



TRABAJO FINAL DE GRADO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED SITUADA SOBRE UN EMBALSE

AUTOR: Marc Bermejo Mompó

TUTOR: Juan Ángel Saiz Jiménez

COTUTOR: M^a Pilar Molina Palomares

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA
CURSO: 2016-2017

ÍNDICE

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1-Resumen	
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
2.1-Justificación	
2.2-Algunas instalaciones	
2.2.1--Centrales sobre suelo firme	
2.2.2--Centrales flotantes	
3 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA.....	7
3.1-Vocabulario	
3.2-Funcionamiento del panel fotovoltaico	
3.3-Fabricación del panel fotovoltaico	
3.4-Tipos de paneles	
3.5-Análisis de fabricantes	
3.6-Tipos de instalaciones y conceptos	
3.6.1--Instalaciones fotovoltaicas aisladas	
3.6.2--Instalaciones fotovoltaicas de conexión a red	
3.7-Funcionamiento del seguidor del punto de máxima potencia	
4 PVGIS.....	23
5 EMBALSE DE BELLÚS.....	26
5.1-Localización y características	
5.2-Importancia de la zona geográfica y de la topografía	
6 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	30
6.1-PVGIS: Irradiancia y orientación	
6.2-PVGIS: Irradiancia e inclinación	
6.3-Análisis del panel fotovoltaico elegido	
6.4-Potencia, inversores y paneles	
6.5-Superficie a ocupar	
6.5.1--Ocupación de paneles e inversores	
6.5.1.1---Inversores	
6.5.1.2---Paneles	
6.6-Tabla resumen para inclinación fija	
6.7-Valoración y elección de la configuración	

6.8-Distribución de paneles	
6.9-Material y montaje	
6.9.1--Cubos HDPE	
6.9.2--Vallado	
6.9.3--Estructura soporte de paneles	
6.9.4--Plataforma	
6.9.5--Anclaje de la plataforma	
6.10-Producción	
6.11-Facturación	
6.12-Normativas de carácter técnico	
6.13-Limitaciones	
6.14-Sección cableado	
6.15-Protecciones	
6.15.1--Diodos bypass	
6.15.2--Diodos de bloqueo	
6.15.3--Fusibles	
6.15.4--Puesta a tierra	
7 LABVIEW.....	70
8 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	73
8.1-Vocabulario	
8.2-Conceptos	
8.3-Metodología empleada en la construcción de la matriz de Leopold	
8.4-Redacción del documento ambiental	
8.5-Descripción del proyecto para la redacción del documento ambiental	
8.6-Examen de alternativas	
8.7-Inventario ambiental	
8.8-Ocupación del suelo	
8.9-Identificación y valoración de impactos: Matriz de Leopold	
8.10-Valoración paisajística	
8.11-Propuesta de medidas protectoras y correctoras	
8.12-Programa de vigilancia ambiental	
8.13-Documento de síntesis	
8.14-Normativa: Leyes, decretos y directivas	
8.15-Procedimientos	

9 PRESUPUESTO.....	91
10 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN.....	94
10.1-VAN y TIR	
10.2-Valoración de la inversión	
11 SISTEMA ENERGÉTICO EN ESPAÑA.....	97
11.1-Introducción	
11.2-Mercado mayorista y formación de precios	
11.2.1--Mercado a plazo	
11.2.2--Mercado diario y mercados a corto plazo	
11.2.2.1---Mecanismo de subastas del mercado diario	
11.3-Mercado minorista de la electricidad	
11.4-Interconexión	
11.5-Déficit de tarifa	
11.6-Real Decreto 900/2015 del 9 de octubre	
11.6.1--Impuesto al autoconsumo	
11.6.2-- Concepto de inyección cero y balance neto	
11.7-Situación actual y balance energético 2016	
11.7.1--Normativa fotovoltaica	
11.7.2--Sucesión de las principales normativas no técnicas	
11.7.3--Rentabilidad razonable	
11.7.4--Límites duros y blandos en el mercado	
11.7.4.1---Revisión por períodos regulatorios	
11.7.5--Actualidad y déficit de tarifa	
11.7.6--Balance	
12-PLANOS.....	127
-Plano1: Distribución de la fase I y II	
-Plano2: Bloques de la fase I	
-Plano3: Strings	
-Plano4: Desglose de strings	
13-ANEXOS.....	132
14-BIBLIOGRAFÍA.....	241

1-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1-RESUMEN

En este proyecto se desarrolla una instalación fotovoltaica flotante sobre superficie acuática y de conexión a red para solo vertido previo cálculo y análisis de varias posibles configuraciones.

A continuación se comentarán algunos de los apartados principales, los cuales se desarrollarán con más detalle a medida que se avance en la lectura:

La ubicación de interés corresponde al embalse de Bellús, lo que ha llevado a realizar un estudio exhaustivo de los valores de irradiancia e irradiación para la zona en concreto con la finalidad de determinar los valores óptimos de orientación de los paneles y también los ángulos de inclinación más adecuados para las configuraciones de: ángulo fijo óptimo, ángulos para doble inclinación y ángulos óptimos para inclinación mensual. También se han obtenido los datos para sistema de seguimiento solar a dos ejes, los cuales se compararán con el resto de opciones. En concepto de potencia, se ha hecho el cálculo para central de 2,74MW, 20MW, 50MW, 80MW y 100MW teniendo en cuenta cada una de las configuraciones de inclinación comentadas y utilizando diferentes tipos de inversores. Además, se han obtenido los valores de producción y facturación para cada una de las propuestas. Los inversores que se han valorado para realizar los cálculos son de 1,3MW, 1,4MW y 2,25MW optando por utilizar el mismo tipo de inversor para una misma configuración con la finalidad de homogeneizar la instalación.

En la central fotovoltaica flotante más grande del mundo se empezó realizando una primera fase de instalación a la que le seguirían posteriores fases de ampliación. En este caso, teniendo en cuenta las restricciones por parte del embalse también se optará por el mismo procedimiento, esto es, se optará por un proyecto formado por una fase I y una posterior fase II, de modo que la fase I, de menor tamaño, servirá para hacer un primer análisis de la viabilidad del proyecto en su conjunto, lo que permitirá configurar la fase II de la forma más adecuada posible.

La elección final en lo que respecta a potencia, permitiría a esta instalación ubicarse como la segunda instalación fotovoltaica flotante más grande del mundo sin tener en cuenta posibles ampliaciones en el resto de centrales actuales. De hecho, solamente con completar la fase I del proyecto, esta instalación ya entraría en el top 10 mundial de instalaciones flotantes.

La fase I corresponderá a la elección de 2,74MW y la fase II, esto es, la ampliación, corresponderá a la elección de 20MW obteniendo un total de 2,74MW+20MW.

Se ha valorado también la ocupación del terreno que supondría instalar cada una de las potencias estudiadas y también la viabilidad de su instalación, para ello se ha tenido en cuenta la topografía colindante al embalse y la topografía del fondo del mismo para que en caso de vaciado o volúmenes de agua bajos se eviten situaciones que deriven en roturas y/o deformaciones. Esto es, se ha hecho un estudio de las cotas de elevación en las zonas más cercanas al embalse, lo que al mismo tiempo ha permitido valorar posibles problemas por sombras, por otra parte el estudio del fondo del embalse ha permitido determinar la distribución de paneles para que en caso de vaciado estos se ubiquen sobre superficie plana.

Todo esto junto con otros factores que se irán desarrollando a lo largo del proyecto han permitido determinar la configuración final, sobre la cual, además, se hará un análisis de la inversión teniendo en cuenta el valor actual neto.

Es importante comentar que en este proyecto no solo se han consultado los datos de irradiancia, sino que además, se ha corroborado su validez, comprobando por lo tanto que los datos obtenidos por procedimiento en la propia base de datos son correctos, al mismo tiempo, esto ha llevado a considerar ciertas hipótesis en el método de cálculo que utiliza el PVGIS.

Ante la magnitud del proyecto y la ubicación de la instalación, ha sido también necesario realizar una evaluación del impacto ambiental, para ello, se han valorado todas las posibles consecuencias directas e indirectas, las cuales van recogidas en una matriz de Leopold que aunque por defecto es de valoración subjetiva, permite reflejar de forma fiel el impacto que supondría realizar la instalación durante su fase de ejecución y explotación. Para garantizar una evaluación ambiental de calidad se ha hecho un inventario ambiental completo que no solo recoge el valor biológico de la zona en concreto, sino que también lo hace de los alrededores próximos que puedan considerarse vulnerables en mayor o menor medida, aunque sea por la migración de parte de su fauna a la instalación.

Además, se ha desarrollado mediante Labview un programa que simula la entrada de valores obtenidos mediante sensor, lo que permitirá monitorizar la planta.

El programa de monitorización permitirá registrar por pantalla la entrada de datos que simulan los valores obtenidos por la célula de calibrado. Además, según los valores proporcionados por los sensores se mostrarán avisos dirigidos a los operarios los cuales deberán actuar en consecuencia. Al mismo tiempo, los operarios se encargarán de introducir el período de muestreo en el que se quiera hacer la adquisición de datos, este período de muestreo será ajustable por medio del programa, ya que se ha diseñado para ello.

Los datos proporcionados por los sensores a razón del período de muestreo que decida el operario permitirán mantener un registro de toda la planta y detectar por lo tanto comportamientos anómalos y actuar para corregirlos.

La información que se obtiene corresponde a volumen del embalse, velocidad del viento y su carga sobre el panel, temperatura ambiente, temperatura de las celdas e irradiancia.

La lectura de los datos se irá mostrando y registrando por pantalla para cada fecha y hora en concreto a razón del período de muestreo fijado. Cuando se pare la ejecución del programa se producirá un guardado automático en una hoja de cálculo donde aparecerán estos valores para cada fecha y hora correspondiente configurando de este modo un registro histórico, lo que permitirá además comparar estos valores con los esperados debido a una estimación concreta en pérdidas.

Con la intención de facilitar la comprensión al lector, se ha decidido realizar también una explicación de carácter introductorio referente al comportamiento del panel fotovoltaico, sus características, su proceso de fabricación, los diferentes tipos de instalaciones y los diferentes elementos que se utilizan en ellas.

Además, se ha considerado de especial interés hacer un análisis de la situación energética actual, haciendo énfasis en el sector renovable a modo de identificar la situación a la que quedaría sometido este proyecto.

En este análisis se ha incluido un breve repaso histórico del sistema eléctrico español, mencionando algunas de las diferentes políticas energéticas y el impacto que han tenido, lo que permitirá hacer un estudio crítico, explicar algunos de los conceptos más importantes y desmontar algunos mitos que se han ido extendiendo. Sobre todo los referentes al sector renovable ya que es el que engloba a este proyecto.

También se explicará con bastante detalle la configuración del mercado eléctrico español haciendo hincapié no solo en la secuencia de mercado sino también en el funcionamiento de este en el largo y corto plazo. Además, se explicará el sistema de subastas y la normativa de límites blandos y duros que se aplica en la actualidad y su relación con las renovables.

Finalmente se hará un balance energético del año 2016 en concepto de potencia instalada y producción y se comparará el precio de la electricidad en España y otros países europeos relacionando este precio a su vez con la tecnología usada para la generación de energía.

Es importante recalcar que estos son solo los puntos principales, los cuales se desarrollarán con más detalle a medida que se avance en la lectura, al igual que se hará para otros puntos no comentados anteriormente, pero que también se han considerado de interés.

2-JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1-JUSTIFICACIÓN

Las centrales fotovoltaicas convencionales, esto es, sobre tierra firme ya rondan en algunos casos potencias del orden de los GW, sin embargo el concepto de instalación fotovoltaica flotante, esto es, sobre superficie acuática no está muy extendido, muchas veces por el sobre coste, pero también por la incertidumbre que suele generar al ser una idea que pretende ubicar paneles en medio acuático, lo cual lleva implícito posibles problemas de corrosión y un mayor desembolso, como mínimo en lo que se refiere a tratamientos químicos o materiales resistentes a esos entornos.

Hay que comentar que las centrales convencionales están al aire libre y por lo tanto también están expuestas a corrosión por la humedad del ambiente y por la lluvia, aunque esa exposición sobre todo a la humedad sea significativamente menor.

El concepto de instalación que se plantea es innovador y está empezando a ganar fuerza sobre todo en países asiáticos, entre ellos, Japón.

