª del **Real Decreto 436/2004 (Real Decreto 2366/94 y al Real Decreto 2818/94)**. Además, modifica el Real Decreto 2019/1997, estableciendo que los

distribuidores de energía eléctrica deberán presentar ofertas económicas de venta de energía específicas por la parte de energía que estén obligados a adquirir al régimen especial no cubierta mediante sistemas de contratación bilateral con entrega física. También, se modifica la **Orden de 17 de diciembre de 1998, que permite el cobro de garantía de potencia a la producción vinculada a un contrato bilateral, siempre que se acredite la disponibilidad.**

En el **Real Decreto 1556/2005, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2006**, se establecen las primas y las tarifas del régimen especial así como la Tarifa Eléctrica Media o de referencia.

El **documento de Planificación de los Sectores de Electricidad y gas 2002-2011. Revisión 2005-2011, aprobado por el Consejo de Ministros el 31 de marzo de 2006**, ha establecido unos objetivos nacionales de potencia instalada para las instalaciones de cogeneración y para las que utilizan las energías renovables, basados en el Plan de Energías Renovables 2005 – 2010 (PER). Cabe destacar el fuerte aumento del objetivo de la energía eólica y energía solar, así como una reducción en el objetivo de potencia instalada de biomasa.

El **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación**, obliga a la incorporación de instalaciones solares térmicas en todas las edificaciones donde haya consumo de agua caliente sanitaria, y a la incorporación de paneles solares fotovoltaicos en ciertas edificaciones del sector terciario. Estas medidas afectarán a los nuevos edificios y a aquellos que se rehabiliten en España.

La **Resolución de 24 de mayo de 2006, de la Secretaría General de Energía, aprobó el Procedimiento de Operación 14.5, relativo a derechos de cobro y obligaciones de pago por garantía de potencia**. En este Procedimiento se establece el criterio para calcular el cobro por garantía de potencia de centrales de energías renovables cuando hayan funcionado menos de 5 años, a partir del 1 de junio de 2006.

En el [Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético](#), se elimina la necesidad de autoconsumo eléctrico de las plantas que utilizan la cogeneración, primando no sólo los excedentes eléctricos, sino toda la electricidad cogenerada, en sintonía con la Directiva 2004/8/CE, relativa al fomento de la cogeneración. Se establece la posibilidad de que todas estas plantas (no sólo las menores de 10MW) sean retribuidas con el complemento de una prima por encima del precio del mercado durante 10 años desde su puesta en marcha. Se elimina la banda de retribución de las instalaciones de generación que utilizan las energías renovables, entre el 80 y el 90 por 100 de la tarifa eléctrica media. Se desvincula la variación de las primas del régimen especial de la tarifa eléctrica media o de referencia. Se mantiene el régimen del Real Decreto 2366/1994, en tanto no se realice la revisión del régimen especial.

Finalmente, se ha de señalar que todas estas modificaciones tendrán efecto una vez se apruebe el desarrollo de lo establecido en el citado Real Decreto Ley, que se prevé se

realice en el plazo de 6 meses desde la publicación de éste. Se deroga el artículo 8 del Real Decreto 1432/02, donde se establecían los límites de crecimiento de la tarifa eléctrica media o de referencia.

El Real Decreto 809/2006, de 30 de junio revisa la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2006, sin que las primas y tarifas del régimen especial se vean afectadas. El 1 de julio de 2006 la Tarifa Eléctrica Media o de referencia se incrementa un 1,38% sobre la tarifa que entró en vigor el 1 de enero de 2006, sin que las primas y tarifas del régimen especial se vean afectadas (**Real Decreto 809/2006**)

El Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir del 1 de enero de 2007, introduce las siguientes modificaciones:

- Ampliación del plazo de aplicación de la Disposición Transitoria Segunda del **Real Decreto 436/2004**.
- Se establece un incentivo para las instalaciones del grupo a.1.1 de más de 10 MW y no más de 25 MW definidas en el Real Decreto 436/2004.
- Se amplía plazo para adscripción a centros de control de instalaciones de potencia superior a 10 MW del artículo 28 apartado 7 **Real Decreto 436/2004** hasta junio de 2007.
- Se faculta al Ministro de Industria, Turismo y Comercio para desarrollar los sistemas de garantía de origen de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables y de garantía de origen de la electricidad de cogeneración de alta eficiencia, derivados de las **Directivas 2001/77/CE y 2004/8/CE**.
- El gestor de la red de transporte atendiendo a criterios de seguridad de suministro, podrá establecer límites por zonas territoriales a la capacidad de conexión de las instalaciones de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica

El 12 de mayo de 2007 fue publicado en el BOE el **Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración**. Mediante este Real Decreto se incorpora al derecho español el contenido de la Directiva 2004/8/CE (fomento de la cogeneración) y se desarrolla el artículo 6 de la Ley 24/2005 en lo relativo a la información al consumidor sobre el origen de la electricidad consumida y su impacto sobre el medio ambiente.

El 26 de mayo de 2007 ha sido aprobado el [Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial](#). Así, se sustituye el Real Decreto 436/2004 y se establece un régimen económico transitorio para las instalaciones pertenecientes a su ámbito de aplicación. Además, el [Real Decreto 661/2007](#) determina una prima para las instalaciones de potencia superior a 50 MW que utilicen energías renovables (con excepción de la hidráulica), las cogeneraciones y las instalaciones de co-combustión de biomasa y/o biogás.

Los cambios más significativos que este Real Decreto plantea frente a la regulación anterior, son los siguientes:

- La retribución del régimen especial no va ligada a la Tarifa Media o de Referencia. La actualización de las tarifas, primas y complementos irá ligada a la evolución de diversos factores (como el IPC o el precio del gas natural).
- Se establece una prima de referencia y unos límites superior e inferior para la generación procedente de renovables que participa en el mercado.
- Se establece un aval que deberán satisfacer las instalaciones de régimen especial al solicitar el acceso a la red de distribución. El aval era ya necesario en el caso de productores que se quieran conectar a red de transporte.
- Los nuevos parques eólicos deberán ser capaces de mantenerse conectados a la red ante una breve caída de tensión en la misma.
- Se permite la hibridación en instalaciones de biomasa y solar termoeléctrica.
- Obligación del régimen especial de potencia instalada superior a 10 MW a conectarse a un centro de control.
- Obligación del régimen especial a tarifa a presentar ofertas en el mercado de producción a precio cero por medio de un representante.
- Derecho del régimen especial a tarifa a que la distribuidora sea su representante para la participación en el mercado hasta el 31/12/2008. Los distribuidores empezarán a cobrar al régimen especial por este servicio un cargo de 0,5 c€/kWh a partir del 1/07/2008.
- Se aplicarán costes de desvíos a las instalaciones en régimen especial a tarifa que deban disponer de equipo de medida horaria.

En 2008 se comenzó la elaboración del Plan de Energías Renovables 2011-2020.

El 1 de junio de 2007 ha sido publicada la [ORDEN ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia](#). Según esta Orden, será la CNE el organismo responsable de la expedición y gestión, mediante un sistema de anotaciones en cuenta, de las garantías de origen de la electricidad generada de esta forma.

Ha sido publicado el **Real Decreto 871/2007, de 29 de junio, por el que se ajustan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2007**. Según esta normativa la CNE deberá realizar una propuesta de regulación de condiciones de conexión de las instalaciones de régimen especial a las redes de transporte y distribución. Además, se establece que, sin perjuicio de la prioridad de evacuación establecida, las instalaciones de régimen especial estarán sujetas, a efectos de restricciones técnicas, al **Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico**. Por último, según el **Real Decreto 871/2007, el Operador del Sistema deberá elaborar una propuesta de revisión**

de los procedimientos de operación que desarrollen lo establecido en el Real Decreto 661/2007.

En julio de 2007 se ha publicado la [Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#). En ella se establece que el Gobierno, podrá determinar una prima para aquellas instalaciones de producción de energía eléctrica de cogeneración o que utilicen como energía primaria, energías renovables no consumibles y no hidráulicas, biomasa, biocarburantes o residuos agrícolas, ganaderos o de servicios, aun cuando la potencia instalada sea superior a 50 MW. Por otra parte, se acuerda modificar el Plan de Fomento de las Energías Renovables, para adecuarlo a los objetivos que ha establecido a este respecto la Unión Europea del 20% para 2020.

Se ha publicado la [ORDEN ITC/1857/2008, de 26 de junio, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2008](#). Se han realizado las actualizaciones trimestrales para el segundo y tercer trimestre, de las tarifas y primas para las instalaciones de los subgrupos a.1.1 y a.1.2 del RD 661/07 (cogeneraciones que utilicen gas natural, gasóleo, fuel oil o GLP), del grupo c.2 (instalaciones de residuos) y para las acogidas a la disposición transitoria segunda del citado real decreto (instalaciones para el tratamiento y reducción de residuos). Se ha establecido la metodología de medida y facturación de energía reactiva para los cogeneradores, a partir de la medida de la antigua unidad productor-consumidor. Se establece el procedimiento de remisión de información y de inspecciones a efectos de que las instalaciones fotovoltaicas que sean inscritas antes del 30 de septiembre de 2008 reciban la tarifa regulada en el RD 661/2007.

Recientemente, ha sido aprobado el [Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para las instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología](#).

El citado Real Decreto clasifica las nuevas instalaciones en dos tipologías, según estén ubicadas en cubiertas (tipo I) o en suelo (tipo II). Dentro de las primeras existen dos subtipos: se diferencia aquellas instalaciones con potencia inferior o igual a 20 kW (tipo I.1) de aquellas con potencia superior a 20 kw. (tipo I.2.)

Se establece asimismo, unas convocatorias anuales, con cupos de potencia por tipo y subtipo. Para la primera convocatoria, la tarifa regulada será la siguiente:

- **Tipo I- Subtipo I.1.** : 34 cent€/kWh
- **Tipo I- Subtipo I.2.** : 32 cent€/kWh
- **Tipo II.** : 32 cent€/kWh

En el caso de completar los cupos, en las siguientes convocatorias se reducirán las citadas tarifas de forma paulatina hasta alcanzar una reducción de un 10 % anual.

Anexo 3: Resultados del modelo financiero

Modelo financiero TIPO 1

Inversión	-760.485
Prestamo 80%	608.348
Comision de Apertura	-3.042
IVA Instalación	-121.670

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	152.641	151.878	151.118	150.363	150.355	150.348	150.340	150.332	150.325	150.317	150.310	150.302	150.295	150.287	150.280	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	67.220,08	68.221,66	69.238,16	70.269,81	71.671,62	73.101,40	74.559,70	76.047,09	77.564,16	79.111,48	80.689,68	82.299,36	83.941,15	85.616	87.324	
Devolución IVA		121,670		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-60.768,26	-60.880,03	-60.992,45	-61.105,54	-61.219,30	-61.333,73	-61.448,83	-61.564,62	-61.681,09	-61.798,25	-61.916,11	-62.034,67	-62.153,93	-62.273,89	-62.394,57	
Mantenimiento	-1.159,20	-1.165,00	-1.165,00	-1.165,00	-1.170,82	-1.176,68	-1.182,56	-1.188,47	-1.194,41	-1.200,39	-1.206,39	-1.212,42	-1.218,48	-1.224,57	-1.230,70	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.680,50	-1.714,07	-1.739,61	-1.765,53	-1.800,75	-1.836,67	-1.873,31	-1.910,68	-1.948,80	-1.987,68	-2.027,33	-2.067,77	-2.109,02	-2.151,09	-2.194,01	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.039,70	-4.085,07	-4.116,63	-4.148,62	-4.195,75	-4.243,65	-4.292,32	-4.341,79	-4.392,06	-4.443,15	-4.495,08	-4.547,87	-4.601,52	-4.656,05	-4.711,49	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	63.180,38	64.136,60	65.121,53	66.121,20	67.475,87	68.857,75	70.267,38	71.705,30	73.172,09	74.668,33	76.194,59	77.751,49	79.339,63	80.959,64	82.612,15	
Amortización Inversión anual	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	
Deducción Fiscal	76,044															
Compensación de Perdidas		-63.558,82	-50.117,91	-35.692,06	-20.266,54	-3.486,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-63.558,82	-50.117,91	-35.692,06	-20.266,54	-3.486,35	14.675,73	19.571,70	21.009,62	22.476,41	23.972,65	25.498,91	27.055,81	28.643,95	30.263,96	31.916,47	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.136,50	6.850,09	7.353,37	7.866,75	8.390,43	8.924,62	9.469,53	10.025,38	10.592,39	11.170,76	
Beneficio de la Sociedad	12.484,70	13.440,92	14.425,85	15.425,52	16.780,19	13.025,57	12.721,60	13.656,26	14.609,67	15.582,22	16.574,29	17.586,28	18.618,57	19.671,57	20.745,70	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-276.798	2.412,12	124.926,20	4.129,08	5.015,66	6.256,58	2.387,52	1.968,45	2.787,32	3.624,26	4.479,65	5.353,86	6.247,29	7.160,32	8.093,36	9.046,81
	-274.386,30	-149.460,10	-145.331,02	-140.315,37	-134.058,79	-131.671,27	-129.702,81	-126.915,50	-123.291,24	-118.811,59	-113.457,73	-107.210,44	-100.050,11	-91.956,75	-82.909,94	

TIR* a 25 años **7,66%**
VAN 25 años (4%) **149.435,99 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **298.383,69 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
150.272	150.265	150.257	150.250	150.242	150.235	150.227	150.220	150.212	150.205	150.197	150.190	150.182	150.175	150.167
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
89.066	90.842	92.655	94.503	96.388	98.311	100.272	102.273	104.313	106.394	108.516	110.681	112.889	115.141	117.438
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
-1.236,85	-1.243,03	-1.249,25	-1.255,50	-1.261,77	-1.268,08	-1.274,42	-1.280,79	-1.287,20	-1.293,63	-1.300,10	-1.306,60	-1.313,14	-1.319,70	-1.326,30
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.237,77	-2.282,42	-2.327,95	-2.374,39	-2.421,75	-2.470,07	-2.519,34	-2.569,60	-2.620,86	-2.673,14	-2.726,47	-2.780,86	-2.836,34	-2.892,92	-2.950,63
-4.767,84	-4.825,14	-4.883,38	-4.942,60	-5.002,81	-5.064,02	-5.126,27	-5.189,56	-5.253,92	-5.319,37	-5.385,93	-5.453,62	-5.522,46	-5.592,47	-5.663,68
84.297,81	86.017,29	87.771,26	89.560,41	91.385,44	93.247,08	95.146,04	97.083,08	99.058,95	101.074,44	103.130,34	105.227,44	107.366,58	109.548,59	111.774,33
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84.297,81	86.017,29	87.771,26	89.560,41	91.385,44	93.247,08	95.146,04	97.083,08	99.058,95	101.074,44	103.130,34	105.227,44	107.366,58	109.548,59	111.774,33
29.504,23	30.106,05	30.719,94	31.346,14	31.984,91	32.636,48	33.301,11	33.979,08	34.670,63	35.376,05	36.095,62	36.829,60	37.578,30	38.342,01	39.121,01
54.793,58	55.911,24	57.051,32	58.214,27	59.400,54	60.610,60	61.844,93	63.104,00	64.388,32	65.698,39	67.034,72	68.397,84	69.788,27	71.206,58	72.653,31
54.793,58	55.911,24	57.051,32	58.214,27	59.400,54	60.610,60	61.844,93	63.104,00	64.388,32	65.698,39	67.034,72	68.397,84	69.788,27	71.206,58	72.653,31
-28.116,36	27.794,87	84.846,19	143.060,46	202.461,00	263.071,60	324.916,52	388.020,52	452.408,84	518.107,23	585.141,95	653.539,78	723.328,06	794.534,64	867.187,95

Modelo financiero TIPO 2a

Inversión	-760.435
Prestamo 80%	608.348
Comision de Apertura	-3.042
IVA Instalación	-121.670

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	152.641	151.878	171.550	170.693	170.684	170.676	170.667	170.658	170.650	170.641	170.633	170.624	170.616	170.607	170.599	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	67.220,08	68.221,66	28.382,84	79.770,77	81.362,12	82.985,21	84.640,69	86.329,18	88.051,36	89.807,90	91.599,48	93.426,80	95.290,57	97.192	99.130	
Devolución IVA		121.670		8.034,69												
Cuota Anual de Financiación	-60.768,26	-60.880,03	-60.992,45	-61.105,54	-61.219,30	-61.333,73	-61.448,83	-61.564,62	-61.681,09	-61.798,25	-61.916,11	-62.034,67	-62.153,93	-62.273,89	-62.394,57	
Mantenimiento	-1.159,20	-1.165,00	-1.318,86	-1.331,42	-1.338,08	-1.344,77	-1.351,50	-1.358,25	-1.365,04	-1.371,87	-1.378,73	-1.385,62	-1.392,55	-1.399,51	-1.406,51	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.680,50	-1.714,07	-713,12	-2.004,24	-2.044,22	-2.085,00	-2.126,60	-2.169,02	-2.212,29	-2.256,42	-2.301,44	-2.347,35	-2.394,18	-2.441,94	-2.490,65	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.039,70	-4.085,07	-3.244,01	-4.553,75	-4.606,48	-4.660,08	-4.714,55	-4.769,91	-4.826,18	-4.883,39	-4.941,53	-5.000,65	-5.060,74	-5.121,83	-5.183,95	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	63.180,38	64.136,60	25.138,83	75.217,02	76.755,64	78.325,14	79.926,14	81.559,27	83.225,18	84.924,51	86.657,94	88.426,15	90.229,83	92.069,68	93.946,44	
Amortización Inversión anual	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	
Deducción Fiscal	76,044															
Compensación de Perdidas		-63.558,82	-50.117,91	-75.674,76	-51.153,42	-25.093,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-63.558,82	-50.117,91	-75.674,76	-51.153,42	-25.093,46	2.535,99	29.230,46	30.863,59	32.529,50	34.228,83	35.962,26	37.730,47	39.534,15	41.374,00	43.250,76	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	887,60	10.230,66	10.802,26	11.385,33	11.980,09	12.586,79	13.205,66	13.836,95	14.480,90	15.137,77	
Beneficio de la Sociedad	12.484,70	13.440,92	-25.556,85	24.521,34	26.059,96	26.741,86	18.999,80	20.061,34	21.144,18	22.248,74	23.375,47	24.524,81	25.697,20	26.893,10	28.113,00	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-276.798	2.412,12	124.926,20	-35.853,62	14.111,48	15.536,34	16.103,81	8.246,65	9.192,40	10.158,76	11.146,17	12.155,04	13.185,82	14.238,95	15.314,89	16.414,11
	-274.386,30	-149.460,10	-185.313,72	-171.202,24	-155.665,91	-139.562,09	-131.315,44	-122.123,05	-111.964,28	-100.818,11	-88.663,07	-75.477,26	-61.238,30	-45.923,41	-29.509,31	

TIR* a 25 años **8,76%**
VAN 25 años (4%) **214.207,45 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **339.215,60 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
170.590	170.582	170.573	170.565	170.556	170.548	170.539	170.531	170.522	170.513	170.505	170.496	170.488	170.479	170.471
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
101.108	103.125	105.182	107.280	109.421	111.603	113.830	116.101	118.417	120.779	123.188	125.646	128.152	130.709	133.316
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1.413,54	-1.420,61	-1.427,71	-1.434,85	-1.442,03	-1.449,24	-1.456,48	-1.463,77	-1.471,08	-1.478,44	-1.485,83	-1.493,26	-1.500,73	-1.508,23	-1.515,77
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.540,34	-2.591,01	-2.642,70	-2.695,42	-2.749,19	-2.804,04	-2.859,97	-2.917,03	-2.975,22	-3.034,57	-3.095,11	-3.156,85	-3.219,83	-3.284,06	-3.349,58
-5.247,10	-5.311,31	-5.376,60	-5.442,99	-5.510,50	-5.579,15	-5.648,96	-5.719,96	-5.792,17	-5.865,60	-5.940,30	-6.016,27	-6.093,54	-6.172,14	-6.252,09
95.860,84	97.813,64	99.805,59	101.837,48	103.910,11	106.024,29	108.180,85	110.380,64	112.624,53	114.913,38	117.248,11	119.629,63	122.058,87	124.536,78	127.064,33
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
95.860,84	97.813,64	99.805,59	101.837,48	103.910,11	106.024,29	108.180,85	110.380,64	112.624,53	114.913,38	117.248,11	119.629,63	122.058,87	124.536,78	127.064,33
33.551,30	34.234,77	34.931,96	35.643,12	36.368,54	37.108,50	37.863,30	38.633,23	39.418,58	40.219,68	41.036,84	41.870,37	42.720,60	43.587,87	44.472,52
62.309,55	63.578,86	64.873,63	66.194,36	67.541,57	68.915,79	70.317,55	71.747,42	73.205,94	74.693,70	76.211,27	77.759,26	79.338,26	80.948,90	82.591,82
62.309,55	63.578,86	64.873,63	66.194,36	67.541,57	68.915,79	70.317,55	71.747,42	73.205,94	74.693,70	76.211,27	77.759,26	79.338,26	80.948,90	82.591,82
32.800,24	96.379,10	161.252,73	227.447,09	294.988,66	363.904,45	434.222,00	505.969,42	579.175,36	653.869,06	730.080,34	807.839,60	887.177,86	968.126,76	1.050.718,58

Modelo financiero TIPO 2b

Inversión	-760.435
Prestamo 80%	608.348
Comision de Apertura	-3.042
IVA Instalación	-121.670

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	152.641	151.878	165.539	164.712	164.703	164.695	164.687	164.679	164.670	164.662	164.654	164.646	164.637	164.629	164.621	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	67.220,08	68.221,66	40.355,92	76.975,62	78.511,21	80.077,43	81.674,89	83.304,23	84.966,06	86.661,05	88.389,85	90.153,14	91.951,60	93.786	95.657	
Devolución IVA		121.670		5.678,34												
Cuota Anual de Financiación	-60.768,26	-60.880,03	-60.992,45	-61.105,54	-61.219,30	-61.333,73	-61.448,83	-61.564,62	-61.681,09	-61.798,25	-61.916,11	-62.034,67	-62.153,93	-62.273,89	-62.394,57	
Mantenimiento	-1.159,20	-1.165,00	-1.273,74	-1.331,42	-1.338,08	-1.344,77	-1.351,50	-1.358,25	-1.365,04	-1.371,87	-1.378,73	-1.385,62	-1.392,55	-1.399,51	-1.406,51	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.680,50	-1.714,07	-1.013,94	-1.934,01	-1.972,59	-2.011,95	-2.052,08	-2.093,02	-2.134,77	-2.177,36	-2.220,80	-2.265,10	-2.310,28	-2.356,37	-2.403,38	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.039,70	-4.085,07	-3.499,71	-4.483,53	-4.534,86	-4.587,02	-4.640,03	-4.693,91	-4.748,66	-4.804,32	-4.860,89	-4.918,39	-4.976,85	-5.036,27	-5.096,68	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	63.180,38	64.136,60	36.856,21	72.492,10	73.976,35	75.490,41	77.034,86	78.610,32	80.217,40	81.856,73	83.528,96	85.234,74	86.974,76	88.749,68	90.560,21	
Amortización Inversión anual	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	50,696	
Deducción Fiscal	76,044															
Compensación de Perdidas		-63.558,82	-50.117,91	-63.957,37	-42.160,96	-18.880,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-63.558,82	-50.117,91	-63.957,37	-42.160,96	-18.880,28	5.914,45	26.339,18	27.914,64	29.521,72	31.161,05	32.833,28	34.539,06	36.279,08	38.054,00	39.864,53	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.070,06	9.218,71	9.770,12	10.332,60	10.906,37	11.491,65	12.088,67	12.697,68	13.318,90	13.952,58	
Beneficio de la Sociedad	12.484,70	13.440,92	-13.839,47	21.796,42	23.280,67	22.724,67	17.120,47	18.144,52	19.189,12	20.254,68	21.341,63	22.450,39	23.581,40	24.735,10	25.911,94	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-276.798	2.412,12	124.926,20	-24.136,24	11.386,55	12.757,06	12.086,63	6.367,32	7.275,58	8.203,70	9.152,11	10.121,20	11.111,41	12.123,15	13.156,89	14.213,05
	-274.386,30	-149.460,10	-173.696,34	-162.209,78	-149.452,73	-137.366,10	-130.998,78	-123.723,20	-115.519,50	-106.367,39	-96.246,19	-85.134,79	-73.011,63	-59.854,74	-45.641,69	