A continuación se muestra una imagen con la evolución de instalaciones flotantes:

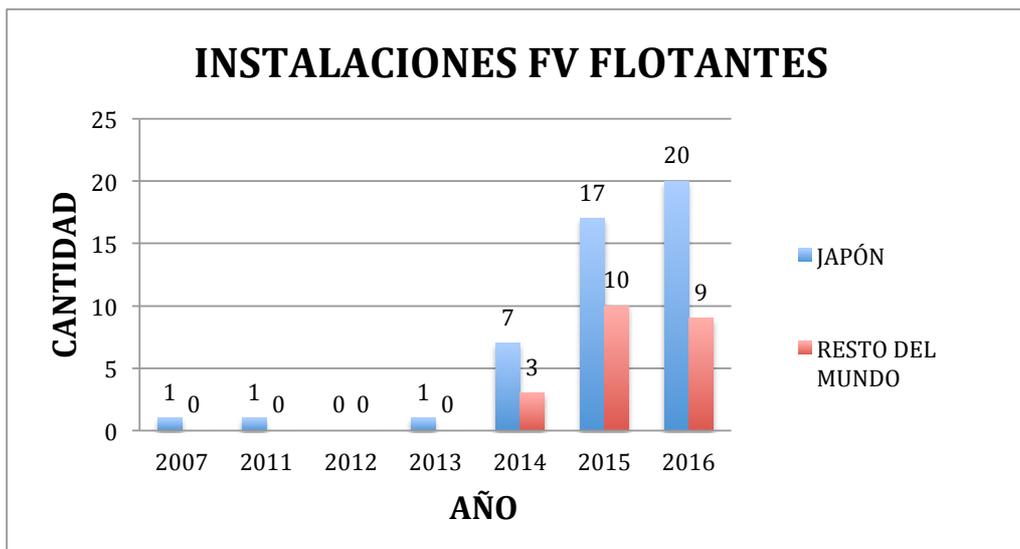


Imagen 1: Registro de Instalaciones fotovoltaicas flotantes (Elaboración propia.2017)

Las funciones que cumplen estas instalaciones además de la generación de energía eléctrica mediante fuentes **renovables** y que sirven de argumento para llevar a cabo su explotación son principalmente las siguientes:

Reducir la evaporación y la eutrofización del medio marino:

Al instalar sobre la superficie acuática se garantizará una menor exposición al sol, reduciendo la eutrofización y la evaporación del agua al estar cubierta parte de la superficie total de la misma.

Mayor producción:

La mayor producción está justificada por dos motivos principales. Uno de ellos, es la refrigeración que supone tener la instalación en un medio acuático, de modo que la humedad a pesar de los problemas de corrosión, favorecerá la refrigeración de los paneles, es decir, se rebajará la temperatura del medio y por lo tanto del panel, lo que implicará una mayor producción.

Además, hay que tener en cuenta que instalar sobre superficie acuática, siempre que no se cubra esta en su totalidad, garantiza una **mayor reflectancia** respecto a instalar en tierra firme, ya que la reflectancia del agua es mayor que la del suelo, lo cual, inducirá una mayor irradiancia sobre los paneles.

Con todo esto, las centrales flotantes, además de reducir la evaporación permiten **aumentar la producción hasta un 14%** respecto de las instalaciones fotovoltaicas convencionales.

Otras de las principales ventajas se argumentan con una **mejor utilización del terreno y con evitar pérdidas económicas:**

Por lo general, las instalaciones fotovoltaicas de gran potencia ocupan una superficie considerable, lo que en realidad lleva asociado la no explotación de otras actividades económicas en el lugar de emplazamiento, por lo que se inducen pérdidas, algo que no ocurre con las instalaciones flotantes, además, con la reducción de la evaporación se fomentan las actividades que requieren de suministro de agua, como pueden ser las dedicadas al sector agrícola, el cual puede impulsar la producción en caso de ver niveles adecuados de agua embalsada, lo que deriva en una actividad que generará ingresos.

Por lo tanto, al margen del coste de la instalación, se deberán tener en cuenta los ingresos que de forma indirecta produce y las pérdidas que evita. Esto es, teniendo en cuenta las funciones secundarias que cumplen estas instalaciones queda garantizado un valor añadido respecto a las centrales convencionales.

2.2-ALGUNAS INSTALACIONES

A continuación se mencionarán las instalaciones fotovoltaicas más grandes del mundo, primero las centrales convencionales y posteriormente algunas flotantes con la finalidad de poder comparar su magnitud.

2.2.1-CENTRALES SOBRE SUELO FIRME:

El parque fotovoltaico más grande del mundo actualmente es el Kurnool Ultra Mega Solar Park, de 1GW de potencia, está situado en la India y ocupa una superficie de 2400 hectáreas.

El coste total ha sido de 1100 millones de euros.



Imagen 2: Kurnool Ultra Mega Solar Park (El periódico de la energía.2017)

La segunda planta fotovoltaica más grande del mundo se encuentra en China y se trata de Longyangxia Solar Park con una potencia de 850MW.

La tercera instalación más grande vuelve a ser de India, con 648 MW. A partir de aquí las 5 siguientes corresponden a Estados Unidos, donde se encuentran la Solar Star Solar Farm I y II, de Estados Unidos con 597MW, la Copper Mountain con 552MW y la Desert Sunlight Solar Farm de 550MW cuyo coste fue aproximadamente de 1460 millones de euros, financiados principalmente por el grupo inversor Goldman Sachs. La Topaz Solar Farm de 550 MW propiedad de Warren Buffet y la Mesquite Solar Project de 400MW.

Como se puede ver las centrales con más potencia instalada se encuentran en India, China y Estados Unidos, siendo a su vez los países líderes con más potencia instalada.

En España la instalación con más potencia corresponde al Parque Fotovoltaico de Puertollano (Ciudad Real), con una potencia pico de 70MW.

2.2.2-CENTRALES FLOTANTES:

Se puede ver que en las instalaciones fotovoltaicas flotantes las potencias son bastante más bajas que en las instalaciones convencionales. A continuación se muestran las principales:

La instalación fotovoltaica flotante más grande del mundo corresponde a Huainan City, la cual se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 3: Instalación flotante más grande del mundo: Huainan City (Diario renovables.2017)

Seguida por Umenoki, en Japón, con 7,5 MW.

La tercera instalación fotovoltaica flotante más grande se encuentra en Europa y se trata de la Queen Elisabeth II Reservoir, en Reino Unido, con 6,3 MW.

Es destacable que la mayoría de estas instalaciones se encuentren en Asia, con mayoría en China, Japón y Corea del Sur.

A continuación se muestra una lista con las principales instalaciones de este tipo:

Nº	MW	Nombre del embalse/lago/planta	País	Ciudad/Provincia	En operación
1	20	Coal mining subsidence area of Huainan City	China	Anhui	Abril, 2016
2	7,5	Umenoki Solarpark	Japón	Saitama	Octubre, 2015
3	6,33	Queen Elizabeth II reservoir	Reino Unido	London	Marzo, 2016
4	3	Otae Province	Corea Sur	Sangju City Gyeongsang Bukdo	Octubre, 2015
5	3	Jipyong Province	Corea Sur	Sangju City Gyeongsang Bukdo	Octubre, 2015
6	2,9	Godley Reservoir Floating Solar PV	Reino Unido	Godley	Enero, 2016
7	2,8	Kato-Shi	Japón	Takaoka, Hyogo	Marzo 2015
8	2,4	Tsuga Ike	Japón	Mie	Agosto, 2016
9	2,4	Sohara Ike	Japón	Mie	Marzo, 2016
10	2,3	Sakasama Ike	Japón	Hyogo	Abril, 2015

Imagen 4: Listado principales centrales flotantes (El periódico de la energía.2017)

En España las instalaciones flotantes son muy poco frecuentes, la más grande está en Murcia y su potencia es de tan solo 161,2 kWp.

Actualmente, como ya se ha comentado, la instalación fotovoltaica flotante más grande del mundo se ubica en Huainan City (China) la cual empezó con 20MW y actualmente tiene una potencia de 40MW que pretende ser ampliada hasta llegar a los 300MW por la gran cantidad de hectáreas disponibles que lo permiten. Esta instalación se estima que reducirá las emisiones de CO₂ en 420.000 toneladas.

En este proyecto, llevar a cabo la opción de instalar 2,74MW+ 20MW en fase I y fase II respectivamente en lugar de optar por una instalación de mayor potencia se argumenta a lo largo del proyecto, sin embargo, hay que tener en cuenta, que el estudio que se ha hecho para el caso de 50MW, 80MW y 100MW también permitiría ampliar la instalación teniendo en cuenta los valores de producción y facturación calculados.

Solo con la fase I y sin tener en cuenta el sobredimensionamiento, la instalación se ubicaría en la posición 8 de la tabla anterior. Con la ampliación, esto es, fase II se colocaría en segunda posición considerando el valor actual de Huainan City en 40MW y su vigente fase de ampliación.

3-TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

3.1-VOCABULARIO

IRRADIANCIA: La irradiancia se define como la potencia de la incidencia solar por unidad de superficie, esto es, W/m².

El valor que llega a la atmosfera terrestre se sitúa en los 1353 W/m² ±3% para el caso de una superficie perpendicular a los rayos de sol, sin embargo a medida que los rayos atraviesan la atmosfera y llegan a la superficie terrestre la irradiancia sobre el panel experimenta una disminución en sus valores los cuales además dependen del ángulo de inclinación y la orientación de las placas. También afecta la nubosidad y la turbidez de Linke. Esta última se define como el número de atmósferas limpias que hipotéticamente estaría atravesando el rayo solar, por lo tanto a mayor turbidez de Linke más pérdidas se darían hasta llegar a la superficie terrestre, esto se debe en parte a la contaminación por aerosoles y otros vertidos que agudizan el esmog fotoquímico que acaba convirtiendo radiación directa en difusa.

IRRADIACIÓN: La irradiación se define como la suma de todas las irradiancias que se dan en un intervalo de tiempo concreto y sus unidades se dan en Wh/m².

HORAS SOLARES PICO: De forma abreviada HSP y se define como la cantidad de horas en las que se estaría recibiendo una irradiancia de valor 1000W/m².

No hay que confundir HSP con horas de sol, ya que para cada hora de sol puede haber una irradiancia de valor menor a 1000 W/m², al final toda la cantidad de irradiancia, resultado de la suma de todas las irradiancias a lo largo del día permitirá obtener una cantidad HSP que será casi con total seguridad de un valor menor a las horas de sol ya que muy difícilmente se darán valores de irradiancia de 1000 W/m² para todas las horas. Para recibir irradiancias de estos valores es necesario un cielo despejado y que además la instalación tenga en todo momento la inclinación y orientación óptima en función de la trayectoria solar aparente, algo que solo se da en sistemas de seguimiento solar y en caso de estar en meses o días

en los que la declinación del ángulo terrestre permita una mayor exposición a los rayos de solares.

IRRADIANCIA DIRECTA: Es la que corresponde a los rayos recibidos directamente del Sol.

IRRADIANCIA DIFUSA: Es la que procede a los rayos que se ven dispersados en el camino desde la atmósfera hasta el panel. Hay mayor cantidad de irradiación difusa en días nublados o con mayor smog fotoquímico.

ALBEDO: Es la irradiancia que llega a la superficie terrestre y se refleja. Las superficies claras y brillantes tienen mayor reflejo que las superficies oscuras y mates, las cuales tienen mayor capacidad de absorción.

En el caso de una instalación fotovoltaica debe evitarse la reflectancia sobre el panel cuando incide la luz sobre el, en cambio cuanto mayor sea la reflectancia del entorno sobre el que se ubican los paneles se esperará una mayor irradiación global y por lo tanto una mayor producción.

IRRADIANCIA GLOBAL: Es la suma de todas las anteriores irradiancias y la que interesa para realizar el cálculo, ya que se trata de la irradiancia total y que servirá para calcular la irradiación global.

3.2-FUNCIONAMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Para entender como un panel fotovoltaico llega a generar energía antes es necesario tener en cuenta las propiedades de los semiconductores.

Los semiconductores presentan un comportamiento que rige los principios de funcionamiento del diodo, y por lo tanto, de otros elementos electrónicos, como por ejemplo el transistor, que en realidad su expresión más simple consiste en la unión de varios diodos. El caso del panel fotovoltaico no es una excepción.

Los paneles fotovoltaicos más extendidos tienen como elemento principal el silicio y dependiendo por lo general de la potencia que suministran, están formados por una cantidad determinada de células solares confeccionadas con este semiconductor.

El silicio tiene cuatro electrones en la última capa de valencia y para conseguir la configuración ideal del octeto necesita la compartición de otros átomos que puedan llegar a otorgar esos cuatro electrones que faltan para garantizar la estabilidad que presentan los gases nobles con sus ocho electrones en la última capa, de este modo, si un átomo de silicio comparte con otro átomo de silicio se garantiza la estabilidad al sumar en total la configuración ideal, esta unión genera un enlace covalente. El conjunto de estos enlaces irá configurando a su vez una red cristalina por la que se podrán mover los electrones libres.

Entonces, si se consigue excitar a los electrones de valencia con energía suficiente para que puedan liberarse de esos enlaces covalentes quedarán unos electrones libres que se moverán por la red cristalina y dejarán a su vez unos huecos de carga positiva. Estos electrones se irán moviendo libremente y serán atraídos por esos huecos produciendo la recombinación del par electrón-hueco y desprendiendo en

forma de calor el excedente de energía que se había dado en su liberación. Al final esto lleva a una situación idéntica a la del punto de partida que no genera electricidad. Sin embargo, este comportamiento supone que si se consigue de alguna forma separar por una parte los electrones libres y por otra parte los huecos, se tendrá una diferencia de potencial que sí permita generar electricidad. Para conseguir esta separación se realiza de forma artificial el añadido de impurezas, este procedimiento recibe el nombre de dopado y permite separar huecos y electrones libres para generar la diferencia de potencial que se requiere. De este modo se obtienen los semiconductores tipo P y N.

Los semiconductores tipo P se consiguen con impurezas trivalentes, es decir, estas impurezas tienen en la última capa de valencia tres electrones.

Cuando se introducen estas impurezas en la red cristalina se forman enlaces buscando la configuración del octeto y quedando huecos libres, es decir, carga positiva.

Por otra parte, el semiconductor N se forma con las impurezas pentavalentes, es decir, con cinco electrones en la última capa de valencia.