TIR* a 25 años **8,45%**
VAN 25 años (4%) **194.712,32 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **327.049,48 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
164.613	164.605	164.596	164.588	164.580	164.572	164.563	164.555	164.547	164.539	164.530	164.522	164.514	164.506	164.498
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
97.565	99.511	101.497	103.521	105.587	107.693	109.841	112.032	114.267	116.547	118.872	121.243	123.662	126.129	128.645
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1.413,54	-1.420,61	-1.427,71	-1.434,85	-1.442,03	-1.449,24	-1.456,48	-1.463,77	-1.471,08	-1.478,44	-1.485,83	-1.493,26	-1.500,73	-1.508,23	-1.515,77
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.451,32	-2.500,23	-2.550,10	-2.600,97	-2.652,86	-2.705,78	-2.759,76	-2.814,82	-2.870,97	-2.928,24	-2.986,66	-3.046,24	-3.107,01	-3.168,99	-3.232,21
-5.158,09	-5.220,52	-5.284,00	-5.348,54	-5.414,17	-5.480,90	-5.548,75	-5.617,75	-5.687,92	-5.759,27	-5.831,84	-5.905,65	-5.980,72	-6.057,07	-6.134,73
92.407,06	94.290,95	96.212,62	98.172,84	100.172,36	102.211,98	104.292,49	106.414,71	108.579,48	110.787,64	113.040,07	115.337,64	117.681,25	120.071,84	122.510,32
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
92.407,06	94.290,95	96.212,62	98.172,84	100.172,36	102.211,98	104.292,49	106.414,71	108.579,48	110.787,64	113.040,07	115.337,64	117.681,25	120.071,84	122.510,32
32.342,47	33.001,83	33.674,42	34.360,49	35.060,33	35.774,19	36.502,37	37.245,15	38.002,82	38.775,68	39.564,02	40.368,17	41.188,44	42.025,14	42.878,61
60.064,59	61.289,12	62.538,21	63.812,34	65.112,03	66.437,79	67.790,12	69.169,56	70.576,66	72.011,97	73.476,04	74.969,46	76.492,81	78.046,69	79.631,71
60.064,59	61.289,12	62.538,21	63.812,34	65.112,03	66.437,79	67.790,12	69.169,56	70.576,66	72.011,97	73.476,04	74.969,46	76.492,81	78.046,69	79.631,71
14.422,89	75.712,01	138.250,22	202.062,56	267.174,59	333.612,38	401.402,50	470.572,06	541.148,73	613.160,70	686.636,74	761.606,20	838.099,02	916.145,71	995.777,42

Modelo financiero TIPO 3

Inversión	-880.218
Prestamo 80%	304.174
Comision de Apertura	-1.521
IVA Instalación	-60.885

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	76.320	75.939	85.775	85.346	85.342	85.338	85.334	85.329	85.325	85.321	85.316	85.312	85.308	85.304	85.299	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	33.610,04	34.110,83	14.175,02	39.885,39	40.681,06	41.492,61	42.320,34	43.164,59	44.025,68	44.903,95	45.799,74	46.713,40	47.645,28	48.596	49.565	
Devolución IVA		60.835		4.019,97												
Cuota Anual de Financiación	-30.384,13	-30.440,01	-30.496,23	-30.552,77	-30.609,65	-30.666,86	-30.724,42	-30.782,31	-30.840,55	-30.899,13	-30.958,06	-31.017,33	-31.076,96	-31.136,95	-31.197,29	
Mantenimiento	-579,60	-582,50	-659,48	-665,71	-669,04	-672,39	-675,75	-679,13	-682,52	-685,93	-689,36	-692,81	-696,28	-699,76	-703,26	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-840,25	-857,03	-356,15	-1.002,12	-1.022,11	-1.042,50	-1.063,30	-1.084,51	-1.106,15	-1.128,21	-1.150,72	-1.173,67	-1.197,09	-1.220,97	-1.245,33	
Mantenimiento Total de la Instalación	-2.619,85	-2.645,53	-2.227,66	-2.885,92	-2.915,33	-2.945,19	-2.975,50	-3.006,27	-3.037,52	-3.069,24	-3.101,45	-3.134,16	-3.167,38	-3.201,11	-3.235,37	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	30.990,19	31.465,30	11.947,36	36.999,46	37.765,73	38.547,42	39.344,84	40.158,32	40.988,17	41.834,71	42.698,29	43.579,24	44.477,91	45.394,65	46.329,83	
Amortización Inversión anual	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	25,348	
Deducción Fiscal	38,022															
Compensación de Perdidas		-32.379,41	-26.261,95	-39.662,43	-28.010,81	-15.592,92	-2.393,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-32.379,41	-26.261,95	-39.662,43	-28.010,81	-15.592,92	-2.393,34	11.603,66	14.810,48	15.640,33	16.486,87	17.350,45	18.231,40	19.130,07	20.046,81	20.981,99	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.061,28	5.183,67	5.474,11	5.770,40	6.072,66	6.380,99	6.695,52	7.016,38	7.343,70	
Beneficio de la Sociedad	5.642,35	6.117,46	-13.400,48	11.651,62	12.417,89	13.199,58	9.935,72	9.626,81	10.166,21	10.716,47	11.277,79	11.850,41	12.434,54	13.030,43	13.638,29	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-138.399	606,06	61.860,10	-18.548,87	6.446,69	7.156,08	7.880,55	4.559,15	4.192,34	4.673,51	5.165,18	5.667,58	6.180,92	6.705,42	7.241,32	7.788,85
	-137.793,15	-75.933,05	-94.481,91	-88.035,22	-80.879,14	-72.968,59	-68.439,44	-64.247,10	-59.573,59	-54.408,41	-48.740,84	-42.559,92	-35.854,50	-28.613,18	-20.824,33	

TIR* a 25 años **8,47%**
VAN 25 años (4%) **100.806,67 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **167.698,41 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) **sería 5 veces mayor**

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
85.295	85.291	85.287	85.282	85.278	85.274	85.270	85.265	85.261	85.257	85.252	85.248	85.244	85.240	85.235
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
50.554	51.562	52.591	53.640	54.710	55.802	56.915	58.050	59.208	60.389	61.594	62.823	64.076	65.354	66.658
0,00														
-706,77	-710,31	-713,86	-717,43	-721,01	-724,62	-728,24	-731,88	-735,54	-739,22	-742,92	-746,63	-750,36	-754,12	-757,89
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-1.270,17	-1.295,51	-1.321,35	-1.347,71	-1.374,60	-1.402,02	-1.429,99	-1.458,51	-1.487,61	-1.517,29	-1.547,55	-1.578,43	-1.609,91	-1.642,03	-1.674,79
-3.270,16	-3.305,50	-3.341,39	-3.377,85	-3.414,89	-3.452,51	-3.490,73	-3.529,56	-3.569,01	-3.609,10	-3.649,83	-3.691,21	-3.733,26	-3.775,99	-3.819,42
47.283,81	48.256,98	49.249,70	50.262,38	51.295,41	52.349,21	53.424,17	54.520,74	55.639,33	56.780,40	57.944,38	59.131,74	60.342,94	61.578,46	62.838,79
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47.283,81	48.256,98	49.249,70	50.262,38	51.295,41	52.349,21	53.424,17	54.520,74	55.639,33	56.780,40	57.944,38	59.131,74	60.342,94	61.578,46	62.838,79
16.549,33	16.889,94	17.237,40	17.591,83	17.953,39	18.322,22	18.698,46	19.082,26	19.473,77	19.873,14	20.280,53	20.696,11	21.120,03	21.552,46	21.993,58
30.734,48	31.367,03	32.012,31	32.670,55	33.342,02	34.026,98	34.725,71	35.438,48	36.165,57	36.907,26	37.663,85	38.435,63	39.222,91	40.026,00	40.845,22
30.734,48	31.367,03	32.012,31	32.670,55	33.342,02	34.026,98	34.725,71	35.438,48	36.165,57	36.907,26	37.663,85	38.435,63	39.222,91	40.026,00	40.845,22
9.910,15	41.277,18	73.289,49	105.960,03	139.302,05	173.329,04	208.054,75	243.493,23	279.658,79	316.566,05	354.229,90	392.665,53	431.888,44	471.914,44	512.759,66

Modelo financiero TIPO 4a

Inversión	-217.267
Prestamo 80%	173.814
Comision de Apertura	-869
IVA Instalación	-34.763

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	43.612	43.394	53.393	53.126	53.123	53.120	53.118	53.115	53.112	53.110	53.107	53.105	53.102	53.099	53.097	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	19.205,74	19.491,90	-661,73	24.827,57	25.322,85	25.828,02	26.343,26	26.868,79	27.404,79	27.951,49	28.509,09	29.077,82	29.657,89	30.250	30.853	
Devolución IVA		34.763		4.019,97												
Cuota Anual de Financiación	-17.362,36	-17.394,29	-17.426,41	-17.458,73	-17.491,23	-17.523,92	-17.556,81	-17.589,89	-17.623,17	-17.656,64	-17.690,32	-17.724,19	-17.758,26	-17.792,54	-17.827,02	
Mantenimiento	-331,20	-332,86	-409,84	-416,07	-418,15	-420,24	-422,34	-424,45	-426,58	-428,71	-430,85	-433,01	-435,17	-437,35	-439,53	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-480,14	-489,73	16,63	-623,79	-636,24	-648,93	-661,87	-675,08	-688,55	-702,28	-716,29	-730,58	-745,15	-760,02	-775,18	
Mantenimiento Total de la Instalación	-2.011,34	-2.028,59	-1.605,24	-2.257,95	-2.278,57	-2.299,47	-2.320,67	-2.342,17	-2.363,97	-2.386,08	-2.408,51	-2.431,26	-2.454,34	-2.477,75	-2.501,50	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	17.194,39	17.463,31	-2.266,97	22.569,62	23.044,29	23.528,55	24.022,59	24.526,62	25.040,82	25.565,41	26.100,58	26.646,56	27.203,55	27.771,79	28.351,49	
Amortización Inversión anual	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	
Deducción Fiscal	21,727															
Compensación de Perdidas		-19.016,81	-16.037,97	-32.789,43	-24.704,29	-16.144,48	-7.100,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-19.016,81	-16.037,97	-32.789,43	-24.704,29	-16.144,48	-7.100,41	2.437,70	10.042,14	10.556,34	11.080,93	11.616,10	12.162,08	12.719,07	13.287,31	13.867,01	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	853,20	3.514,75	3.694,72	3.878,32	4.065,64	4.256,73	4.451,68	4.650,56	4.853,45	
Beneficio de la Sociedad	2.709,91	2.978,83	-16.751,45	8.085,14	8.559,81	9.044,07	8.684,92	6.527,39	6.861,62	7.202,60	7.550,47	7.905,35	8.267,40	8.636,75	9.013,55	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-79.085	-167,97	34.831,77	-19.693,39	5.110,89	5.553,06	6.004,63	5.612,59	3.421,98	3.722,93	4.030,44	4.344,63	4.665,64	4.993,61	5.328,69	5.671,01
	-79.253,23	-44.421,46	-64.114,84	-59.003,95	-53.450,89	-47.446,27	-41.833,68	-38.411,70	-34.688,77	-30.658,33	-26.313,70	-21.648,06	-16.654,44	-11.325,75	-5.654,74	

TIR* a 25 años 8,77%
VAN 25 años (4%) 66.052,32 €
Valor Residual en el año 25 del proyecto 102.940,74 € *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
53.094	53.091	53.089	53.086	53.083	53.081	53.078	53.075	53.073	53.070	53.067	53.065	53.062	53.059	53.057
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
31.468	32.096	32.737	33.390	34.056	34.735	35.428	36.135	36.856	37.591	38.341	39.106	39.886	40.681	41.493
0,00														
-441,73	-443,94	-446,16	-448,39	-450,63	-452,89	-455,15	-457,43	-459,71	-462,01	-464,32	-466,64	-468,98	-471,32	-473,68
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-790,65	-806,42	-822,51	-838,91	-855,65	-872,72	-890,13	-907,89	-926,00	-944,47	-963,31	-982,53	-1.002,13	-1.022,12	-1.042,51
-2.525,60	-2.550,04	-2.574,85	-2.600,02	-2.625,56	-2.651,48	-2.677,78	-2.704,48	-2.731,57	-2.759,07	-2.786,99	-2.815,32	-2.844,09	-2.873,29	-2.902,94
28.942,88	29.546,19	30.161,68	30.789,57	31.430,12	32.083,57	32.750,20	33.430,26	34.124,01	34.831,75	35.553,73	36.290,25	37.041,61	37.808,09	38.589,99
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
28.942,88	29.546,19	30.161,68	30.789,57	31.430,12	32.083,57	32.750,20	33.430,26	34.124,01	34.831,75	35.553,73	36.290,25	37.041,61	37.808,09	38.589,99
10.130,01	10.341,17	10.556,59	10.776,35	11.000,54	11.229,25	11.462,57	11.700,59	11.943,41	12.191,11	12.443,81	12.701,59	12.964,56	13.232,83	13.506,50
18.812,87	19.205,03	19.605,09	20.013,22	20.429,58	20.854,32	21.287,63	21.729,67	22.180,61	22.640,64	23.109,93	23.588,67	24.077,04	24.575,26	25.083,50
18.812,87	19.205,03	19.605,09	20.013,22	20.429,58	20.854,32	21.287,63	21.729,67	22.180,61	22.640,64	23.109,93	23.588,67	24.077,04	24.575,26	25.083,50
13.158,13	32.363,16	51.968,25	71.981,47	92.411,04	113.265,37	134.553,00	156.282,66	178.463,27	201.103,91	224.213,83	247.802,50	271.879,54	296.454,80	321.538,29