Cuando se introducen estas impurezas en la red cristalina se cumplen las configuraciones del octeto y se da un exceso de electrones, hay por lo tanto electrones libres, es decir, carga negativa.

Cuando se da la unión P-N, en la zona de unión se genera una barrera de potencial al recombinarse los electrones libres de la zona N más próxima a esa barrera con los huecos de la zona P más cercanas. Esto crea a su vez dos zonas de empobrecimiento una de ellas en el semiconductor P y otra en el semiconductor N, ambas en las cercanías de la unión. Esto se debe a que los huecos y electrones libres de la zona se han recombinado formando la barrera de potencial que salvo excitación externa bloquea el paso de electrones de un semiconductor a otro.

Será necesario entonces, que la energía externa sea mayor a la barrera de potencial para que se pueda dar el flujo de electrones.

La energía externa en el caso del panel fotovoltaico será aportada por los fotones, los cuales inyectarán una cantidad de energía en función de su longitud de onda. Como ya se ha comentado, esta energía deberá ser suficiente como para superar la barrera de potencial.

En el caso del silicio la energía necesaria para generar ese par electrón hueco es de 1,12eV.

Las longitudes de onda que corresponden al espectro de luz visible se sitúan entre los 1,6 y 3,1 eV, por abajo y por arriba de estos valores se tiene el espectro infrarrojo y ultravioleta respectivamente.

En la siguiente imagen se expone la unión P-N, en ella se muestra la zona de depleción, así como los electrones libres y los huecos mencionados, considerados como carga positiva:

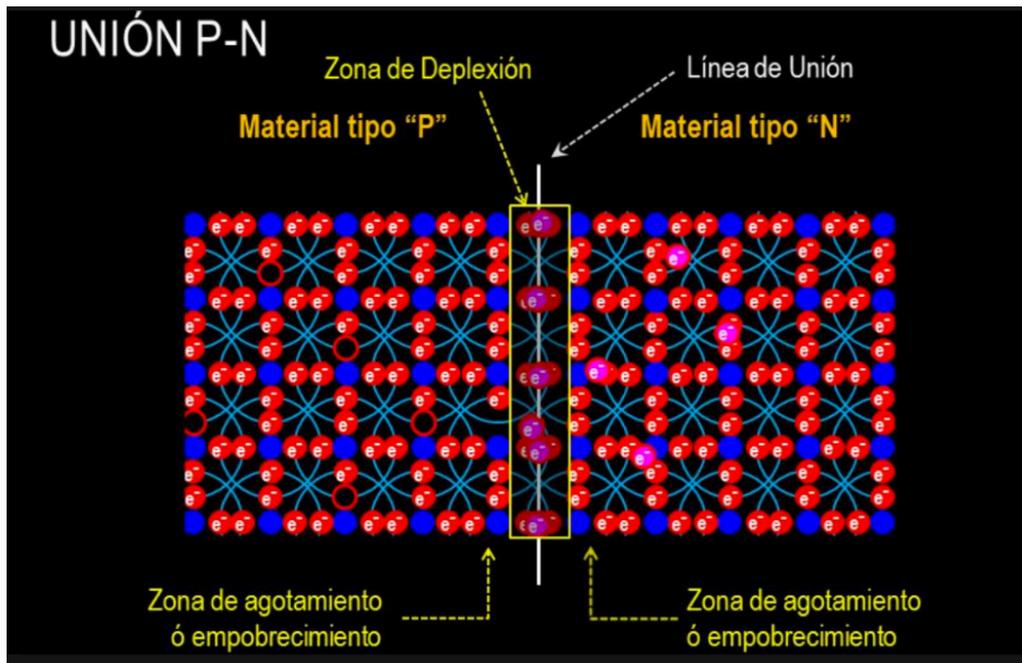


Imagen 5: Esquema de unión P-N (Díaz Moreno.2017)

Además, siguiendo con la similitud del diodo, se pueden dar situaciones de corriente inversa, las cuales suponen una amenaza para el correcto funcionamiento de la placa. De darse el caso, la corriente fluiría en sentido inverso al que lo haría cuando el panel funcionase correctamente, es decir, como generador de electricidad, por lo tanto, cuando se dan las corrientes inversas lo que puede ocurrir es que el panel pase de ser generador y por lo tanto producir electricidad, a receptor y por lo tanto consumir electricidad.

Estas situaciones pueden ocurrir principalmente debido a las sombras, ya que en este caso los fotones pueden no llegar a excitar lo suficiente como para superar la barrera de potencial en las células y por lo tanto que estas no lleguen a producir, de modo que el panel se convierte en una carga vulnerable a corrientes que en caso de superar ciertos valores pueden llevar incluso a quemar las placas. Para tratar el problema existen elementos como fusibles y diodos, los cuales protegen y garantizan un correcto funcionamiento, esto se verá con más detalle en el apartado protecciones.

Los paneles están formados por una cantidad determinada de células solares, estas células son en sí mismas una unión P-N, la cual será conectada de forma que la cara superior de la célula, la cual corresponde al semiconductor N, esté conectada a la cara inferior de la célula solar siguiente, esta cara inferior es por lo tanto el semiconductor P, cuya cara superior se vuelve a conectar a la cara inferior de la célula siguiente, de este modo se realiza el conexionado de células solares y se acaba configurando el panel, en este proyecto, el panel que se utiliza está formado por 72 células.

A continuación se muestra como se realiza ese conexionado entre células:

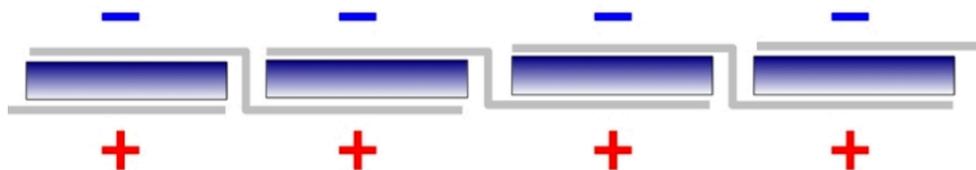


Imagen 6: Conexión de células (La web de las energías renovables.2017)

3.3-FABRICACIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Es necesario que todas las actividades que se dan en el proceso de fabricación permitan garantizar en la mayor medida posible los valores que el propio fabricante otorga al panel, ya que de esto depende la fiabilidad en la producción y la seguridad de la instalación, lo que al mismo tiempo lleva asociado que los paneles estén o no homologados.

A continuación se pretende explicar el proceso de fabricación de un panel solar.

Este proceso es el que sigue SolarWorld, uno de los mayores fabricantes a nivel mundial, por lo que pueden haber ligeras diferencias en el proceso que siguen otros fabricantes. El proceso de fabricación que se explica a continuación corresponde al tipo de células monocristalinas pero el proceso es también muy similar a los otros tipos de células. A continuación se explica el procedimiento:

Del silicio a la oblea: Se resume en: Cristalización, elaboración de lingotes, corte de las obleas y elaboración final de las obleas.

En esta parte se introduce el silicio en un horno para su fundición, tras la fundición queda un bloque de silicio fundido con impurezas de boro. La estructura cristalina resultante determinará junto con la calidad y pureza del silicio las características del panel.

Tras la fundición, el bloque obtenido se deja enfriar unos días y se lleva al briquetador, el cual corta el bloque de silicio. Una vez cortado el bloque, se lava y se seca, posteriormente se tiene el proceso de marcado en el que se obtienen los datos de los lingotes obtenidos tras el corte y lavado, lo que permite agrupar los que presentan las mismas características.

A continuación, los lingotes se pegan sobre una placa de cristal y se vuelven a cortar, pero esta vez formando obleas, tras esto, se vuelven a limpiar.

Posteriormente se miden los parámetros de esas obleas y se clasifican en función de los valores obtenidos.

De la oblea a la célula solar: Las obleas se bañan en ácido para eliminar los restos no deseados que puedan quedar, además, se aplican otras sustancias para pulir la superficie a nivel microscópico. Posteriormente, las obleas se gasean con gas fosfórico para dopar con los 5 electrones de valencia que tiene el fósforo. Con esto se formaría la unión P-N. A continuación se limpia.

Para aislar la zona N de la parte positiva de la oblea, es decir, la zona P, se produce un baño en ácido.

Posteriormente las obleas se meten en una cámara de plasma donde obtienen su color típico, de normal azul o negro, esto es así para absorber la mayor radiación posible.

A continuación se aplican unas tiras de soldadura para poder realizar los contactos. Finalmente, se sueldan los contactos en el silicio, de este modo se obtiene la célula solar, a continuación se vuelven a examinar todos los parámetros de la célula y en función de los resultados obtenidos en concepto de calidad se clasifican. Los datos medidos en este proceso determinarán lo que el fabricante muestra en la hoja de datos.

De la célula al módulo solar: Se resume en: Fabricación "lay-up", fabricación del laminado, fabricación de módulos y acabado.

En la fabricación "lay-up" se incorpora vidrio al proceso, se limpia y se cubre con lámina EVA, la cual garantizará la adherencia al vidrio y la resistencia a la intemperie.

Las células clasificadas, son sometidas a otro control, a continuación, un robot las coloca en serie formando "strings" de células y las suelda uniendo las caras hasta llegar a soldar el número de células correspondientes a la potencia que se quiera en el panel. Se vuelve a cubrir con lámina EVA y posteriormente se vuelve a realizar un control.

A continuación, en la fabricación del laminado, el vidrio, las láminas y células se unen a temperatura alta, se enfrían y se inyecta al módulo la caja de conexiones.

Posteriormente se da la fabricación de módulos, en ella las piezas que forman el marco se colocan y se unen con silicona.

Se vuelven a medir las propiedades a unas condiciones determinadas y se clasifican.

Finalmente se da el acabado, en el, las cajas de conexión se rellenan con silicona para protegerlas sobretodo de la corrosión, se fijan los cables y se cierran las cajas. Por último, se realiza una inspección rápida y se empaquetan los paneles, los cuales quedan listos para su envío.

3.4-TIPOS DE PANELES

La gran mayoría de paneles están formados por células de silicio, aunque más adelante se comentarán los paneles formados por células de otro tipo de material.

Las células monocristalinas y policristalinas tienen como elemento base el silicio cristalino sin embargo existen diferencias entre ellas:

Silicio monocristalino: Destacan por la pureza del material y por una estructura cristalina uniforme. Tradicionalmente eran las que más eficiencia tenían. Y lo siguen siendo, sin embargo la diferencia tan notable que se tenía respecto a las policristalinas se ha reducido considerablemente.

El coste de fabricación de células monocristalinas es más alto de las que posteriormente se comentan.

Silicio policristalino: Destaca por tener un menor coste que las células monocristalinas. Su rendimiento estaba tradicionalmente bastante por debajo de las anteriores pero actualmente no hay diferencias muy significativas por los cambios en los procesos de fabricación, los cuales han permitido reducir la irregularidad y desorden de la estructura atómica que provocaba “reflejos” y “sombras” a nivel atómico, lo que rebajaba la eficiencia del panel. Actualmente, la célula policristalina empieza a ganar fuerza, principalmente porque el coste de fabricación es menor y por lo tanto el precio para el consumidor también lo es. La eficiencia de la policristalina se sitúa aproximadamente en un 3% menos que en las células anteriores.

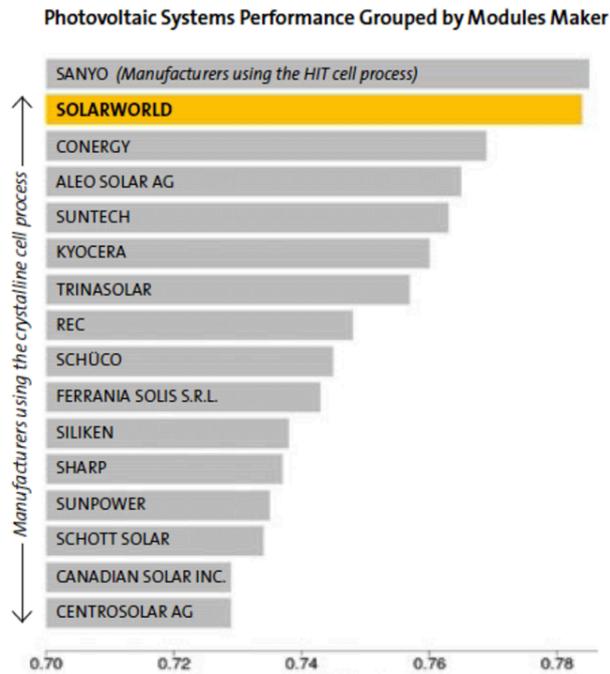
Otras:

Por otra parte se tienen las células de capa fina, las cuales son mucho menos comunes. Es el caso de: los paneles de Teluro de cadmio (CdTe), los de Cobre, Indio, Galio y Selenio (GIS/CIGS), las células fotovoltaicas orgánicas y las de silicio amorfo (a-Si): Estos tipos de células son de bajo coste pero ofrecen un rendimiento muy pobre, el cual oscila entre el 7% y 13%, además, su potencia se degrada significativamente con el tiempo y la vida útil se ve reducida de forma considerable.

3.5-ANÁLISIS DE FABRICANTES

Los principales fabricantes de paneles solares a nivel mundial se encuentran en China, Estados Unidos, Japón, Alemania y Canadá. En lo que a volumen de producción se refiere es de especial interés el caso de China, donde se encuentran fabricantes como: Jinko Solar, JA Solar, Daqo New Energy, Xi'an LONGI y Trina Solar, que otorgan a China el liderazgo en producción y venta.

Basándose en datos recogidos tras el estudio de más de 12.000 instalaciones fotovoltaicas, desde 2010-2012, hasta el 2016 la agencia italiana de red eléctrica GSE oficializa los resultados de los test de rendimiento realizados por SunReport, lo que permite determinar la calidad de los paneles que ofrecen muchos de los principales fabricantes.



Source: www.sunreport.it | April 2016

Imagen 7: Resultados del análisis (Sfe-Solar.2017)

A continuación se muestra el origen de los fabricantes que aparecen en la imagen de Sunreport:

- Panasonic-Sanyo: Japón
- SolarWorld Alemania
- Kyocera Japón
- Trina Solar: China
- REC: Estados Unidos
- Sunpower: Estados Unidos
- Schott: Alemania
- Sharp: Japón
- Conergy: Alemania
- Aleo Solar: Alemania
- SunTech: China
- Canadian Solar: Canadá
- Ferrania Solis: Italia
- Siliken: España
- Centro Solar: Alemania
- Shuco: Alemania

Por lo tanto, en concepto de calidad se puede destacar la fuerte presencia de empresas alemanas.

En esta lista únicamente aparecen dos fabricantes chinos, lo que permite ver que el volumen de producción de China es alto pero la calidad de sus paneles no es de las mejores. El caso de Trina Solar, fabricante chino, es interesante ya que el

elevado volumen de producción que tiene no merma la calidad. Lo que en cierto modo supone una buena relación calidad-precio debido a la economía de escala. Estos datos, al mismo tiempo sirven para descubrir la tendencia que se da en la compra, ya que el incremento en la producción por parte de algunos fabricantes chinos, pretenden satisfacer una demanda, y el mero hecho de que su producción sea elevada y sus paneles no sean de gran calidad permite determinar que los compradores optan por un precio bajo frente a la calidad del producto, ya sea por desconocimiento u otro motivo, sin embargo, optar por paneles de calidad no solo permite tener una instalación segura y fiable en cuanto a producción, sino que la producción se verá incrementada notablemente en caso de usar paneles que ofrecen un alto rendimiento frente a los que no lo hacen. En ocasiones esto marca una diferencia media del 10% en la producción. Al mismo tiempo será necesario determinar si el coste total por la adquisición de paneles de calidad queda compensado con los ingresos o no. En definitiva, se trata de obtener paneles con una buena relación calidad-precio, lo que garantizará una buena fiabilidad en los valores de producción a un precio considerable y que permita cumplir principalmente con los objetivos económicos marcados sobretodo a medio y largo plazo, ya que a corto plazo o muy corto plazo el rendimiento es en la mayoría de casos muy bueno y similar.

La mayoría de paneles llevan garantizados por el fabricante una vida útil y garantía que se estima en 25 años, sin embargo esto no supone que a partir de esa cantidad de años los paneles dejen de funcionar, simplemente a partir de estos años el fabricante no suele determinar el rendimiento del panel y por lo tanto el valor no suele aparecer en los "datasheet" ya que no se ha modelado su comportamiento.

A partir de esos 25 años el rendimiento seguirá disminuyendo hasta llegar a un valor fijo, esto es, el rendimiento dejará de disminuir, y es aquí donde la calidad del panel también juega un papel fundamental, esto es, un panel con un mayor rendimiento a medio plazo en la mayoría de casos también garantizará un buen rendimiento en el largo y muy largo plazo aunque este realmente se vea rebajado. La diferencia entre un panel de calidad y otro de menor calidad permitirá por lo tanto disponer de un rendimiento mayor en el muy largo plazo y por lo tanto que la instalación tenga mayor vida útil.

Al margen de la calidad del panel, hay que tener también en cuenta otros factores que determinarán el rendimiento y que corresponden a las condiciones del entorno sobre el que se vaya a operar.

El análisis que se ha expuesto permite dar una idea sobre el rendimiento que ofrecen algunos de los principales fabricantes, sin embargo el estudio presenta limitaciones. Por una parte este rendimiento es global a toda la marca independientemente del modelo, además, el análisis empezó por el 2010 por lo que muchos fabricantes han podido modificar el proceso de fabricación afectando a la calidad del panel ya sea negativamente o positivamente, y como se ha comentado, habrá que tener en cuenta el modelo de panel analizado, ya que los resultados son genéricos. Tampoco se muestra la tecnología cristalina utilizada, es decir, si monocristalina, policristalina o amorfo ni tampoco la relación calidad precio. En la imagen correspondiente al análisis se puede ver que el fabricante Panasonic-Sanyo se muestra en primer lugar, y SolarWorld aparece remarcado en segundo lugar, esto se debe a que en realidad SolarWorld ofrecería los paneles de tecnología cristalina estándar de mejor rendimiento, mientras que Panasonic-Sanyo aparecen en el primer puesto porque utilizan tecnología de Heterounión (HIT), lo que en realidad permite conseguir los mayores rendimientos, es

necesario comentar que el precio de fabricación y por lo tanto de venta es superior.

Para tecnología cristalina convencional los rendimientos de la policristalina oscilan por lo general entre los 15,5% a los 17,5%, para las monocristalinas ese rendimiento se encuentra entre el 17,5% y el 20%, mientras que la tecnología HIT otorga rendimientos que oscilan entre el 20% y poco más del 25%.

En entornos donde el espacio es ajustado la colocación de paneles de tecnología HIT ofrece una alternativa interesante, sin embargo el coste de los paneles puede ser un problema.

En el caso de paneles policristalinos y monocristalinos la diferencia de rendimiento por módulo no es significativa y puede que el coste mayor de las monocristalinas tampoco compense. Por lo tanto, se puede considerar a la tecnología monocristalina como una alternativa más barata a la tecnología HIT la cual supone una alternativa en espacios ajustados. El uso de paneles de tecnología policristalina permite obtener unos rendimientos muy cercanos a la monocristalina y por un coste inferior, ofreciendo además una mejor relación calidad-precio.

Los paneles utilizados en este proyecto son de tipo policristalino y de la marca alemana AXITEC. Se hubiera podido optar por paneles monocristalinos o de tecnología HIT, sin embargo como se ha dicho el coste hubiese sido mayor y el espacio ocupado por parte de la policristalina no era restrictivo. Las características generales del "datasheet" y la relación calidad-precio han sido los argumentos que han motivado a la elección del panel AC-320P/156-72S y del cual se detallará más información a medida que se avance en la lectura.

Los paneles con células de capa fina quedan descartados por el inconveniente de la vida útil, cuya diferencia es muy notable, al igual que la degradación de potencia y el bajo rendimiento que ofrecen. Además, en caso de utilizarlas para conseguir la misma potencia que se obtendría con tecnología monocristalina se requeriría emplear una superficie alrededor de cuatro veces mayor. Lo que supondría cubrir toda la superficie acuática del embalse. A diferencia de la policristalina, cuya superficie requerida respecto a la monocristalina no es significativa y no supone ninguna restricción a otras actividades en el embalse.

3.6-TIPOS DE INSTALACIONES Y CONCEPTOS

Principalmente se puede diferenciar entre dos tipos de instalaciones fotovoltaicas. Se tiene entonces, la instalación fotovoltaica aislada de la red y la instalación fotovoltaica de conexión a red. A continuación se pretende explicar cada una de ellas.

3.6.1-INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS:

La instalación aislada es aquella en la que el usuario no está conectado a la red eléctrica, por lo tanto únicamente dispondrá de suministro por parte de su instalación o instalaciones de autoconsumo. Este tipo de instalaciones inducen cierto riesgo, tanto para el contratista como para el proyectista, por una parte, el contratista tiene que estar seguro del uso que va a darle al recinto donde se va a suministrar la energía generada por la instalación, y además, ser consciente de lo

que supone aislarse de la red, ya que en caso de falta de suministro las consecuencias pueden ser de magnitud importante.

El proyectista, por su parte deberá estar seguro de que el cliente entiende perfectamente las consecuencias y deberá estar seguro de que los datos que proporciona el cliente son datos fiables, sobretodo en cuanto a consumo energético al ser esta la variable de mayor interés.

Es recomendable que el cliente proporcione cuanta más información posible en el tema de energía consumida o energía que se tiene previsto consumir, para ello, en caso de una vivienda o recinto con historial de consumo previo a la instalación, una buena opción es entregar al proyectista las facturas de la luz, de modo que se realice el cálculo de la instalación acorde con el consumo.

Al hacer el cálculo de la instalación se suele sobredimensionar la potencia para evitar fallos de suministro, sin embargo el cliente deberá entender que en caso de conectar más receptores de los inicialmente considerados existe un riesgo, ya que la instalación no estaría preparada para suministrar cierta potencia, por lo tanto será necesario que el cliente haga una previsión de la necesidad de conectar nuevos receptores y en caso de no preverlos será de interés valorar la posibilidad de realizar alguna modificación en la instalación para minimizar el riesgo de fallo de suministro.

Es importante comentar que en una instalación aislada de cero emisiones el riesgo de suministro nunca puede ser 0 ya que se trata de una fuente de energía no gestionable, sin embargo puede ser bajo si el contratista entiende el funcionamiento de la instalación.

Para entender el riesgo que se asume con las instalaciones aisladas es necesario entender el procedimiento de cálculo y las opciones más típicas que se tienen en las instalaciones de este tipo.

Por una parte se tienen las instalaciones con sistema de baterías e inversores PWM y por otra parte instalaciones con baterías e inversores MPPT. Las baterías también pueden ser sustituidas por algún grupo electrógeno, lo que supondrá un ahorro importante en la instalación como se verá posteriormente y además el riesgo por fallo de suministro únicamente quedaría sujeto al combustible de grupo electrógeno, el cual sí es gestionable.

Para el caso de baterías e inversores PWM:

En base a los receptores y su consumo, el primer paso será determinar si el consumo será en continua o alterna o si será un consumo mixto, además será necesario determinar también la tensión de la instalación, generalmente entre 12V, 24V o 48V.

Con estos datos y suponiendo consumo en continua se aplicará la siguiente ecuación para determinar el consumo mensual; $(P_n \cdot h_m \cdot \text{número días mes}) / V_{inst}$

En caso de tratarse de un consumo en alterna se aplicará: $(P_n \cdot h_m \cdot \text{número días mes}) / (V_{inst} \cdot \text{rendimiento inversor})$. Siendo P_n la potencia nominal, h_m las horas de utilización al mes de los elementos que consumen esa P_n y por último la V_{inst} hace referencia a la tensión de la instalación.

Con los datos de irradiación se calculará un coeficiente que servirá para determinar el número de líneas paralelo, este coeficiente representa la situación más desfavorable y viene dado por el cociente entre el mes de mayor consumo y su

irradiación mensual, o en caso de considerar un consumo uniforme durante el año sería la relación entre el consumo y la irradiación mensual más baja.

Esto supone que cuanto mayor es el coeficiente, la situación es más desfavorable.

El coeficiente obtenido se multiplicará por un factor de sobredimensionado según el criterio del proyectista, generalmente se sobredimensiona alrededor del 20%, esto es, multiplicar el coeficiente por 1,2.

Dividiendo este resultado entre la intensidad pico del panel se obtendría el número de líneas paralelo. Cada línea tendrá conectados en serie el número de paneles necesarios para que la suma de la V_{pico} del panel llegue al valor de la V_{inst} .

Es frecuente que haya diferentes consumos a lo largo del año, por lo que muchas veces se suele separar el cálculo en dos períodos de consumo y realizar una doble inclinación con el fin de optimizar la instalación, de modo que por la trayectoria aparente del Sol se consiga una mayor irradiancia en la superficie del panel. Cuando se trata de instalaciones pequeñas la diferencia de instalación fija frente a una de doble inclinación es muy baja, sin embargo con instalaciones más grandes, independientemente de ser aisladas o de conexión a red, variar el ángulo en función de la trayectoria aparente del Sol e incluso variar la orientación, es decir, realizar un seguimiento solar a dos ejes sí que puede incrementar notablemente la producción, esto supondrá que en caso de querer instalar una potencia concreta se permita ahorrar en placas. Ya que el coeficiente más desfavorable será menor y por lo tanto el número de líneas paralelo también se verá rebajada.

En las instalaciones pequeñas sobretodo aisladas, si el ahorro no es significativo se recomienda igualmente realizar alguna variación en la inclinación a lo largo del año, ya que de esta forma se obliga al propietario a revisar la instalación, lo que principalmente permitirá detectar posibles anomalías en cables y paneles.

Para la opción comentada será necesario también hacer uso de reguladores.

Los reguladores permiten controlar el proceso de carga y descarga de las baterías, evitando la descarga a los paneles en los momentos en los que estos no generan electricidad y se comportan como carga.

Los reguladores se elegirán en función de la tensión de la instalación y de la intensidad total que se genere, esto es, número de líneas paralelo(strings) por la intensidad que circulará por cada una de las líneas y que corresponde a la intensidad pico de la placa, con esto se determinarán los reguladores.

También será necesario en caso de consumo en alterna instalar inversores, para convertir la corriente continua que proporcionan los paneles. Además será necesario que los inversores puedan garantizar una potencia instantánea equivalente al consumo de todos los receptores que se conecten a este inversor.