Modelo financiero TIPO 4b

Inversión	-217.267
Prestamo 80%	173.814
Comision de Apertura	-869
IVA Instalación	-34.763

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	43.612	43.394	50.208	49.957	49.955	49.952	49.950	49.947	49.945	49.942	49.940	49.937	49.935	49.932	49.930	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	19.205,74	19.491,90	4.636,09	23.346,85	23.812,60	24.287,63	24.772,15	25.266,33	25.770,37	26.284,46	26.808,81	27.343,62	27.889,09	28.445	29.013	
Devolución IVA		34.763		2.938,88												
Cuota Anual de Financiación	-17.362,36	-17.394,29	-17.426,41	-17.458,73	-17.491,23	-17.523,92	-17.556,81	-17.589,89	-17.623,17	-17.656,64	-17.690,32	-17.724,19	-17.758,26	-17.792,54	-17.827,02	
Mantenimiento	-331,20	-332,86	-389,14	-416,07	-418,15	-420,24	-422,34	-424,45	-426,58	-428,71	-430,85	-433,01	-435,17	-437,35	-439,53	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-480,14	-489,73	-116,48	-586,59	-598,29	-610,23	-622,40	-634,82	-647,48	-660,40	-673,57	-687,01	-700,71	-714,69	-728,95	
Mantenimiento Total de la Instalación	-2.011,34	-2.028,59	-1.717,65	-2.220,75	-2.240,62	-2.260,77	-2.281,20	-2.301,91	-2.322,91	-2.344,20	-2.365,79	-2.387,69	-2.409,90	-2.432,42	-2.455,27	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	17.194,39	17.463,31	2.918,44	21.126,10	21.571,97	22.026,86	22.490,95	22.964,42	23.447,46	23.940,26	24.443,02	24.955,93	25.479,19	26.013,03	26.557,64	
Amortización Inversión anual	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	14,484	
Deducción Fiscal	21,727															
Compensación de Perdidas		-19.016,81	-16.037,97	-27.604,01	-20.962,39	-13.874,90	-6.332,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-19.016,81	-16.037,97	-27.604,01	-20.962,39	-13.874,90	-6.332,51	1.673,96	8.479,94	8.962,98	9.455,78	9.958,54	10.471,45	10.994,71	11.528,55	12.073,16	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	585,89	2.967,98	3.137,04	3.309,52	3.485,49	3.665,01	3.848,15	4.034,99	4.225,61	
Beneficio de la Sociedad	2.709,91	2.978,83	-11.566,04	6.641,62	7.087,49	7.542,38	7.420,59	5.511,96	5.825,94	6.146,26	6.473,05	6.806,44	7.146,56	7.493,56	7.847,56	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-79.085	-167,97	34.831,77	-14.507,97	3.667,37	4.080,75	4.502,94	4.348,26	2.406,55	2.687,25	2.974,09	3.267,21	3.566,73	3.872,78	4.185,50	4.505,02
	-79.253,23	-44.421,46	-58.929,43	-55.262,06	-51.181,31	-46.678,37	-42.330,11	-39.923,56	-37.236,31	-34.262,22	-30.995,01	-27.428,28	-23.555,50	-19.370,00	-14.864,98	

TIR* a 25 años 8,16%
VAN 25 años (4%) 55.131,03 €
Valor Residual en el año 25 del proyecto 96.495,79 € *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
49.927	49.925	49.922	49.920	49.917	49.915	49.912	49.910	49.907	49.905	49.902	49.900	49.897	49.895	49.892
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
29.592	30.182	30.784	31.398	32.025	32.663	33.315	33.980	34.658	35.349	36.054	36.773	37.507	38.255	39.018
0,00														
-441,73	-443,94	-446,16	-448,39	-450,63	-452,89	-455,15	-457,43	-459,71	-462,01	-464,32	-466,64	-468,98	-471,32	-473,68
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-743,49	-758,32	-773,45	-788,88	-804,62	-820,67	-837,04	-853,74	-870,77	-888,14	-905,86	-923,93	-942,36	-961,16	-980,33
-2.478,44	-2.501,95	-2.525,80	-2.549,99	-2.574,53	-2.599,43	-2.624,70	-2.650,33	-2.676,35	-2.702,75	-2.729,54	-2.756,73	-2.784,32	-2.812,33	-2.840,76
27.113,25	27.680,07	28.258,32	28.848,24	29.450,06	30.064,02	30.690,36	31.329,32	31.981,17	32.646,15	33.324,54	34.016,59	34.722,59	35.442,80	36.177,52
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
27.113,25	27.680,07	28.258,32	28.848,24	29.450,06	30.064,02	30.690,36	31.329,32	31.981,17	32.646,15	33.324,54	34.016,59	34.722,59	35.442,80	36.177,52
9.489,64	9.688,02	9.890,41	10.096,88	10.307,52	10.522,41	10.741,63	10.965,26	11.193,41	11.426,15	11.663,59	11.905,81	12.152,91	12.404,98	12.662,13
17.623,61	17.992,04	18.367,91	18.751,36	19.142,54	19.541,61	19.948,73	20.364,06	20.787,76	21.220,00	21.660,95	22.110,78	22.569,68	23.037,82	23.515,39
17.623,61	17.992,04	18.367,91	18.751,36	19.142,54	19.541,61	19.948,73	20.364,06	20.787,76	21.220,00	21.660,95	22.110,78	22.569,68	23.037,82	23.515,39
2.758,63	20.750,67	39.118,58	57.869,93	77.012,47	96.554,09	116.502,82	136.866,88	157.654,64	178.874,64	200.535,59	222.646,37	245.216,05	268.253,88	291.769,27

Modelo financiero TIPO 5

Inversión	-914.464
Prestamo 80%	731.571
Comision de Apertura	-3.658
IVA Instalación	-146.314

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	194.923	193.948	192.979	192.014	192.004	191.995	191.985	191.975	191.966	191.956	191.947	191.937	191.927	191.918	191.908	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	85.840,37	87.119,39	88.417,47	89.734,89	91.525,01	93.350,84	95.213,10	97.112,51	99.049,80	101.025,75	103.041,11	105.096,68	107.193,25	109.332	111.513	
Devolución IVA		146.314		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-73.077,09	-73.211,49	-73.346,69	-73.482,68	-73.619,48	-73.757,09	-73.895,51	-74.034,75	-74.174,81	-74.315,71	-74.457,43	-74.600,00	-74.743,42	-74.887,69	-75.032,81	
Mantenimiento	-1.672,80	-1.681,16	-1.681,16	-1.681,16	-1.689,57	-1.698,02	-1.706,51	-1.715,04	-1.723,62	-1.732,23	-1.740,89	-1.749,60	-1.758,35	-1.767,14	-1.775,97	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-2.146,01	-2.188,87	-2.221,49	-2.254,59	-2.299,57	-2.345,44	-2.392,23	-2.439,95	-2.488,63	-2.538,27	-2.588,91	-2.640,55	-2.693,23	-2.746,96	-2.801,76	
Mantenimiento Total de la Instalación	-5.018,81	-5.076,04	-5.114,68	-5.153,84	-5.213,32	-5.273,76	-5.335,19	-5.397,63	-5.461,09	-5.525,60	-5.591,17	-5.657,83	-5.725,59	-5.794,48	-5.864,52	
Beneficio Antes Impuestos y amortizacion	80.821,56	82.043,35	83.302,79	84.581,05	86.311,69	88.077,08	89.877,91	91.714,88	93.588,71	95.500,15	97.449,94	99.438,85	101.467,66	103.537,17	105.648,19	
Amortización Inversión anual	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	60.964	
Deducción Fiscal	91.446															
Compensación de Perdidas		-71.589,11	-50.510,02	-28.171,50	-4.554,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-71.589,11	-50.510,02	-28.171,50	-4.554,72	20.792,70	27.112,82	28.913,64	30.750,61	32.624,45	34.535,88	36.485,67	38.474,58	40.503,39	42.572,90	44.683,92	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	7.277,45	9.489,49	10.119,77	10.762,71	11.418,56	12.087,56	12.769,99	13.466,10	14.176,19	14.900,52	15.639,37	
Beneficio de la Sociedad	19.857,29	21.079,08	22.338,52	23.616,78	18.069,98	17.623,33	18.793,87	19.987,90	21.205,89	22.448,32	23.715,69	25.008,48	26.327,21	27.672,39	29.044,55	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-332.865	7.744,47	155.146,10	9.956,10	11.098,37	5.414,77	4.830,51	5.862,63	6.917,42	7.995,34	9.096,88	10.222,52	11.372,74	12.548,05	13.748,97	14.976,01
	-325.120,42	-169.974,32	-160.018,22	-148.919,86	-143.505,09	-138.674,58	-132.811,95	-125.894,53	-117.899,19	-108.802,30	-98.579,78	-87.207,04	-74.658,99	-60.910,02	-45.934,02	

TIR* a 25 años **8,84%**
VAN 25 años (4%) **237.795,62 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **381.488,73 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
191.899	191.889	191.879	191.870	191.860	191.851	191.841	191.831	191.822	191.812	191.803	191.793	191.783	191.774	191.764
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
113.737	116.006	118.320	120.681	123.088	125.544	128.048	130.603	133.208	135.865	138.576	141.340	144.160	147.036	149.969
0,00														
-1.784,85	-1.793,78	-1.802,75	-1.811,76	-1.820,82	-1.829,92	-1.839,07	-1.848,27	-1.857,51	-1.866,80	-1.876,13	-1.885,51	-1.894,94	-1.904,42	-1.913,94
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.857,65	-2.914,66	-2.972,80	-3.032,11	-3.092,59	-3.154,29	-3.217,21	-3.281,39	-3.346,85	-3.413,62	-3.481,72	-3.551,17	-3.622,02	-3.694,27	-3.767,97
-5.935,72	-6.008,12	-6.081,73	-6.156,58	-6.232,69	-6.310,09	-6.388,79	-6.468,83	-6.550,23	-6.633,01	-6.717,20	-6.802,84	-6.889,94	-6.978,53	-7.068,65
107.801,55	109.998,10	112.238,69	114.524,22	116.855,57	119.233,66	121.659,43	124.133,83	126.657,82	129.232,41	131.858,59	134.537,40	137.269,90	140.057,15	142.900,25
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
107.801,55	109.998,10	112.238,69	114.524,22	116.855,57	119.233,66	121.659,43	124.133,83	126.657,82	129.232,41	131.858,59	134.537,40	137.269,90	140.057,15	142.900,25
37.730,54	38.499,33	39.283,54	40.083,48	40.899,45	41.731,78	42.580,80	43.446,84	44.330,24	45.231,34	46.150,51	47.088,09	48.044,46	49.020,00	50.015,09
70.071,01	71.498,76	72.955,15	74.440,74	75.956,12	77.501,88	79.078,63	80.686,99	82.327,58	84.001,06	85.708,08	87.449,31	89.225,43	91.037,15	92.885,16
70.071,01	71.498,76	72.955,15	74.440,74	75.956,12	77.501,88	79.078,63	80.686,99	82.327,58	84.001,06	85.708,08	87.449,31	89.225,43	91.037,15	92.885,16
24.136,99	95.635,75	168.590,90	243.031,65	318.987,77	396.489,65	475.568,28	556.255,27	638.582,85	722.583,91	808.292,00	895.741,31	984.966,74	1.076.003,89	1.168.889,05

Modelo financiero TIPO 6

Inversión	-914.464
Prestamo 80%	731.571
Comision de Apertura	-3.658
IVA Instalación	-146.314