Por último, las baterías, las cuales se pueden considerar como la parte más crítica en este tipo de instalaciones ya que en cierto modo determinan la viabilidad económica de las mismas al suponer un impacto de entre el 60 y 70% del coste total.

En una instalación de este tipo en el que se descarta el grupo electrógeno, las baterías juegan un papel fundamental, ya que de ellas depende la garantía de suministro, sobretodo en caso de días con baja o nula irradiación. Es por esto por lo que si la zona geográfica en la que se sitúe la instalación presenta niveles bajos de irradiación se deberán emplear mayor número de baterías con la finalidad de

garantizar más días de autonomía, evitando así el fallo de suministro, lo que al mismo tiempo supondrá un impacto importante en el coste llegando en ciertos casos a hacer la instalación económicamente inviable.

Además, se deberá tener en cuenta el deterioro de las baterías, ya que el fabricante determina una vida útil y por lo tanto cada cierto tiempo estas deberán ser remplazadas, lo que se traducirá en un impacto económico significativo.

Por lo general, la vida útil de las baterías gira entorno a los 25 años, un valor que puede verse incrementado o reducido dependiendo del trato que reciban y que en parte está relacionado con la profundidad de descarga de modo que a mayor profundidad de descarga la vida útil se reducirá.

Para realizar el cálculo de las baterías es necesario determinar el consumo en Ah/día y elegir una cantidad de días de autonomía en función del coeficiente más desfavorable, esta elección se realiza según el criterio del proyectista y debe ser suficiente como para reducir significativamente los riesgos por falta de suministro. El cálculo se realiza como el producto de ese valor de consumo en Ah/día por el número de días de autonomía que se haya considerado, todo esto dividido entre la profundidad de descarga que considere el proyectista y que por lo general suele ser de 0,7 para garantizar mayor vida útil al completar un número menor de ciclos. Con esta operación se obtendrá un valor en Ah. Los días de autonomía deberán pasarse a horas para encontrar una batería o unas baterías que garanticen esas horas de descarga y tengan la capacidad que se ha obtenido en Ah. Es posible que no se encuentren en los "datasheet" de los fabricantes valores exactos a los calculados, en ese caso se puede optar por realizar alguna interpolación o directamente obtener el compromiso de reducir o aumentar ligeramente las horas de autonomía o capacidad que se habían fijado desde un principio. Con ese valor en Ah coincidente con el del "datasheet" de la batería se obtienen las líneas de baterías en paralelo, esto es, el resultado entre el producto de los días por el consumo dividido la profundidad de descarga, y esto entre el valor en Ah de la batería elegida. Este valor dará la cantidad de líneas paralelo, que en caso de no dar exacto se volverá a adquirir el compromiso de redondear arriba o abajo según el criterio del proyectista.

Una vez se han determinado las líneas paralelo se calculan las baterías en serie necesarias.

Esta cantidad se determina a partir de la V_{inst} , es decir, de la tensión de la instalación. Las baterías proporcionan por lo general 2V de modo que la cantidad en serie a emplear será múltiplo de 2V hasta obtener el valor V_{inst} .

De este modo se puede ver que la cantidad de baterías en serie depende de la tensión de la instalación, y por otra parte la cantidad de líneas paralelo depende de los días de autonomía.

Sabiendo que la V_{inst} influye en el cálculo de las baterías se puede pensar en reducir la tensión de la instalación, lo que reducirá a su vez la cantidad de baterías en serie. Sin embargo hay que tener en cuenta que valores bajos de tensión de instalación inducen a mayores pérdidas por efecto Joule aunque muchas veces las pérdidas no son comparables al ahorro significativo que se puede obtener. También supone un problema en caso de tener receptores que requieran de una tensión de instalación mayor.

Es importante comentar que la tensión de la instalación no afectará al número de paneles, solo a las baterías, ya que según el cálculo para determinar las líneas

paralelo se utiliza la Vinst en el denominador, lo que una mayor Vinst reducirá las líneas en paralelo sin embargo supondrá una mayor cantidad de placas en serie. Como resultado, se obtiene el mismo número de paneles independientemente de la tensión de la instalación que se considere.

En general una instalación de este tipo suele tener un coste que ronda de los 2,5 euros el Wp a los 5 euros el Wp.

El coste de los kWh generados dependerán de la zona geográfica, es decir, una instalación situada en una zona con una cantidad considerable de horas solares pico (HSP) generará unos valores kWh altos y que al relacionar con el coste total de la instalación permitirán obtener un coste de kWh menor a mayor cantidad de HSP.

Sin embargo hay que tener en cuenta que el coste del kWh real no será ese, sino el kWh consumido, y en este caso el coste aumenta notablemente debido a que la mayor cantidad de energía generada es un excedente debido al sobredimensionado de la instalación y debido a que el cálculo de la instalación se ha hecho en base al mes con el coeficiente consumo- irradiación más desfavorable para garantizar el suministro, de modo que en el resto de meses con un coeficiente más favorable se generará por lo general más energía de la que realmente se vaya a consumir y como es evidente no se puede inyectar a la red al ser una instalación aislada.

Las instalaciones aisladas con baterías, suelen tener un coste elevado y que realmente no suele suponer un ahorro significativo en comparación con estar conectado a la red, por esto el desarrollo de baterías juega un papel fundamental.

Además, ofrece la desventaja de que el pago suele darse al inicio de la puesta en marcha, lo que puede suponer un impacto económico a considerar.

Estas instalaciones están justificadas en caso de que no haya posibilidad de conexión a la red eléctrica o que el punto de conexión más cercano esté alejado de la zona de interés ya que en caso de querer extender la red eléctrica para que llegue a dicha zona, el coste por cada kilómetro ronda a la baja los 20.000 euros, a los que habría que añadir, el coste del seguro obligatorio.

En muchas ocasiones una tensión de instalación de 12V, 24V o 48V no es suficiente para algunos receptores, por estos motivos, frente a los inversores PWM, se tienen los maximizadores, los cuales permiten trabajar a una tensión más alta, reduciendo por lo tanto las intensidades elevadas y las pérdidas por efecto Joule.

El maximizador permite que el panel trabaje en el punto de máxima potencia, de este modo la producción aumenta significativamente.

Esto afectará también al cálculo de las baterías, lo que supondrá una mayor cantidad en serie para poder llegar a la tensión que permite el maximizador a la salida de las mismas.

El coste de la instalación por lo tanto será elevado pero habrá mayor producción, y como ya se ha visto, se tiene la opción de usar un grupo electrógeno frente a las baterías.

El cálculo que se realiza en una instalación con maximizadores MPPT es ligeramente diferente a los PWM.

En los MPPT se permite una tensión de entrada, o tensión de campo fotovoltaico muy superior a los valores 12, 24 y 48V, con lo que también se permitirá un mayor

número de placas, este MPPT además permitirá una tensión nominal de batería que diferirá de la tensión del campo fotovoltaico.

Además, en los maximizadores MPPT no se trabaja con los valores nominales de la placa, se utilizan los valores de tensión e intensidad que se dan en el punto de trabajo, esto es, en el punto de máxima potencia.

Los maximizadores son utilizados principalmente en las instalaciones de conexión a red, por lo que a lo largo del proyecto se verá el procedimiento de cálculo y se explicará con más detalle el principio de funcionamiento.

A continuación se muestra un esquema básico de instalación aislada:

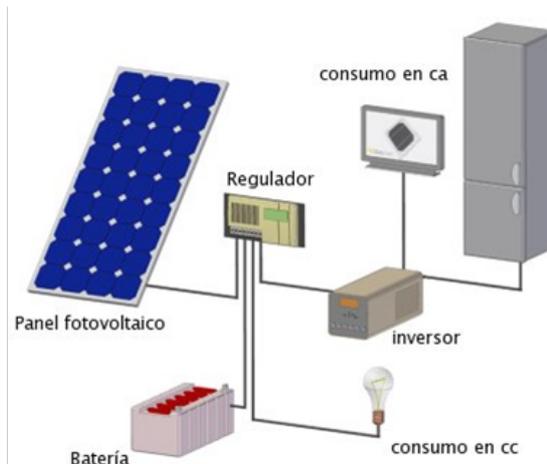


Imagen 8: Esquema básico de instalación aislada (Autoconsumamos.2017)

3.6.2-INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS DE CONEXIÓN A RED

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red dedicadas al consumo permiten recibir suministro por parte de la red eléctrica en caso de que la energía producida por los paneles no sea suficiente. En España, a pesar de la normativa actual que posteriormente se comentará con más detalle, estas instalaciones son en su mayoría rentables a largo plazo ya que el ahorro en la factura eléctrica es considerable.

Este proyecto corresponde a una instalación de solo vertido, esto es, la energía se genera con el único fin de inyectarla a la red, por lo tanto, es necesario que la corriente alterna generada a la salida del inversor cumpla con unos estándares que garanticen la seguridad del sistema. Para ello, será necesario que la corriente alterna sinusoidal presente una frecuencia de 50Hz con una variación máxima de $\pm 2\%$, además de una tensión eficaz constante en un margen de -15% y 10% de 230V para monofásica y 400V para trifásica.

Además será necesario que se cumplan los límites de distorsión armónica (THD), la desviación máxima será de un 2% para la tensión y 5% para la intensidad.

Será necesario por lo tanto que el inversor esté debidamente homologado y por lo tanto cumpla con las normas de seguridad.

En la siguiente imagen se expone el esquema básico de la instalación fotovoltaica de conexión a red.

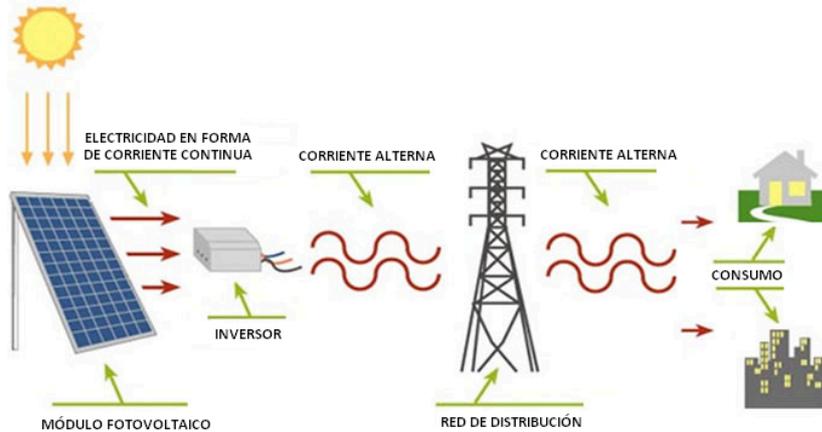


Imagen 9: Esquema básico instalación de conexión a red (Eco-Systems.2017)

A medida que se avance en la lectura se irán desarrollando los conceptos y los cálculos necesarios para llevar a cabo este proyecto de conexión a red.

3.7-FUNCIONAMIENTO DEL SEGUIDOR DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA

El maximizador, también llamado regulador o seguidor MPPT (Max. Power Point Tracking) es realmente un convertidor CC/CC sobre el que actúa un sistema de control que permite trabajar en el punto de máxima potencia para unas condiciones de temperatura e irradiancia concretas.

Es decir, en el “datasheet” del panel, el fabricante especificará unos valores de potencia, tensión e intensidad en el punto de máxima potencia para unas condiciones concretas de temperatura e irradiancia, formando unas curvas tensión- intensidad y también una curva de potencia. El valor máximo de esta curva será el valor en el que el seguidor hará trabajar al panel, lo que llevará a maximizar la producción.

Los reguladores MPPT están incluidos en los inversores para las instalaciones de conexión a red, mientras que en las instalaciones aisladas los reguladores, pueden no ser MPPT y trabajarían fuera del punto de mayor producción.

Para conseguir que el panel trabaje en este punto de potencia es necesario entender que:

En la entrada del seguidor se sitúan los paneles, los cuales inyectan una corriente de entrada y generan una tensión a la entrada del convertidor CC/CC. A la salida del mismo se generará una corriente y se tendrá también una tensión concreta. Con esto el sistema de control medirá los valores de entrada y los de salida y los comparará para determinar el ajuste correspondiente.

El ajuste se realiza variando el valor de la resistencia de entrada al convertidor. Con este ajuste se permite que la resistencia de entrada coincida con el valor que permite obtener la máxima potencia de la placa. Para variar el valor de esa

resistencia (R_e) se deberá variar el ciclo de trabajo, y de esto se encargará el sistema de control.

A continuación se puede ver el esquema del maximizador, y las expresiones que explicarían este ajuste:

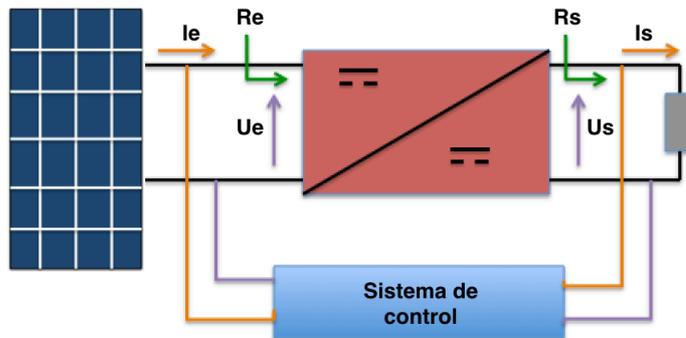


Imagen 10: Esquema del regulador MPPT (Elaboración propia.2017)

El convertidor CC/CC cumple la relación $d = U_e/U_s = I_s/I_e$, esta relación se puede variar con el sistema de control modificando el ciclo de trabajo, la variación se realizará como se ha dicho, comparando los valores de entrada y salida.

Se tiene entonces que $R_e = U_e/I_e$ y también $R_s = U_s/I_s$

Con esto se tiene $U_e = d \cdot U_s$ y $I_e = I_s/d$

Y se obtiene que $R_e = U_e/I_e = d \cdot U_s/I_s / d = d^2 \cdot U_s/I_s$, es decir, $R_e = d^2 \cdot R_s$

Por lo tanto variando el valor de d , es decir, el ciclo de trabajo, se puede variar R_e para que coincida con el valor que permita trabajar en el Mpp (Max. power point).

4-PVGIS

Existen una gran cantidad de bases de datos que muestran los valores de irradiancia para cada zona en concreto, estos valores son el punto de partida ya que a partir de ellos se realizarán prácticamente todos los cálculos necesarios para determinar la configuración de la instalación.

El PVGIS es una base de datos gratuita en el que han intervenido instituciones como la Comisión Europea y algunas escuelas universitarias, de momento, el PVGIS solo ofrece datos para Europa, Asia y África y en un futuro se lanzará la versión para los continentes restantes ya que la elaboración de estos datos está basada en la recopilación de información durante varios años, obteniendo así los valores medios en los datos para cada zona. De momento hay disponible una versión beta para otros continentes.

El PVGIS no se centra únicamente en proporcionar los valores de irradiancia, también permite al usuario configurar una importante variedad de parámetros y obtener estimaciones y muchos más datos de la zona de interés.

Los datos que proporciona el PVGIS en cuanto a irradiancia se han obtenido por varios métodos dependiendo de la zona, lo que ha permitido comprobar y verificar los valores obtenidos y construir varias bases de datos para una mismo sitio.

Para Europa se han obtenido datos mediante interpolación de datos correspondientes a estaciones meteorológicas y mediante satélite.

La base de datos original se ha obtenido mediante interpolación basándose en los datos proporcionados por estaciones terrestres. El período de medición para obtener esta base de datos abarca unos 10 años aproximadamente, sin embargo esta base de datos original presenta dos limitaciones principales, una de ellas y no muy relevante es que la obtención de los datos se dio entre los 80 y 90 y la incidencia de los rayos solares ha podido verse aumentada.

Y por otra parte y en este caso sí que relevante, es que la interpolación es vulnerable a los errores dados en la propia interpolación y, sobretudo, la distancia entre estaciones terrestres afecta significativamente a los valores obtenidos.

Para Europa, la base de datos más fiable del PVGIS es la CLIMATE-SAF, en la que los datos mostrados se basan en cálculos desarrollados a partir de imágenes hechas por satélite, los cuales miden la luz procedente de la tierra, es decir, luz en su mayoría reflejada por la superficie terrestre, nubes y atmósfera.

En estas mediciones se utilizan los satélites geoestacionarios y los de órbita polar.

En el caso de PVGIS los datos utilizados son proporcionados principalmente por los geoestacionarios, los cuales toman imágenes de la Tierra a intervalos de 15-30 minutos, lo que supone una buena resolución, el problema principal es que cada píxel de las imágenes que se toman abarca una distancia de algunos kilómetros, lo que supone que la estimación de los valores de radiación solar para cada uno de esos píxeles se obtenga como la media de los valores que se dan en el área kilométrica que abarca cada uno de ellos.

Por otra parte, los satélites en órbita polar están más cerca de la Tierra y presentan una mayor resolución del espacio, sin embargo tienen una peor resolución temporal ya que no se centran únicamente en un área lo que provoca que se tomen muy pocas fotografías al día para cada zona en concreto.

El uso de satélites proporciona datos muy fiables, sin embargo hay algunas situaciones que amenazan esta fiabilidad:

-Las zonas nevadas inducen a un posible error en el cálculo al confundirse con nubes.

-Las zonas montañosas son también susceptibles de mayor error que el resto de zonas.

-Cuando el ángulo de elevación del Sol es bajo, el cálculo se complica y esta dificultad se ve incrementada a medida que aumenta la latitud.

Estos datos obtenidos por satélite son comparados con los datos obtenidos a partir de las mediciones terrestres, lo que garantiza una mayor fiabilidad. El propio PVGIS se ha encargado de eliminar los datos anómalos reduciendo por lo tanto los errores en los valores medios de los datos que muestra la herramienta.

Aunque los datos del PVGIS son fiables, la propia herramienta recomienda que para un estudio más completo se opte también por un estudio a medida de la zona, lo que supondría recurrir a herramientas de pago y a mediciones in situ.

Como se ha dicho, los datos del PVGIS son fiables, además, la zona de interés por sus características no es una zona susceptible de errores, por lo que se da por

válida la utilización del PVGIS ya que los datos proporcionados por un estudio más detallado no se estiman muy diferentes, además, los valores proporcionados por la herramienta PVGIS son valores estadísticos por lo que en la realidad los datos pueden ser totalmente distintos a pesar de que las mediciones sean fiables y la base de datos se haya hecho en base a ellas.

En el caso de instalaciones aisladas los datos estadísticos sobre irradiancia permiten al proyectista estimar los días de autonomía para hacer el cálculo de las baterías, esto implica que en caso de que los valores de irradiancia sean menores a los previstos haya problemas de suministro.

En este proyecto la base de datos que se ha utilizado ha sido la CLIMATE-SAF, la cual presenta valores de irradiancia más optimistas que la base de datos CLASSIC, obtenida por interpolación y con lo que se dan datos más conservadores.

Se ha decidido utilizar el CLIMATE-SAF porque los datos se han obtenido por satélite y se han validado por estaciones terrestres, además, el propio PVGIS alerta de que los datos obtenidos por interpolación son menos fiables, y como ya se ha comentado, la interpolación en sí misma genera una incertidumbre que se ve potenciada en caso de que la distancia entre estaciones terrestres sea excesiva, además, con la base CLIMATE-SAF se tienen valores medidos entre los años 1988 y 2011 lo que permite realizar los cálculos basándose en un amplio registro histórico.

En cambio, si se utilizara la versión CLASSIC se obtendrían unos datos que llevarían a sobredimensionar en algunos casos de forma excesiva, algo que repercutiría en el coste y afectaría negativamente a la competitividad de las propias instalaciones.

A continuación se puede ver la diferencia en los valores de irradianción para la versión CLIMATE-SAF y CLASSIC, teniendo en cuenta los ángulos de interés para la zona del embalse :

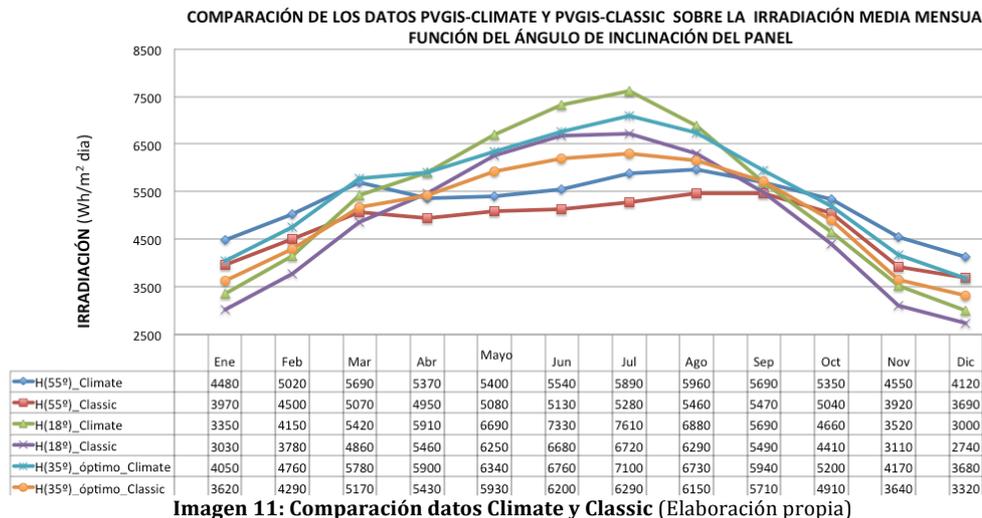


Imagen 11: Comparación datos Climate y Classic (Elaboración propia)

Por lo tanto, en este proyecto tratándose de una instalación grande se ha decidido hacer uso de los datos del CLIMATE-SAF por proporcionar los valores de irradiancia más fiables, lo que permitirá no valorar la zona de interés por debajo de sus posibilidades.

A la hora de realizar la planificación económica de la planta se deberán tener en cuenta muchas variables, entre ellas, como se ha dicho, son destacables los valores de irradiancia, las fluctuaciones en el precio de mercado, las políticas en materia energética y las pérdidas en la instalación, para estas últimas el PVGIS también proporciona una estimación de la producción en función de un valor predefinido. Este es un tema que suele generar bastante discusión debido a que no hay un criterio único a la hora de establecer un porcentaje concreto. En este caso no se hará uso de esta herramienta y se considerarán posteriormente unas pérdidas generales del 18,5%, es decir, se obtendrán unos valores HSP sin considerar pérdidas y a los que posteriormente se les aplicará una rebaja por valor de ese porcentaje el cual se justifica como valor estadístico determinado por la experiencia de profesionales y que puede ser diferente según considere el proyectista.

5-EMBALSE DE BELLÚS

5.1-LOCALIZACIÓN y CARACTERÍSTICAS

El embalse de Bellús corresponde a la cuenca del Júcar y está situado en la Comunidad Valenciana, más concretamente en la comarca de la Vall d'Albaida. Siendo su localización exacta la siguiente:

COORDENADAS	38° 55' 47.26" N, 0° 28' 21.57" W
-------------	-----------------------------------

El embalse colinda con el municipio de Bellús, Sempere, Guadassequies, Montaverner, Alfarrasí, Benigánim y La Pobla del Duc y como posteriormente se verá, la zona presenta unas condiciones de irradiancia óptimas para la instalación de tecnología fotovoltaica.

Tipo de presa: Gravedad
Altura desde cimientos(m): 46
Longitud de coronación(m): 704
Cota de coronación(m): 159
Cota de cimentación(m): 113
Cota de cauce(m): 121
Capacidad desaguado(m3/s): 640
Nº de aliviaderos: 2
Volumen (hm3): 69
Superficie(ha): 702,9
Final de construcción(año): 1995
USOS: Protección avenidas
Riego
Ocio

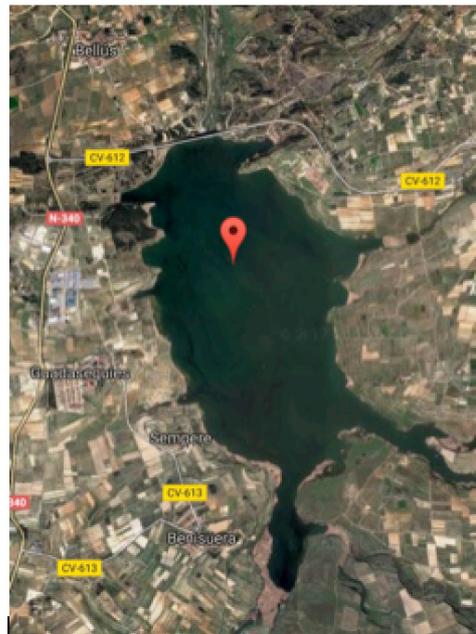


Imagen 12: Datos del embalse(Google Earth.2017)

La construcción de la presa de gravedad finalizó en 1995 y ocupa lo que antes eran tierras de explotación agrícola, lo que hace que el embalse presente una superficie algo irregular tanto en el fondo como en los alrededores, ya que las zonas cercanas están dedicadas también a actividades agrarias. Esta irregularidad se deberá tener en cuenta en la distribución de los paneles para reducir el riesgo en caso de volúmenes de agua bajos.

El embalse tiene como finalidad proteger frente avenidas, tiene una capacidad de 69hm³ y ocupa una superficie de 702,9 hectáreas, lo que se traduce en una importante infrautilización de terreno que además se ve agravada por el hecho de ser un embalse que tradicionalmente embalsa bajos niveles de agua.

La media de los últimos diez años muestra que el embalse se ha mantenido en unos volúmenes de entre un 15% en los meses de invierno y un 10% en los meses de verano. Habiendo años en los que se han llegado a niveles bajos extremadamente críticos.

En el caso del 2017 se han obtenido unos volúmenes embalsados muy superiores a la media debido a las lluvias torrenciales dadas en los últimos meses del año 2016, en el que excepto esos últimos meses, el embalse registra un mínimo preocupante.