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	194.088	193.117	192.152	191.191	191.181	191.172	191.162	191.153	191.143	191.133	191.124	191.114	191.105	191.095	191.086	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	85.472,48	86.746,02	88.038,54	89.350,31	91.132,76	92.950,77	94.805,04	96.696,31	98.625,30	100.592,78	102.599,50	104.646,26	106.733,85	108.863	111.035	
Devolución IVA		146.314		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-73.077,09	-73.211,49	-73.346,69	-73.482,68	-73.619,48	-73.757,09	-73.895,51	-74.034,75	-74.174,81	-74.315,71	-74.457,43	-74.600,00	-74.743,42	-74.887,69	-75.032,81	
Mantenimiento	-1.672,80	-1.681,16	-1.681,16	-1.681,16	-1.689,57	-1.698,02	-1.706,51	-1.715,04	-1.723,62	-1.732,23	-1.740,89	-1.749,60	-1.758,35	-1.767,14	-1.775,97	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-2.136,81	-2.179,49	-2.211,97	-2.244,93	-2.289,71	-2.335,39	-2.381,98	-2.429,49	-2.477,96	-2.527,39	-2.577,81	-2.629,24	-2.681,69	-2.735,18	-2.789,75	
Mantenimiento Total de la Instalación	-5.009,61	-5.066,66	-5.105,16	-5.144,18	-5.203,46	-5.263,71	-5.324,94	-5.387,17	-5.450,42	-5.514,72	-5.580,08	-5.646,51	-5.714,05	-5.782,71	-5.852,51	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	80.462,87	81.679,36	82.933,37	84.206,13	85.929,30	87.687,06	89.480,11	91.309,14	93.174,88	95.078,06	97.019,43	98.999,75	101.019,80	103.080,38	105.182,28	
Amortización Inversión anual	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	60,964	
Deducción Fiscal	91,446															
Compensación de Perdidas		-71.947,80	-51.232,70	-29.263,59	-6.021,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-71.947,80	-51.232,70	-29.263,59	-6.021,73	18.943,30	26.722,79	28.515,84	30.344,87	32.210,61	34.113,79	36.055,16	38.035,48	40.055,54	42.116,11	44.218,02	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	6.630,16	9.352,98	9.980,54	10.620,71	11.273,71	11.939,83	12.619,31	13.312,42	14.019,44	14.740,64	15.476,31	
Beneficio de la Sociedad	19.498,60	20.715,10	21.969,11	23.241,86	18.334,88	17.369,82	18.535,30	19.724,17	20.936,90	22.173,97	23.435,86	24.723,06	26.036,10	27.375,47	28.741,71	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-332.865	7.385,78	154.782,11	9.586,69	10.723,45	5.679,66	4.577,00	5.604,06	6.653,69	7.726,35	8.822,53	9.942,69	11.087,33	12.256,94	13.452,05	14.673,17
	-325.479,11	-170.697,00	-161.110,31	-150.386,86	-144.707,20	-140.130,20	-134.526,14	-127.872,46	-120.146,11	-111.323,58	-101.380,89	-90.293,56	-78.036,62	-64.584,57	-49.911,40	

TIR* a 25 años **8,75%**
VAN 25 años (4%) **233.503,19 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **379.814,82 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) **sería 5 veces mayor**

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
191.076	191.067	191.057	191.047	191.038	191.028	191.019	191.009	191.000	190.990	190.981	190.971	190.961	190.952	190.942
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
113.250	115.509	117.813	120.164	122.561	125.006	127.499	130.043	132.637	135.283	137.982	140.734	143.542	146.406	149.326
0,00														
-1.784,85	-1.793,78	-1.802,75	-1.811,76	-1.820,82	-1.829,92	-1.839,07	-1.848,27	-1.857,51	-1.866,80	-1.876,13	-1.885,51	-1.894,94	-1.904,42	-1.913,94
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.845,40	-2.902,16	-2.960,06	-3.019,11	-3.079,34	-3.140,77	-3.203,42	-3.267,33	-3.332,51	-3.398,99	-3.466,80	-3.535,95	-3.606,49	-3.678,44	-3.751,82
-5.923,48	-5.995,63	-6.068,99	-6.143,59	-6.219,44	-6.296,57	-6.375,00	-6.454,76	-6.535,88	-6.618,38	-6.702,28	-6.787,62	-6.874,42	-6.962,70	-7.052,50
107.326,35	109.513,42	111.744,35	114.020,01	116.341,30	118.709,14	121.124,44	123.588,16	126.101,27	128.664,76	131.279,62	133.946,88	136.667,59	139.442,83	142.273,67
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
107.326,35	109.513,42	111.744,35	114.020,01	116.341,30	118.709,14	121.124,44	123.588,16	126.101,27	128.664,76	131.279,62	133.946,88	136.667,59	139.442,83	142.273,67
37.564,22	38.329,70	39.110,52	39.907,00	40.719,46	41.548,20	42.393,55	43.255,86	44.135,45	45.032,66	45.947,87	46.881,41	47.833,66	48.804,99	49.795,78
69.762,13	71.183,72	72.633,83	74.113,01	75.621,85	77.160,94	78.730,89	80.332,31	81.965,83	83.632,09	85.331,75	87.065,47	88.833,94	90.637,84	92.477,89
69.762,13	71.183,72	72.633,83	74.113,01	75.621,85	77.160,94	78.730,89	80.332,31	81.965,83	83.632,09	85.331,75	87.065,47	88.833,94	90.637,84	92.477,89
19.850,73	91.034,45	163.668,28	237.781,28	313.403,13	390.564,07	469.294,96	549.627,26	631.593,09	715.225,18	800.556,93	887.622,40	976.456,34	1.067.094,18	1.159.572,06

Modelo financiero TIPO 7

Inversión	-753.984
Prestamo 80%	603.187
Comision de Apertura	-3.016
IVA Instalación	-120.637

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	168.848	168.004	167.164	166.328	166.320	166.312	166.303	166.295	166.287	166.278	166.270	166.262	166.253	166.245	166.237	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	74.357,62	75.465,55	76.589,98	77.731,17	79.281,83	80.863,43	82.476,57	84.121,90	85.800,04	87.511,67	89.257,44	91.038,03	92.854,15	94.707	96.596	
Devolución IVA		120.637		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-60.252,73	-60.363,55	-60.475,02	-60.587,15	-60.699,94	-60.813,40	-60.927,53	-61.042,33	-61.157,82	-61.273,98	-61.390,84	-61.508,39	-61.626,64	-61.745,59	-61.865,24	
Mantenimiento	-1.122,00	-1.127,61	-1.127,61	-1.127,61	-1.133,25	-1.138,91	-1.144,61	-1.150,33	-1.156,08	-1.161,86	-1.167,67	-1.173,51	-1.179,38	-1.185,28	-1.191,20	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.858,94	-1.896,07	-1.924,32	-1.953,00	-1.991,96	-2.031,69	-2.072,22	-2.113,56	-2.155,73	-2.198,73	-2.242,59	-2.287,33	-2.332,96	-2.379,50	-2.426,97	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.180,94	-4.229,68	-4.263,96	-4.298,70	-4.349,38	-4.400,91	-4.453,29	-4.506,53	-4.560,66	-4.615,69	-4.671,63	-4.728,52	-4.786,35	-4.845,16	-4.904,96	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	70.176,68	71.235,86	72.326,02	73.432,48	74.932,45	76.462,52	78.023,28	79.615,37	81.239,38	82.895,98	84.585,80	86.309,52	88.067,80	89.861,34	91.690,84	
Amortización Inversión anual	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	50.266	
Deducción Fiscal	75.398															
Compensación de Perdidas		-55.487,32	-34.517,06	-12.456,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-55.487,32	-34.517,06	-12.456,64	10.710,24	24.666,85	26.196,92	27.757,68	29.349,77	30.973,78	32.630,38	34.320,20	36.043,92	37.802,20	39.595,74	41.425,24	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	3.748,58	8.633,40	9.168,92	9.715,19	10.272,42	10.840,82	11.420,63	12.012,07	12.615,37	13.230,77	13.858,51	14.498,83	
Beneficio de la Sociedad	19.911,08	20.970,26	22.060,42	19.418,29	16.033,45	17.028,00	18.042,49	19.077,35	20.132,96	21.209,75	22.308,13	23.428,55	24.571,43	25.737,23	26.926,41	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-274.450	9.923,94	131.509,76	11.851,00	9.096,75	5.599,11	6.480,20	7.380,57	8.300,62	9.240,74	10.201,36	11.182,89	12.185,75	13.210,39	14.257,24	15.326,76
	-264.526,23	-133.016,48	-121.165,48	-112.068,73	-106.469,62	-99.989,42	-92.608,85	-84.308,23	-75.067,49	-64.866,13	-53.683,24	-41.497,48	-28.287,09	-14.029,85	1.296,92	

TIR* a 25 años **9,86%**
VAN 25 años (4%) **238.195,60 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **330.977,05 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
166.229	166.220	166.212	166.204	166.195	166.187	166.179	166.170	166.162	166.154	166.145	166.137	166.129	166.121	166.112
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
98.523	100.488	102.493	104.537	106.623	108.750	110.919	113.132	115.389	117.691	120.039	122.433	124.876	127.367	129.908
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1.197,16	-1.203,14	-1.209,16	-1.215,21	-1.221,28	-1.227,39	-1.233,53	-1.239,69	-1.245,89	-1.252,12	-1.258,38	-1.264,67	-1.271,00	-1.277,35	-1.283,74
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.475,39	-2.524,77	-2.575,13	-2.626,50	-2.678,90	-2.732,34	-2.786,85	-2.842,44	-2.899,15	-2.956,98	-3.015,97	-3.076,14	-3.137,50	-3.200,09	-3.263,93
-4.965,76	-5.027,60	-5.090,48	-5.154,43	-5.219,46	-5.285,60	-5.352,88	-5.421,30	-5.490,90	-5.561,70	-5.633,71	-5.706,96	-5.781,48	-5.857,29	-5.934,42
93.557,03	95.460,62	97.402,38	99.383,07	101.403,45	103.464,32	105.566,50	107.710,81	109.898,08	112.129,18	114.404,99	116.726,38	119.094,29	121.509,62	123.973,34
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
93.557,03	95.460,62	97.402,38	99.383,07	101.403,45	103.464,32	105.566,50	107.710,81	109.898,08	112.129,18	114.404,99	116.726,38	119.094,29	121.509,62	123.973,34
32.744,96	33.411,22	34.090,83	34.784,07	35.491,21	36.212,51	36.948,28	37.698,78	38.464,33	39.245,21	40.041,75	40.854,23	41.683,00	42.528,37	43.390,67
60.812,07	62.049,41	63.311,55	64.598,99	65.912,24	67.251,81	68.618,23	70.012,03	71.433,75	72.883,97	74.363,24	75.872,15	77.411,29	78.981,26	80.582,67
60.812,07	62.049,41	63.311,55	64.598,99	65.912,24	67.251,81	68.618,23	70.012,03	71.433,75	72.883,97	74.363,24	75.872,15	77.411,29	78.981,26	80.582,67
62.108,98	124.158,39	187.469,94	252.068,93	317.981,17	385.232,98	453.851,21	523.863,24	595.296,99	668.180,96	742.544,20	818.416,35	895.827,64	974.808,89	1.055.391,57

Modelo financiero TIPO 8

Inversión	-734.982
Prestamo 80%	587.986
Comision de Apertura	-2.940
IVA Instalación	-117.597

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	147.532	146.794	146.060	145.330	145.322	145.315	145.308	145.301	145.293	145.286	145.279	145.272	145.264	145.257	145.250	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	64.970,13	65.938,19	66.920,67	67.917,79	69.272,68	70.654,60	72.064,09	73.501,69	74.967,98	76.463,51	77.988,89	79.544,69	81.131,52	82.750	84.401	
Devolución IVA		117.597		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-58.734,27	-58.842,29	-58.950,95	-59.060,25	-59.170,20	-59.280,80	-59.392,06	-59.503,97	-59.616,54	-59.729,78	-59.843,69	-59.958,28	-60.073,55	-60.189,50	-60.306,14	
Mantenimiento	-1.120,40	-1.126,00	-1.126,00	-1.126,00	-1.131,63	-1.137,29	-1.142,98	-1.148,69	-1.154,43	-1.160,21	-1.166,01	-1.171,84	-1.177,70	-1.183,59	-1.189,50	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.624,25	-1.656,70	-1.681,38	-1.706,43	-1.740,48	-1.775,20	-1.810,61	-1.846,73	-1.883,57	-1.921,15	-1.959,47	-1.998,56	-2.038,43	-2.079,09	-2.120,57	
Mantenimiento Total de la Instalación	-3.944,65	-3.988,70	-4.019,41	-4.050,53	-4.096,29	-4.142,79	-4.190,04	-4.238,06	-4.286,85	-4.336,45	-4.386,85	-4.438,07	-4.490,14	-4.543,06	-4.596,86	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	61.025,48	61.949,49	62.901,25	63.867,26	65.176,39	66.511,81	67.874,05	69.263,64	70.681,12	72.127,07	73.602,04	75.106,61	76.641,38	78.206,95	79.803,94	
Amortización Inversión anual	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	48.999	
Deducción Fiscal	73.498															
Compensación de Perdidas		-61.471,59	-48.520,92	-34.618,50	-19.750,06	-3.572,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-61.471,59	-48.520,92	-34.618,50	-19.750,06	-3.572,50	13.940,48	18.875,22	20.264,81	21.682,30	23.128,24	24.603,21	26.107,79	27.642,56	29.208,13	30.805,11	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.879,17	6.606,33	7.092,68	7.588,80	8.094,88	8.611,12	9.137,72	9.674,89	10.222,84	10.781,79	
Beneficio de la Sociedad	12.026,65	12.950,66	13.902,43	14.868,43	16.177,56	12.633,81	12.268,89	13.172,13	14.093,49	15.033,36	15.992,09	16.970,06	17.967,66	18.985,28	20.023,32	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-267.534	2.291,21	120.704,38	3.950,30	4.807,00	6.006,19	2.351,84	1.875,66	2.666,99	3.475,78	4.302,40	5.147,22	6.010,61	6.892,94	7.794,61	8.716,01
	-265.242,38	-144.538,00	-140.587,70	-135.780,69	-129.774,51	-127.422,67	-125.547,00	-122.880,02	-119.404,24	-115.101,84	-109.954,62	-103.944,01	-97.051,07	-89.256,46	-80.540,46	

TIR* a 25 años **7,65%**
VAN 25 años (4%) **144.014,90 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **288.268,56 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
145.243	145.235	145.228	145.221	145.213	145.206	145.199	145.192	145.184	145.177	145.170	145.163	145.155	145.148	145.141
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
86.085	87.802	89.553	91.340	93.162	95.020	96.916	98.849	100.821	102.833	104.884	106.976	109.110	111.287	113.507
0,00	0,00	0,00	0,00											
-1.195,45	-1.201,43	-1.207,44	-1.213,47	-1.219,54	-1.225,64	-1.231,77	-1.237,93	-1.244,11	-1.250,34	-1.256,59	-1.262,87	-1.269,18	-1.275,53	-1.281,91
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.162,87	-2.206,02	-2.250,03	-2.294,91	-2.340,70	-2.387,39	-2.435,02	-2.483,59	-2.533,14	-2.583,67	-2.635,21	-2.687,78	-2.741,40	-2.796,09	-2.851,87
-4.651,54	-4.707,13	-4.763,65	-4.821,10	-4.879,51	-4.938,90	-4.999,29	-5.060,68	-5.123,11	-5.186,60	-5.251,15	-5.316,80	-5.383,57	-5.451,47	-5.520,52
81.432,96	83.094,67	84.789,72	86.518,76	88.282,49	90.081,59	91.916,77	93.788,75	95.698,27	97.646,07	99.632,92	101.659,61	103.726,91	105.835,66	107.986,67
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81.432,96	83.094,67	84.789,72	86.518,76	88.282,49	90.081,59	91.916,77	93.788,75	95.698,27	97.646,07	99.632,92	101.659,61	103.726,91	105.835,66	107.986,67
28.501,54	29.083,14	29.676,40	30.281,57	30.898,87	31.528,56	32.170,87	32.826,06	33.494,39	34.176,12	34.871,52	35.580,86	36.304,42	37.042,48	37.795,34
52.931,43	54.011,54	55.113,32	56.237,20	57.383,62	58.553,03	59.745,90	60.962,69	62.203,87	63.469,95	64.761,40	66.078,74	67.422,49	68.793,18	70.191,34
52.931,43	54.011,54	55.113,32	56.237,20	57.383,62	58.553,03	59.745,90	60.962,69	62.203,87	63.469,95	64.761,40	66.078,74	67.422,49	68.793,18	70.191,34
-27.609,03	26.402,51	81.515,82	137.753,02	195.136,64	253.689,67	313.435,57	374.398,26	436.602,14	500.072,08	564.833,48	630.912,23	698.334,72	767.127,90	837.319,24

Modelo financiero TIPO 9

Inversión	-1.188.534
Prestamo 80%	950.827
Comision de Apertura	-4.754
IVA Instalación	-190.165

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	245.552	244.324	243.102	241.887	241.875	241.863	241.851	241.838	241.826	241.814	241.802	241.790	241.778	241.766	241.754	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	108.136,30	109.747,53	111.382,77	113.042,37	115.297,45	117.597,52	119.943,47	122.336,23	124.776,71	127.265,88	129.804,71	132.394,18	135.035,32	137.729	140.477	
Devolución IVA		190.165		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-94.978,68	-95.153,37	-95.329,08	-95.505,83	-95.683,63	-95.862,48	-96.042,39	-96.223,36	-96.405,40	-96.588,52	-96.772,73	-96.958,03	-97.144,42	-97.331,93	-97.520,54	
Mantenimiento	-1.925,76	-1.935,39	-1.935,39	-1.935,39	-1.945,07	-1.954,79	-1.964,57	-1.974,39	-1.984,26	-1.994,18	-2.004,15	-2.014,17	-2.024,24	-2.034,36	-2.044,54	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-2.703,41	-2.757,41	-2.798,49	-2.840,19	-2.896,85	-2.954,64	-3.013,58	-3.073,70	-3.135,01	-3.197,56	-3.261,34	-3.326,40	-3.392,76	-3.460,44	-3.529,48	
Mantenimiento Total de la Instalación	-5.829,17	-5.898,80	-5.945,91	-5.993,67	-6.066,09	-6.139,73	-6.214,60	-6.290,72	-6.368,12	-6.446,83	-6.526,86	-6.608,25	-6.691,02	-6.775,19	-6.860,80	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	102.307,13	103.848,73	105.436,86	107.048,70	109.231,36	111.457,79	113.728,88	116.045,51	118.408,59	120.819,05	123.277,85	125.785,93	128.344,30	130.953,94	133.615,89	
Amortización Inversión anual	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	79.236	
Deducción Fiscal	118.853															
Compensación de Perdidas		-95.781,83	-71.168,68	-44.967,41	-17.154,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-95.781,83	-71.168,68	-44.967,41	-17.154,29	12.841,49	32.222,21	34.493,29	36.809,92	39.173,01	41.583,47	44.042,26	46.550,35	49.108,71	51.718,36	54.380,31	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	4.494,52	11.277,77	12.072,65	12.883,47	13.710,55	14.554,21	15.414,79	16.292,62	17.188,05	18.101,43	19.033,11	
Beneficio de la Sociedad	23.071,55	24.613,15	26.201,27	27.813,12	25.501,25	20.944,43	22.420,64	23.926,45	25.462,45	27.029,26	28.627,47	30.257,73	31.920,66	33.616,93	35.347,20	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-432.626	7.328,45	198.860,77	10.107,78	11.542,87	9.053,21	4.317,54	5.613,84	6.938,68	8.292,64	9.676,32	11.090,33	12.535,29	14.011,82	15.520,59	17.062,24
	-425.297,84	-226.437,07	-216.329,29	-204.786,43	-195.733,22	-191.415,68	-185.801,84	-178.863,16	-170.570,53	-160.894,21	-149.803,88	-137.268,59	-123.256,77	-107.736,18	-90.673,94	

TIR* a 25 años **8,32%**
VAN 25 años (4%) **275.325,91 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **482.139,33 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
241.742	241.730	241.718	241.705	241.693	241.681	241.669	241.657	241.645	241.633	241.621	241.609	241.597	241.585	241.573
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
143.279	146.137	149.053	152.026	155.059	158.152	161.307	164.525	167.807	171.155	174.569	178.052	181.603	185.226	188.921
0,00														
-2.054,76	-2.065,03	-2.075,36	-2.085,74	-2.096,16	-2.106,64	-2.117,18	-2.127,76	-2.138,40	-2.149,09	-2.159,84	-2.170,64	-2.181,49	-2.192,40	-2.203,36
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-3.599,89	-3.671,70	-3.744,95	-3.819,66	-3.895,85	-3.973,57	-4.052,84	-4.133,69	-4.216,15	-4.300,26	-4.386,05	-4.473,55	-4.562,79	-4.653,81	-4.746,65
-6.947,87	-7.036,42	-7.126,49	-7.218,11	-7.311,30	-7.406,09	-7.502,52	-7.600,62	-7.700,42	-7.801,95	-7.905,24	-8.010,34	-8.117,26	-8.226,06	-8.336,76
136.331,20	139.100,92	141.926,14	144.807,98	147.747,55	150.746,03	153.804,57	156.924,39	160.106,70	163.352,76	166.663,83	170.041,21	173.486,24	177.000,25	180.584,63
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
136.331,20	139.100,92	141.926,14	144.807,98	147.747,55	150.746,03	153.804,57	156.924,39	160.106,70	163.352,76	166.663,83	170.041,21	173.486,24	177.000,25	180.584,63
47.715,92	48.685,32	49.674,15	50.682,79	51.711,64	52.761,11	53.831,60	54.923,54	56.037,35	57.173,46	58.332,34	59.514,42	60.720,18	61.950,09	63.204,62
88.615,28	90.415,60	92.251,99	94.125,19	96.035,91	97.984,92	99.972,97	102.000,85	104.069,36	106.179,29	108.331,49	110.526,79	112.766,05	115.050,16	117.380,01
88.615,28	90.415,60	92.251,99	94.125,19	96.035,91	97.984,92	99.972,97	102.000,85	104.069,36	106.179,29	108.331,49	110.526,79	112.766,05	115.050,16	117.380,01
-2.058,66	88.356,94	180.608,93	274.734,11	370.770,03	468.754,94	568.727,92	670.728,77	774.798,13	880.977,42	989.308,91	1.099.835,70	1.212.601,75	1.327.651,91	1.445.031,92

Modelo financiero TIPO 10

Inversión	-787.320
Prestamo 80%	629.856
Comision de Apertura	-3.149
IVA Instalación	-125.971

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	162.661	161.847	161.038	160.233	160.225	160.217	160.209	160.201	160.193	160.185	160.177	160.169	160.161	160.153	160.145	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	71.632,66	72.699,99	73.783,22	74.882,59	76.376,42	77.900,05	79.454,08	81.039,11	82.655,76	84.304,66	85.986,45	87.701,80	89.451,36	91.236	93.056	
Devolución IVA		125.971		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-62.916,67	-63.032,38	-63.148,78	-63.265,87	-63.383,65	-63.502,12	-63.621,30	-63.741,18	-63.861,77	-63.983,07	-64.105,10	-64.227,84	-64.351,32	-64.475,53	-64.600,47	
Mantenimiento	-1.275,68	-1.282,06	-1.282,06	-1.282,06	-1.288,47	-1.294,91	-1.301,39	-1.307,89	-1.314,43	-1.321,00	-1.327,61	-1.334,25	-1.340,92	-1.347,62	-1.354,36	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.790,82	-1.826,59	-1.853,80	-1.881,43	-1.918,96	-1.957,24	-1.996,28	-2.036,11	-2.076,73	-2.118,15	-2.160,41	-2.203,51	-2.247,47	-2.292,30	-2.338,03	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.266,50	-4.314,65	-4.347,89	-4.381,57	-4.431,61	-4.482,45	-4.534,12	-4.586,64	-4.640,01	-4.694,25	-4.749,39	-4.805,43	-4.862,40	-4.920,51	-4.979,18	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	67.366,16	68.385,34	69.435,33	70.501,01	71.944,81	73.417,60	74.919,96	76.452,48	78.015,75	79.610,41	81.237,07	82.896,37	84.588,96	86.315,52	88.076,71	
Amortización Inversión anual	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	52.488	
Deducción Fiscal	78.732															
Compensación de Perdidas		-63.853,78	-47.956,42	-31.009,07	-12.996,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-63.853,78	-47.956,42	-31.009,07	-12.996,04	6.460,80	20.929,62	22.431,98	23.964,50	25.527,77	27.122,43	28.749,09	30.408,39	32.100,98	33.827,54	35.588,73	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	2.261,28	7.325,37	7.851,19	8.387,57	8.934,72	9.492,85	10.062,18	10.642,94	11.235,34	11.839,64	12.456,06	
Beneficio de la Sociedad	14.878,19	15.897,36	16.947,35	18.013,04	17.195,56	13.604,26	14.580,79	15.576,92	16.593,05	17.629,58	18.686,91	19.765,45	20.865,64	21.987,90	23.132,68	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-286.584	4.449,49	131.324,11	6.286,54	7.235,14	6.299,89	2.590,11	3.447,47	4.323,72	5.219,26	6.134,48	7.069,79	8.025,59	9.002,30	10.000,35	11.020,18
	-282.134,87	-150.810,76	-144.624,22	-137.289,08	-130.989,19	-128.399,08	-124.951,61	-120.627,89	-115.408,63	-109.274,14	-102.204,35	-94.178,77	-85.176,47	-75.176,12	-64.155,93	