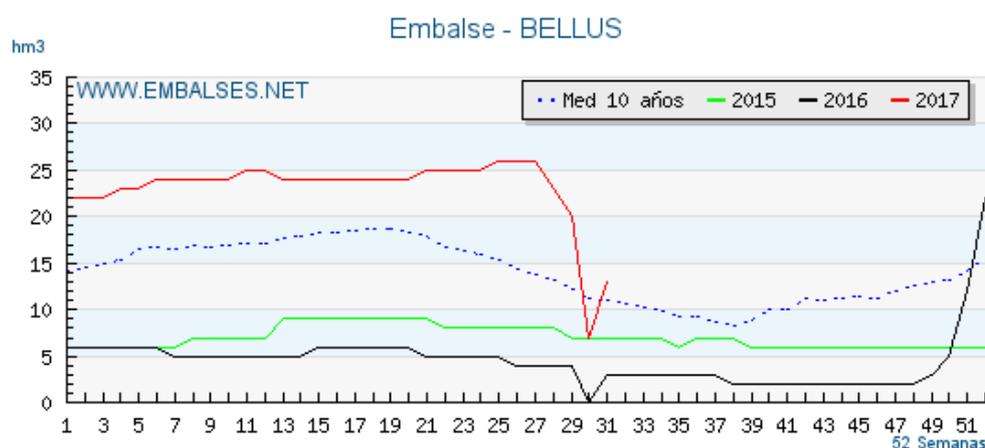


Imagen 13: Registro de volúmenes en el embalse de Bellús (Embalses.2017)

Actualmente el embalse está destinado al riego y a actividades de ocio como son la navegación y pesca. Las aguas son de muy mala calidad básicamente porque los afluentes que desembocan en el embalse recorren algunas zonas industriales que vierten algunos de sus residuos en ellos, además, la zona en la que se sitúa está dedicada especialmente a la agricultura y ganadería, lo que provoca también el vertido de productos agrícolas y materia orgánica.

Por lo tanto, realizar la instalación sobre el embalse supondrá minimizar las posibles pérdidas económicas que se puedan producir por falta de agua para riego, como se ha comentado, cubrir parte del embalse ayudará a reducir la evaporación. En este caso hay que destacar que las fases I y II del proyecto no implican una superficie cubierta que reduzca la evaporación de forma significativa. De hecho, uno de los factores que ha influido en la decisión de optar por la potencia comentada ha sido la utilización del embalse por algunos pescadores como actividad de ocio, por lo tanto se ha adquirido cierto compromiso no cubriendo la totalidad de la superficie ya que esto supondría la supresión de esa actividad.

Además, hay que tener en cuenta otra factor muy importante, este es el que corresponde a la irregularidad del terreno y la incertidumbre en la topografía actual del terreno en el fondo del embalse, lo que ha supuesto que la ubicación de los paneles se haya realizado en base a la disponibilidad de unos datos topográficos obtenidos hace unos 25 años, por lo que es posible que muchos de estos datos hayan cambiado significativamente por efecto de las sedimentaciones. A pesar de esto, la ubicación de los paneles se ha realizado intentando minimizar riesgos, lo cual ha supuesto colocar los paneles imitando la forma topográfica consultada sobre el fondo para que en caso de vaciado la plataforma donde se ubican los paneles quede sobre superficie plana.

Con la información disponible en cuanto a superficie y volumen se calcula que la profundidad media del embalse es de unos 10m.

5.2-IMPORTANCIA DE LA ZONA GEOGRÁFICA Y DE LA TOPOGRAFÍA

Dejando al margen la normativa, situación política y económica de cada zona concreta y para determinar si una instalación fotovoltaica es viable, será necesario, como posteriormente se verá, tener en cuenta los niveles de irradiancia en la zona y también la ubicación concreta en la que se realizará la instalación.

España, por latitud, es un país con condiciones óptimas para la fotovoltaica, sin embargo, habrá que tener en cuenta la ubicación en lo referente a sombras que puedan producirse por desniveles en el terreno, montañas y otras que puedan reducir la producción de forma significativa. Por ello, además de hacer un estudio de la irradiancia y de la topografía del fondo del embalse, se ha hecho una valoración de las cotas de elevación que se dan en los alrededores y que pueden comprometer la viabilidad de la instalación. Con esto, se ha hecho por lo tanto un estudio previo para determinar si la ubicación era la adecuada, la herramienta que se ha utilizado ha sido Google Earth, no es la opción más precisa, sin embargo para un estudio superficial y que determine la idoneidad de los alrededores se considera adecuada.

Es importante comentar que el error que proporciona la herramienta es bajo y puede asimilarse sin acarrear ninguna consecuencia decisiva en el proyecto, sobretodo teniendo en cuenta que la distancia de los paneles a la zona de las orillas es mayor que el error que puede deberse por las mediciones de Google Earth.

La fase I del proyecto se ubicará en zona acuática cercana a las orillas y la fase II se ubicará aguas a dentro.

La Vall d'Albaida es una comarca delimitada por cadenas montañosas y justo en el Norte y en el Oeste se presentan unas cotas de elevación que pueden suponer una amenaza para la instalación, sin embargo teniendo en cuenta la latitud y la distancia que se ha considerado de los paneles a esas zonas se determina que no existe riesgo.

La situación de cota elevada que se da en el embalse por parte del Norte no es determinante ya que la orientación de la instalación es Sur y por lo tanto no existiría problema. Tampoco hay riesgo de sombra por la altura de la compuerta por el mismo motivo, la compuerta está en el Norte y además la instalación está a una distancia suficiente.

En lo que respecta al Sur del embalse hay otra cadena montañosa con una cota de elevación importante, sin embargo otra vez la lejanía permite que no sea una cota

que amenace con provocar sombras, más bien con la reflexión de los haces de luz la reflectancia difusa puede verse aumentada.

En cuanto al Este, igual que ocurre en el Oeste, es decir, en las orillas del embalse se dan algunas cotas elevadas sin embargo la instalación en ambas fases se ha situado a una distancia prudente de estas.

Dicho esto, con la ubicación que se ha hecho de los paneles, se puede concluir que la topografía colindante al embalse no supone ningún problema y que la zona Sur, esto es, aguas abajo del embalse es en su mayoría terreno llano hasta llegar a la zona montañosa que como se ha comentado no afecta a la instalación.

A continuación se puede ver el horizonte correspondiente a la zona Sur del embalse junto con las líneas que han permitido determinar las cotas de elevación.

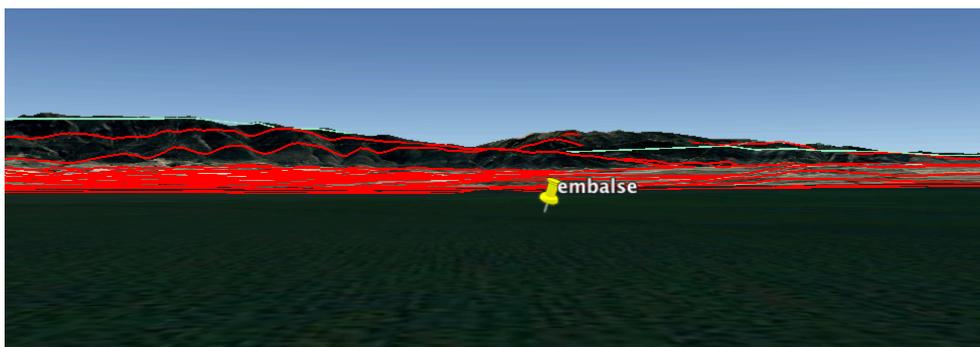
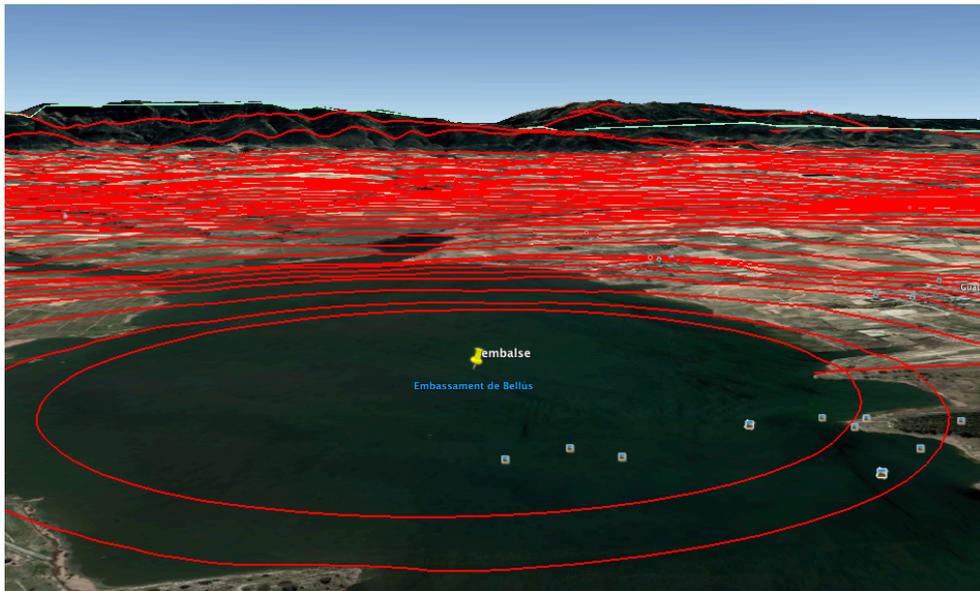


Imagen 14: Análisis de elevaciones en las zonas cercanas (Google Earth.2017)

Es importante comentar que se han comprobado todas las zonas aunque solo se muestra el Sur, por ser esta la orientación que corresponderá a los paneles.

La distancia del embalse a la cadena montañosa que se vislumbra es de unos 10km, distancia más que suficiente. El resto del terreno no presenta elevaciones

importantes. Lo mismo ocurre en el resto de orientaciones, las cadenas montañosas están lejos y hay suficiente distancia hasta el embalse.

Se puede obtener un mapa con más detalle exportando los datos de Google Earth a otros software de conversión de datos para finalmente exportar a Autocad y dibujar el mapa topográfico referente a los datos obtenidos en Google Earth, sin embargo a falta del software de conversión se ha decidido no trazar el mapa, sobretodo porque no aporta más información de la que ya aportan los mapas topográficos existentes de los alrededores, además, para la zona colindante es suficiente con el análisis topográfico que se ha hecho ya que solo se necesita valorar si las cadenas montañosas son un problema y mediante Google Earth esa valoración es más visual que la que se da en los mapas topográficos convencionales.

Donde sí se requeriría un estudio topográfico detallado es en el fondo del embalse.

6-CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

6.1-PVGIS: IRRADANCIA Y ORIENTACIÓN

El PVGIS ofrece al usuario la opción de obtener los datos de irradiancia o directamente obtener los de irradiación, de modo que entendiendo los conceptos explicados en el vocabulario, es fácil ver que los datos de irradiancia son el punto de partida y que a partir de estos se obtienen los datos de irradiación para un intervalo de tiempo concreto.

Sabiendo esto, se ha corroborado que los valores de irradiación, que son los que se utilizarán para el cálculo son coherentes con los valores de irradiancia, de modo que la fiabilidad en el cálculo quede solo determinada por la precisión en la toma de datos de irradiancia, es decir, en la toma de datos por parte de satélite y posterior procesado del propio PVGIS en el cual se eliminan los valores anómalos y posibles errores de medición detectados.

El PVGIS ofrece la posibilidad de variar el ángulo de inclinación para conocer de forma inmediata los valores de irradiación, pero existe una limitación en esta opción, y es que se da por hecho que la mejor orientación es el Sur y por lo tanto estos datos de irradiación se determinan en función del ángulo de inclinación que introduzca el usuario y en función de una orientación sur que se da por defecto y que no es modificable. Por lo tanto si se quieren conocer los valores de irradiación para una orientación diferente a la que aparece por defecto, esto es Sur, será necesario obtener primero los valores de irradiancia para esa orientación en concreto, ya que en este caso el PVGIS sí que permite ajustar tanto el ángulo de orientación como el de inclinación del panel, de modo que obteniendo estos datos se podrá obtener la irradiación para un intervalo de tiempo concreto sumando todos los valores de irradiancia para ese intervalo.

El PVGIS muestra esos valores de irradiancia cada 15 minutos ya que es el período de muestreo en la toma de fotos que realiza el satélite geoestacionario, el cual ofrece una mejor resolución temporal que el satélite de órbita polar. Estos valores son contrastados por el PVGIS y se publican en la base de datos CLIMATE-SAF. Sin embargo, a pesar de contrastar los valores con estaciones meteorológicas, eliminar datos anómalos y en definitiva verificar los datos se han encontrado algunas incoherencias en valores y gráficas que pueden comprometer la fiabilidad de la herramienta. Al mismo tiempo también se han podido aclarar algunos procedimientos y conceptos, los cuales se muestran a continuación, junto con las

limitaciones del PVGIS que se han encontrado en la realización del estudio de los valores de irradiancia e irradiación para la zona de interés.

Por una parte, se ha hecho una consulta sobre la irradiancia para cada punto cardinal y a partir de estos datos se han obtenido las gráficas de irradiancia con los valores en W/m^2 cada 15 minutos y se ha comprobado que la forma de estas gráficas obtenidas con Excel coincidía con las que proporcionaba el PVGIS. Este procedimiento es redundante puesto que las gráficas realizadas en Excel se han obtenido a partir de la base de datos y por lo tanto es lógico que den lo mismo, sin embargo este procedimiento se ha realizado para corroborar que los datos son coherentes y que por lo tanto, como se ha dicho, la fiabilidad en el cálculo quede únicamente en función de la fiabilidad en la adquisición de los valores de irradiancia medidos, descartando por lo tanto errores por parte del PVGIS en la manipulación de datos para realizar gráficas y en la obtención de otros valores que dependen de la irradiancia, que como se ha dicho es el punto de partida.