TIR* a 25 años **8,21%**
VAN 25 años (4%) **178.177,24 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **318.094,15 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
160.137	160.129	160.121	160.113	160.105	160.097	160.089	160.081	160.073	160.065	160.057	160.049	160.041	160.033	160.025
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
94.912	96.806	98.737	100.707	102.716	104.765	106.855	108.986	111.160	113.378	115.640	117.947	120.299	122.699	125.147
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-1.361,13	-1.367,94	-1.374,78	-1.381,65	-1.388,56	-1.395,50	-1.402,48	-1.409,49	-1.416,54	-1.423,62	-1.430,74	-1.437,90	-1.445,08	-1.452,31	-1.459,57
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.384,67	-2.432,24	-2.480,76	-2.530,25	-2.580,73	-2.632,21	-2.684,72	-2.738,28	-2.792,90	-2.848,62	-2.905,45	-2.963,41	-3.022,52	-3.082,82	-3.144,32
-5.039,02	-5.099,87	-5.161,73	-5.224,62	-5.288,57	-5.353,59	-5.419,71	-5.486,94	-5.555,31	-5.624,83	-5.695,54	-5.767,45	-5.840,59	-5.914,98	-5.990,64
89.873,24	91.705,80	93.575,12	95.481,92	97.426,97	99.411,02	101.434,85	103.499,26	105.605,06	107.753,07	109.944,14	112.179,12	114.458,90	116.784,37	119.156,44
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
89.873,24	91.705,80	93.575,12	95.481,92	97.426,97	99.411,02	101.434,85	103.499,26	105.605,06	107.753,07	109.944,14	112.179,12	114.458,90	116.784,37	119.156,44
31.455,63	32.097,03	32.751,29	33.418,67	34.099,44	34.793,86	35.502,20	36.224,74	36.961,77	37.713,57	38.480,45	39.262,69	40.060,62	40.874,53	41.704,75
58.417,60	59.608,77	60.823,83	62.063,25	63.327,53	64.617,16	65.932,65	67.274,52	68.643,29	70.039,50	71.463,69	72.916,43	74.398,29	75.909,84	77.451,69
58.417,60	59.608,77	60.823,83	62.063,25	63.327,53	64.617,16	65.932,65	67.274,52	68.643,29	70.039,50	71.463,69	72.916,43	74.398,29	75.909,84	77.451,69
-5.738,33	53.870,44	114.694,27	176.757,52	240.085,05	304.702,21	370.634,87	437.909,39	506.552,68	576.592,17	648.055,86	720.972,29	795.370,58	871.280,42	948.732,10

Modelo financiero TIPO 11

Inversión	-1.191.052
Prestamo 80%	952.841
Comision de Apertura	-4.764
IVA Instalación	-190.568

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	246.072	244.842	243.617	242.399	242.387	242.375	242.363	242.351	242.339	242.327	242.314	242.302	242.290	242.278	242.266	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	108.365,40	109.980,05	111.618,75	113.281,87	115.541,73	117.846,67	120.197,59	122.595,41	125.041,07	127.535,51	130.079,72	132.674,68	135.321,41	138.021	140.774	
Devolución IVA		190,568		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-95.179,91	-95.354,96	-95.531,05	-95.708,18	-95.886,35	-96.065,58	-96.245,87	-96.427,22	-96.609,65	-96.793,16	-96.977,75	-97.163,45	-97.350,24	-97.538,14	-97.727,16	
Mantenimiento	-1.929,84	-1.939,49	-1.939,49	-1.939,49	-1.949,19	-1.958,93	-1.968,73	-1.978,57	-1.988,46	-1.998,41	-2.008,40	-2.018,44	-2.028,53	-2.038,67	-2.048,87	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-2.709,14	-2.763,25	-2.804,42	-2.846,21	-2.902,99	-2.960,90	-3.019,96	-3.080,21	-3.141,66	-3.204,33	-3.268,25	-3.333,45	-3.399,95	-3.467,78	-3.536,95	
Mantenimiento Total de la Instalación	-5.838,98	-5.908,74	-5.959,94	-6.003,79	-6.076,35	-6.150,13	-6.225,14	-6.301,42	-6.378,97	-6.457,83	-6.538,02	-6.619,57	-6.702,50	-6.786,83	-6.872,61	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	102.526,43	104.071,31	105.662,81	107.278,08	109.465,37	111.696,54	113.972,45	116.294,00	118.662,10	121.077,69	123.541,70	126.055,11	128.618,91	131.234,10	133.901,71	
Amortización Inversión anual	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	79,403	
Deducción Fiscal	119,105															
Compensación de Perdidas		-95.982,21	-71.314,36	-45.055,01	-17.180,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-95.982,21	-71.314,36	-45.055,01	-17.180,39	12.881,53	32.293,08	34.568,99	36.890,54	39.258,64	41.674,23	44.138,24	46.651,66	49.215,46	51.830,64	54.498,25	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	4.508,54	11.302,58	12.099,15	12.911,69	13.740,53	14.585,98	15.448,39	16.328,08	17.225,41	18.140,73	19.074,39	
Beneficio de la Sociedad	23.122,97	24.667,85	26.259,35	27.874,62	25.553,38	20.990,50	22.469,84	23.978,85	25.518,12	27.088,25	28.689,86	30.323,58	31.990,05	33.689,92	35.423,86	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-433.543	7.346,52	199.284,64	10.131,76	11.569,90	9.070,49	4.328,38	5.627,44	6.955,09	8.311,93	9.698,55	11.115,56	12.563,59	14.043,26	15.555,24	17.100,16
	-426.196,35	-226.911,71	-216.779,95	-205.210,05	-196.139,56	-191.811,18	-186.183,75	-179.228,66	-170.916,73	-161.218,18	-150.102,62	-137.539,03	-123.495,77	-107.940,53	-90.840,37	

TIR* a 25 años **8,32%**
VAN 25 años (4%) **275.935,63 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **483.168,90 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
242.254	242.242	242.230	242.218	242.205	242.193	242.181	242.169	242.157	242.145	242.133	242.121	242.109	242.096	242.084
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
143.583	146.447	149.368	152.348	155.387	158.487	161.649	164.874	168.163	171.517	174.939	178.429	181.988	185.619	189.322
0,00														
-2.059,11	-2.069,41	-2.079,76	-2.090,15	-2.100,60	-2.111,11	-2.121,66	-2.132,27	-2.142,93	-2.153,65	-2.164,42	-2.175,24	-2.186,11	-2.197,04	-2.208,03
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-3.607,51	-3.679,48	-3.752,88	-3.827,75	-3.904,11	-3.981,99	-4.061,43	-4.142,45	-4.225,09	-4.309,37	-4.395,34	-4.483,02	-4.572,45	-4.663,67	-4.756,71
-6.959,85	-7.048,57	-7.138,82	-7.230,62	-7.323,99	-7.418,97	-7.515,59	-7.613,89	-7.713,88	-7.815,61	-7.919,11	-8.024,41	-8.131,55	-8.240,56	-8.351,48
136.622,78	139.398,38	142.229,60	145.117,55	148.063,37	151.068,21	154.133,25	157.259,69	160.448,76	163.701,71	167.019,81	170.404,36	173.856,70	177.378,17	180.970,16
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
136.622,78	139.398,38	142.229,60	145.117,55	148.063,37	151.068,21	154.133,25	157.259,69	160.448,76	163.701,71	167.019,81	170.404,36	173.856,70	177.378,17	180.970,16
47.817,97	48.789,43	49.780,36	50.791,14	51.822,18	52.873,88	53.946,64	55.040,89	56.157,07	57.295,60	58.456,93	59.641,53	60.849,85	62.082,36	63.339,56
88.804,80	90.608,95	92.449,24	94.326,41	96.241,19	98.194,34	100.186,61	102.218,80	104.291,70	106.406,11	108.562,88	110.762,84	113.006,86	115.295,81	117.630,60
88.804,80	90.608,95	92.449,24	94.326,41	96.241,19	98.194,34	100.186,61	102.218,80	104.291,70	106.406,11	108.562,88	110.762,84	113.006,86	115.295,81	117.630,60
-2.035,57	88.573,38	181.022,62	275.349,03	371.590,22	469.784,56	569.971,18	672.189,98	776.481,68	882.887,79	991.450,66	1.102.213,50	1.215.220,35	1.330.516,17	1.448.146,77

Modelo financiero TIPO 12

Inversión	-789.418
Prestamo 80%	631.534
Comision de Apertura	-3.158
IVA Instalación	-126.307

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
% Potencia Disponible	100,00%	99,995%	99,990%	99,985%	99,980%	99,975%	99,970%	99,965%	99,960%	99,955%	99,950%	99,945%	99,940%	99,935%	99,930%	
Producción kWh	163.094	162.279	161.467	160.660	160.652	160.644	160.636	160.628	160.620	160.612	160.604	160.596	160.588	160.580	160.572	
Precio €/w	0,4404	0,4492	0,4582	0,4673	0,4767	0,4862	0,4959	0,5059	0,5160	0,5263	0,5368	0,5476	0,5585	0,5697	0,5811	
Facturación	71.823,58	72.893,75	73.979,87	75.082,17	76.579,98	78.107,68	79.665,85	81.255,10	82.876,06	84.529,35	86.215,63	87.935,54	89.689,77	91.479	93.304	
Devolución IVA		126.307		0,00												
Cuota Anual de Financiación	-63.084,36	-63.200,38	-63.317,09	-63.434,49	-63.552,58	-63.671,37	-63.790,86	-63.911,06	-64.031,98	-64.153,60	-64.275,95	-64.399,03	-64.522,83	-64.647,37	-64.772,65	
Mantenimiento	-1.279,08	-1.285,48	-1.285,48	-1.285,48	-1.291,90	-1.298,36	-1.304,85	-1.311,38	-1.317,94	-1.324,52	-1.331,15	-1.337,80	-1.344,49	-1.351,21	-1.357,97	
Seguro	-1.200,00	-1.206,00	-1.212,03	-1.218,09	-1.224,18	-1.230,30	-1.236,45	-1.242,64	-1.248,85	-1.255,09	-1.261,37	-1.267,67	-1.274,01	-1.280,38	-1.286,79	
Gestion	-1.795,59	-1.831,46	-1.858,74	-1.886,44	-1.924,07	-1.962,46	-2.001,60	-2.041,53	-2.082,26	-2.123,80	-2.166,17	-2.209,38	-2.253,46	-2.298,41	-2.344,26	
Mantenimiento Total de la Instalación	-4.274,67	-4.322,93	-4.356,25	-4.390,01	-4.440,16	-4.491,12	-4.542,91	-4.595,55	-4.649,04	-4.703,42	-4.758,68	-4.814,86	-4.871,96	-4.930,01	-4.989,02	
Beneficio Antes Impuestos y amortización	67.548,91	68.570,82	69.623,62	70.692,16	72.139,83	73.616,56	75.122,93	76.659,55	78.227,01	79.825,93	81.456,95	83.120,69	84.817,81	86.548,98	88.314,89	
Amortización Inversión anual	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	52.628	
Deducción Fiscal	78.942															
Compensación de Perdidas		-64.020,77	-48.077,82	-31.082,08	-13.017,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Base Imponible IS	-64.020,77	-48.077,82	-31.082,08	-13.017,79	6.494,17	20.988,68	22.495,06	24.031,68	25.599,14	27.198,06	28.829,07	30.492,81	32.189,94	33.921,11	35.687,02	
Impuesto de Sociedades	0,00	0,00	0,00	0,00	2.272,96	7.346,04	7.873,27	8.411,09	8.959,70	9.519,32	10.090,18	10.672,48	11.266,48	11.872,39	12.490,46	
Beneficio de la Sociedad	14.921,04	15.942,95	16.995,75	18.064,29	17.239,00	13.642,65	14.621,79	15.620,59	16.639,44	17.678,74	18.738,90	19.820,33	20.923,46	22.048,72	23.196,56	
FLUJO DE CAJA LIBRE	-287.348	4.464,55	131.677,33	6.306,53	7.257,67	6.314,29	2.599,15	3.458,80	4.337,40	5.235,34	6.153,01	7.090,82	8.049,17	9.028,50	10.029,22	11.051,78
	-282.883,63	-151.206,30	-144.899,77	-137.642,10	-131.327,81	-128.728,66	-125.269,87	-120.932,47	-115.697,13	-109.544,12	-102.453,30	-94.404,13	-85.375,63	-75.346,41	-64.294,63	

TIR* a 25 años **8,22%**
VAN 25 años (4%) **178.685,34 €**
Valor Residual en el año 25 del proyecto **318.952,13 €** *Para un proyecto de vida útil de 30 años*

15 años de amortización de préstamo

*Basado en el 100% del valor de la inversión (incluido préstamo bancario). Un TIR basado sólo en los recursos propios invertidos (20% de la inversión) sería 5 veces mayor

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
99,925%	99,920%	99,915%	99,910%	99,905%	99,900%	99,895%	99,890%	99,885%	99,880%	99,875%	99,870%	99,865%	99,860%	99,855%
160.564	160.556	160.548	160.540	160.532	160.523	160.515	160.507	160.499	160.491	160.483	160.475	160.467	160.459	160.451
0,5927	0,6045	0,6166	0,6290	0,6416	0,6544	0,6675	0,6808	0,6944	0,7083	0,7225	0,7369	0,7517	0,7667	0,7820
95.165	97.064	99.000	100.975	102.989	105.044	107.139	109.277	111.457	113.680	115.948	118.261	120.620	123.026	125.481
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-1.364,76	-1.371,58	-1.378,44	-1.385,33	-1.392,26	-1.399,22	-1.406,22	-1.413,25	-1.420,32	-1.427,42	-1.434,55	-1.441,73	-1.448,94	-1.456,18	-1.463,46
-1.293,22	-1.299,69	-1.306,18	-1.312,71	-1.319,28	-1.325,87	-1.332,50	-1.339,17	-1.345,86	-1.352,59	-1.359,35	-1.366,15	-1.372,98	-1.379,85	-1.386,75
-2.391,03	-2.438,72	-2.487,37	-2.537,00	-2.587,61	-2.639,23	-2.691,88	-2.745,58	-2.800,35	-2.856,21	-2.913,19	-2.971,31	-3.030,58	-3.091,04	-3.152,70
-5.049,01	-5.109,99	-5.172,00	-5.235,05	-5.299,15	-5.364,32	-5.430,60	-5.497,99	-5.566,53	-5.636,22	-5.707,10	-5.779,18	-5.852,50	-5.927,07	-6.002,91
90.116,22	91.953,68	93.828,00	95.739,91	97.690,15	99.679,51	101.708,75	103.778,68	105.890,11	108.043,86	110.240,79	112.481,75	114.767,62	117.099,31	119.477,72
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90.116,22	91.953,68	93.828,00	95.739,91	97.690,15	99.679,51	101.708,75	103.778,68	105.890,11	108.043,86	110.240,79	112.481,75	114.767,62	117.099,31	119.477,72
31.540,68	32.183,79	32.839,80	33.508,97	34.191,55	34.887,83	35.598,06	36.322,54	37.061,54	37.815,35	38.584,28	39.368,61	40.168,67	40.984,76	41.817,20
58.575,54	59.769,89	60.988,20	62.230,94	63.498,60	64.791,68	66.110,69	67.456,14	68.828,57	70.228,51	71.656,51	73.113,14	74.598,95	76.114,55	77.660,52
58.575,54	59.769,89	60.988,20	62.230,94	63.498,60	64.791,68	66.110,69	67.456,14	68.828,57	70.228,51	71.656,51	73.113,14	74.598,95	76.114,55	77.660,52
-5.719,08	54.050,81	115.039,01	177.269,95	240.768,55	305.560,23	371.670,92	439.127,06	507.955,64	578.184,15	649.840,66	722.953,80	797.552,75	873.667,30	951.327,81

Bibliografía

- [1] La energía que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red: El mito del 1300 y “el cascabel del gato”. E. Lorenzo. Instituto de Energía Solar. Universidad Politécnica de Madrid.
- [2] Energía Solar Fotovoltaica General. Agencia Andaluza de la Energía.
- [3] Web de herramienta de Radiación Solar en Andalucía:
<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php>
- [4] Web de la Comisión Europea de datos de radiación solar (PVGIS):
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=es&map=europe>
- [5] Web de Estaciones Agroclimáticas:
<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController>
- [6] Análisis comparativo de plantas solares fotovoltaicas conectadas a la red. Departament d'Enginyeria Electrónica Eléctrica i Automática. Escola Técnica Superior Enginyeria.
- [7] Web de Curso de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad de Jaén.
http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/03_celula/01_basico/3_celula_01.htm
- [8] CENSOLAR. Nota Técnica. Justificación del factor de funcionamiento horario para la evolución de la producción de una instalación fotovoltaica (anexo XII del RD 661/2007)
- [9] Modelo Contrato FV Agrup. Solar RD_661_RPM. Endesa Distribución Eléctrica 2008.

Índice de figuras y tablas

<i>Tabla 1. Coeficientes para obtener ganancias de radiación por tecnología de seguimiento</i>	16
<i>Tabla 2. Coeficientes para resolver las ecuaciones de radiación sobre superficie inclinada</i>	18
<i>Tabla 3. Coeficientes para obtener irradiación sobre superficie receptora normalizados</i>	19
<i>Tabla 4. Valores mensuales de PR</i>	21
<i>Tabla 5. Precio y gastos de mantenimiento de plantas fotovoltaicas</i>	23
<i>Tabla 6. Valores típicos modelo financiero 2008</i>	24
<i>Tabla 7. Ubicación de las plantas de análisis</i>	27
<i>Tabla 8. Descripción detallada de plantas de análisis</i>	32
<i>Tabla 9. Resumen de plantas tipo de análisis</i>	33
<i>Tabla 10. Datos de radiación obtenidos de herramienta PVGIS (Wh/m²/día)</i>	36
<i>Tabla 11. Datos de radiación obtenidos de herramienta PVGIS (kWh/m²/mes)</i>	37
<i>Tabla 12. Datos de radiación obtenidos de herramienta Radiación Solar en Andalucía (kWh/m²/mes)</i>	38
<i>Tabla 13. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de La Palma del Condado-últimos 10 años (kWh/m²/mes)</i>	40
<i>Tabla 14. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de La Palma del Condado-promedio últimos 10 años y últimos 2 años (kWh/m²/mes)</i>	41
<i>Tabla 15. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de Guillena-últimos 10 años (kWh/m²/mes)</i>	41
<i>Tabla 16. Datos de radiación horizontal obtenidos de Estación Agroclimática de Guillena-promedio últimos 10 años y últimos 2 años (kWh/m²/mes)</i>	42
<i>Tabla 17. Datos de radiación obtenidos de registros en Estaciones Agroclimáticas (kWh/m²/mes)</i>	43
<i>Tabla 18. Tipología de plantas incluidas en el estudio, tipo de superficie de captación</i>	44
<i>Tabla 19. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 1</i>	45
<i>Tabla 20. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 2</i>	46
<i>Tabla 21. Radiación incidente sobre superficie receptora según ubicación y tipología de planta 3</i>	47
<i>Tabla 22. Características básicas Planta Tipo 1, 2, 3 y 4</i>	49
<i>Tabla 23. Características básicas Planta Tipo 5, 6, 7 y 8</i>	50
<i>Tabla 24. Características básicas Planta Tipo 9, 10,11 y 12</i>	50
<i>Tabla 25. Producción estimada método PR plantas 1, 2, 3 y 4</i>	52
<i>Tabla 26. Producción estimada método PR plantas 5, 6, 7 y 8</i>	53
<i>Tabla 27. Producción estimada método PR plantas 9, 10, 11 y 12</i>	55

<i>Tabla 28. Facturación esperada plantas 1, 2, 3 y 4</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 29. Facturación esperada plantas 5, 6, 7 y 8</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 30. Facturación esperada plantas 9, 10, 11 y 12</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 31. Precios plantas y mantenimiento en función tipo de planta.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 32. Rentabilidad esperada plantas 1, 2, 3 y 4</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 33. Rentabilidad esperada plantas 5, 6, 7 y 8</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 34. Rentabilidad esperada plantas 9, 10, 11 y 12</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 35. Resumen de valores esperados plantas 1, 2, 3 y 4</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 36. Resumen de valores esperados plantas 5, 6, 7 y 8.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 37. Resumen de valores esperados plantas 9, 10, 11 y 12.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 38. Producción real plantas 1, 2, 3 y 4</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 39. Producción real plantas 5, 6, 7 y 8</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 40. Producción real plantas 9, 10, 11 y 12</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 41. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de La Palma del Condado</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 42. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de Guillena</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 43. Radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 44. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 45. Radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 46. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 47. Radiación total incidente sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes para La Palma del Condado</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 48. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para La Palma del Condado</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 49. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de fuentes PVGIS y Radiación Solar en Andalucía para La Palma del Condado</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 50. Comparativa ganancias de distintos métodos de cálculo sobre superficie inclinada 30º para La Palma del Condado</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 51. Radiación total incidente sobre superficie fija inclinada 30º de distintas fuentes para Guillena.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 52. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para Guillena.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 53. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de fuentes PVGIS y Radiación Solar en Andalucía para Guillena.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 54. Comparativa ganancias de distintos métodos de cálculo sobre superficie inclinada 30º para Guillena.....</i>	<i>81</i>

Tabla 55. Comparativa producción estimada y real plantas 1,2,3 y 4	83
Tabla 56. Comparativa producción estimada y real 5, 6, 7 y 8.....	85
Tabla 57. Comparativa producción estimada y real 9, 10, 11 y 12.....	87
Tabla 58. PR real plantas 1,2,3 y 4	89
Tabla 59. PR real plantas 5, 6, 7 y 8.....	91
Tabla 60. PR real plantas 9, 10, 11 y 12.....	92
Tabla 61. Check list de mantenimiento preventivo.....	93
Tabla 62. Producción real plantas 7 y 8. Comparación por mantenimiento.....	95
Tabla 63. Precios plantas y mantenimiento en función tipo de planta (bis).....	99
Figura 1. Radiación solar.....	6
Figura 2. Aprovechamiento de la radiación solar por sistema fotovoltaico	9
Figura 3. Esquema instalación fotovoltaica conectada a red	9
Figura 4. Imagen de una célula fotovoltaica.....	10
Figura 5. Efecto fotovoltaico	10
Figura 6. Diagrama y circuito equivalente de una célula solar	11
Figura 7. Efecto de la temperatura en una célula fotovoltaica.....	12
Figura 8. Sección de un panel fotovoltaico	13
Figura 9. Ejemplo de tabla de características de catálogo de una gama de paneles fotovoltaicos.....	13
Figura 10. Ejemplo de gráfico de rendimiento de catálogo de un panel fotovoltaico	14
Figura 11. Esquema seguidor un eje	15
Figura 12. Esquema seguidor dos ejes	15
Figura 13. Modelo factura generación eléctrica fotovoltaica SEVILLANA ENDESA	23
Figura 14. Ejemplo resultado modelo financiero. Rentabilidad global. Evolución de año 1 a 8.	25
Figura 15. Flujo neto de caja 25 años de instalación.	26
Figura 16. Ubicación de las plantas de análisis.....	27
Figura 17. Impresión de pantalla tipo cálculo radiación mensual herramienta PVGIS....	35
Figura 18. Impresión de pantalla tipo cálculo radiación herramienta Radiación Solar en Andalucía	38
Figura 19. Impresión de pantalla base de datos Estación Agroclimática La Palma del Condado	39
Figura 20. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de La Palma del Condado.....	69
Figura 21. Histórico variación de datos anuales de radiación incidente sobre superficie horizontal en Estación Agroclimática de Guillena	70
Figura 22. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para La Palma del Condado	71

<i>Figura 23. Comparativa radiación total incidente sobre superficie horizontal de distintas fuentes para Guillena.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 24. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para La Palma del Condado</i>	<i>76</i>
<i>Figura 25. Comparativa radiación total incidente sobre superficie inclinada de distintas fuentes para Guillena.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 26. Variación de plantas de huerto 1 de producción esperada sobre real.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 27. Variación de plantas de huerto 2 de producción esperada sobre real.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 28. Variación de plantas de huerto 3 de producción esperada sobre real.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 29. Comparativa entre plantas con buen y mal mantenimiento</i>	<i>96</i>