Las formas de las gráficas de irradiancia se han obtenido para cada mes en todos los puntos cardinales, y se ha podido comprobar que todos los meses para un mismo punto cardinal ofrecen la misma forma en la gráfica, la única diferencia entre meses son los valores, los cuales se ven aumentados o disminuidos pero se mantiene la misma proporción.

Otra cuestión a tener en cuenta es que el PVGIS atribuye una orientación de 0° al Sur, y -90° al Este, lo que lleva a considerar 90° para el Oeste y 180° o -180° para el Norte, por lo que de considerarse así, se debería obtener el mismo resultado para 180° y para -180° pero tras la comprobación se ha visto que no coinciden. Esta diferencia, se puede calificar como un error, la diferencia es muy baja pero contrasta con la verificación y eliminación de anomalías que garantiza el propio PVGIS, lo que lleva principalmente a las siguientes conclusiones: Por una parte, es posible que los datos no se hayan verificado de forma exhaustiva y que haya algún tipo de error de medición que no haya sido detectado. Por otra parte es posible que no correspondan al mismo punto. En el PVGIS no se especifica nada al respecto, únicamente se considera el Este a -90° y el sur a 0° y que el rango en lo que a ángulo de orientación se refiere queda delimitado por el intervalo $[-180^\circ ; 180^\circ]$ y según esto sí que se trataría del mismo punto. De todas formas el punto cardinal Norte es el que correspondería a esta ambigüedad y estaría por lo tanto sometido a ese posible error, pero es un punto cardinal cuyo interés en lo que a orientación se refiere es nulo, el único inconveniente que surge con este posible error es que puede restar algo de fiabilidad al cálculo ya que esa corrección de datos anómalos que se garantiza en la base de datos no es del todo efectiva. Se aporta más información en anexos, apartado PVGIS.

A partir de los datos de irradiancia el PVGIS obtiene los datos de irradiación, sin embargo los datos de irradiación media al año que se obtienen de la media mensual no corresponden estrictamente a la media de los valores mensuales, esto se debe a que este valor medio anual aparece redondeado y siempre se da el redondeo a la unidad 0 superior de hecho se puede ver como los valores de irradiación que ofrece el PVGIS tienen unidad 0.

Además, en el paso de los datos de irradiación que ofrece el PVGIS en Wh/m^2 día a KWh/m^2 mes se puede comprobar que la base de datos considera todos los meses con una duración única de 30 días independientemente de la duración real del mes, de hecho se puede comprobar la diferencia que existe suponiendo 30 días

mensuales o la duración real. Se aporta más información en anexos, apartado PVGIS.

Con todo esto el PVGIS considera un año como 360 días frente a la realidad de 365 días la cual supone un 1% más de irradiación respecto a considerar solamente 360 días, esto es, se infravalorarían en 1% los valores de irradiación. Es posible que exista una relación entre el redondeo que hace el PVGIS a la unidad 0 superior la cual supone como máximo una diferencia de 1% más de irradiación, por lo que el 1% de diferencia podría quedar compensado, sin embargo es necesario comentar que el 1% que se consigue de más con el redondeo se daría en los casos en los que los valores de irradiación reales tuvieran un valor de unidad bajo y por lo tanto el redondeo superara casi la decena hasta llegar a la unidad 0 superior. Por lo tanto según la irradiancia medida y considerada como punto de partida los valores de irradiación de forma teórica se verían rebajados. Otra opción es que el PVGIS considere 30 días para todos los meses y que al margen del redondeo se repartan los valores de irradiación de 365 días en 360 días lo que sí eliminaría la hipótesis de infravalorar en un 1% ya que la cantidad de irradiancia y por lo tanto irradiación realmente sería la misma. De todas formas la diferencia es de tan solo un 1% en el peor de los casos.

La orientación óptima para la instalación es de 0°, es decir, orientación Sur, esta orientación parece evidente al tratarse de una instalación situada en el hemisferio Norte, sin embargo hay factores a tener en cuenta a la hora de orientar la instalación independientemente del hemisferio en el que esté situada. Entre estos factores, como se ha comentado se destaca principalmente el problema de las sombras.

Una instalación de conexión a red sin uso de baterías, que esté dedicada al autoconsumo y hace un consumo exclusivo durante las primeras horas de la mañana una orientación Sur-Este o Este podría ser interesante. En caso de hacer uso de los elementos de consumo doméstico principalmente en el atardecer y no ser posible la orientación Sur, se valoraría la orientación Sur-Oeste u Oeste ya que es la más cercana a la trayectoria aparente del Sol para esas horas.

Generalmente en las instalaciones para vivienda se orienta al Sur aunque haya elevaciones en el terreno que puedan provocar sombras, lo que lleva a modificar el ángulo de inclinación en lugar de la orientación. En los casos más desfavorables se llega a inclinar el panel 0°, esto es, paralelo al plano.

En caso de tratarse de una instalación de conexión a red de solo vertido es importante que la orientación sea Sur ya que en caso contrario la instalación no estaría del todo aprovechada y lo que se pretende con el solo vertido es producir y facturar lo máximo posible.

A continuación se muestra la gráfica resultado de obtener los valores de irradiancia para cada uno de los puntos cardinales suponiendo inclinación óptima fija, doble inclinación, e inclinación mensual:

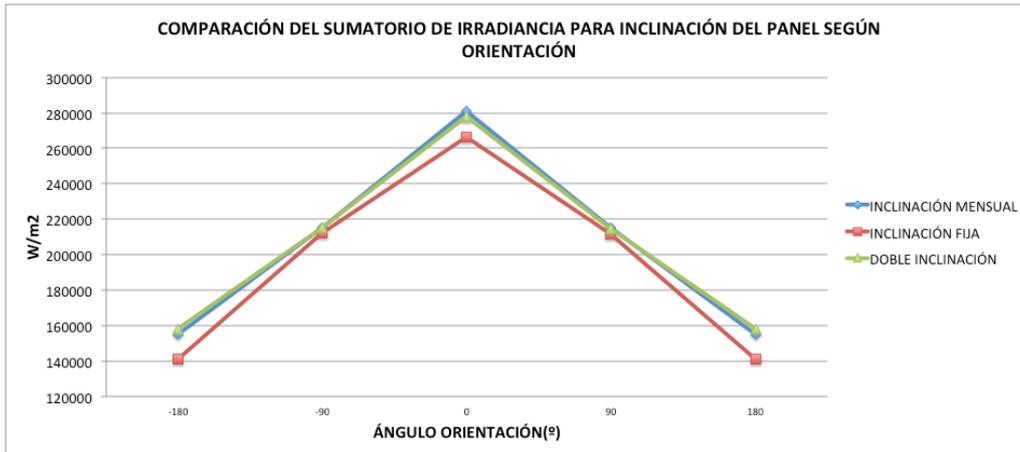


Imagen 15: Comparación de irradiancia según orientación e inclinación (Elaboración propia.2017)

En ella, los valores de orientación -180° para la variación mensual y para la doble inclinación se han considerado iguales a los 180° . La diferencia entre ellos no es significativa y el cambio es mínimo e intrascendente.

En el caso de la inclinación fija se ha comprobado que la diferencia entre esos dos valores Norte la diferencia es muy baja, esto es, haciendo el sumatorio de la irradiancia para todos los meses se obtienen 140871 W/m^2 para 180° y 140640 W/m^2 para -180° . Graficando la suma de irradiancia para el Norte: -180° y 180° esta vez sí con los valores diferentes y también teniendo en cuenta Sur (0°), Este (-90°) y Oeste (90°) en el caso de inclinación fija se obtiene:

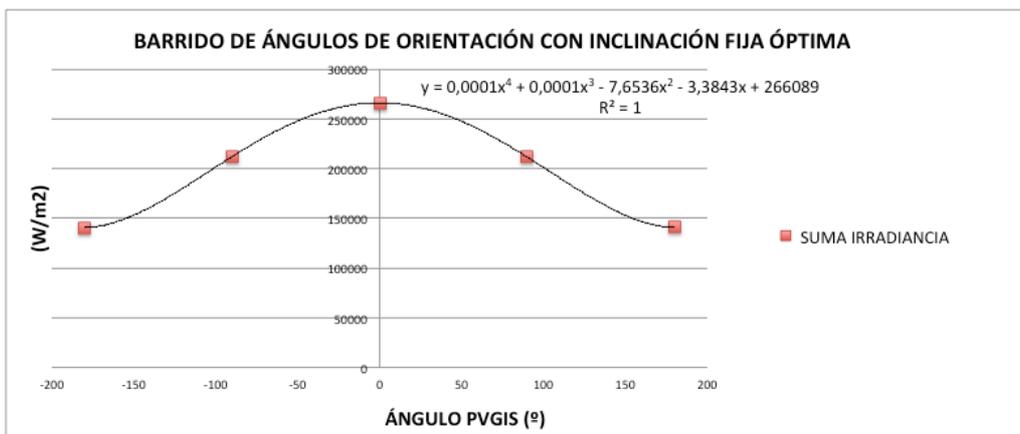


Imagen 16: Barrido de ángulos de orientación con inclinación fija óptima (Elaboración propia.2017)

Por lo tanto, queda demostrado que la orientación Sur es la más adecuada. Esto es 0° en la gráfica y 0° en PVGIS.

Que la orientación Sur sea la más indicada para las instalaciones del hemisferio Norte, al margen de posibles sombras, queda justificada por la trayectoria aparente del Sol. Orientar un panel al Sur supone que este quede alineado con el Sol en el punto más alto de la trayectoria diaria solar aparente, esto es, el mediodía solar. Con esto, el panel recibiría luz en las horas de mayor irradiancia y quedaría situado en el centro de la trayectoria solar recibiendo más irradiancia que en el resto de orientaciones lo que supone un mayor aprovechamiento.

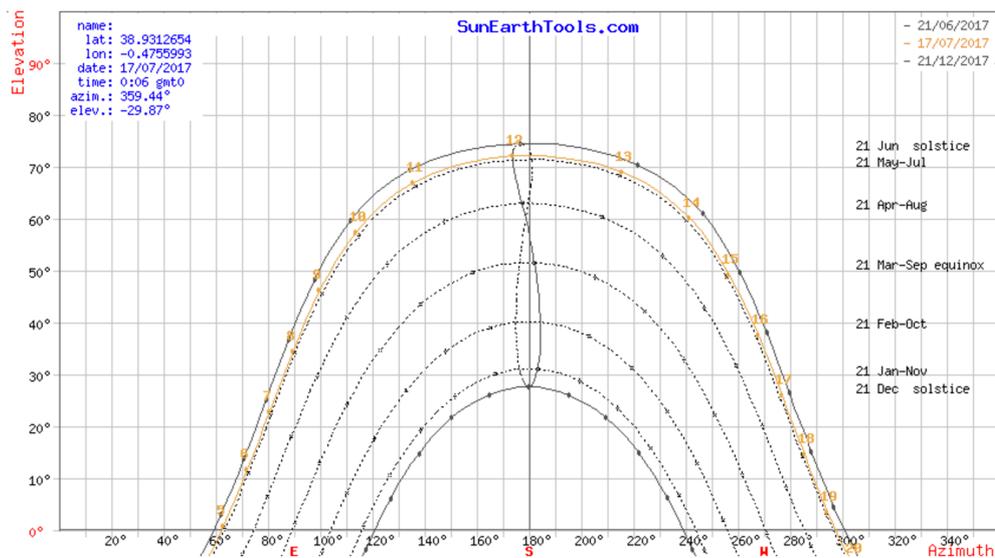


Imagen 17: Elevación y acimut en el embalse de Bellús (SunEarthTools.2017)

Como se puede ver, el mediodía solar es el punto más alto al que aparentemente llega el Sol, esto es, el punto de mayor elevación solar el cual suele darse alrededor de las 12 hora solar. Popularmente se considera que las 12 de la mañana es el mediodía, sin embargo esa afirmación no es correcta. Por una parte hay que tener en cuenta que la hora solar es diferente de la hora civil, la cual varía en España una o dos horas respecto de la hora solar ya que está sometida a cambios según territorios nacionales, sin embargo la hora solar es ajena a estos cambios. En la imagen se puede ver el analema solar, el cual muestra el desfase de una misma hora según la fecha, de modo que se pueda comparar el desfase que existe para una misma hora en fechas distintas.

Como se ha dicho el mediodía solar se da con el Sol en el punto más alto, esto es, según la imagen, en el Sur, el cual corresponde a 180° del acimut para esta herramienta en concreto. En el PVGIS esta orientación correspondía a 0°, dicho esto, es fácil ver como el mediodía solar no corresponde estrictamente con las 12 hora solar, de modo que en algunos días del año el mediodía solar llega a tener un desfase de alrededor de 16 minutos, tal y como se ve en el analema, el cual se puede considerar como una representación cerrada de la ecuación del tiempo, la cual muestra exactamente la misma información con la diferencia de que esta última se gráfica como un diagrama abierto y es menos utilizado. El caso del diagrama cerrado es mucho más útil por la compatibilidad que ofrece con la superposición con otros mapas, es común verlo superpuesto en gráficos polares y cartesianos, ya que su forma de ocho asimétrico junto con valores de elevación y acimut ofrece una visión general que facilita la comprensión del comportamiento aparente del Sol.

Viendo estos diagramas se puede comprender perfectamente dicho comportamiento y entender la orientación e inclinación más adecuadas.

En el solsticio de verano, el Sol alcanza la máxima elevación posible en el punto de máxima elevación, en él se tiene el día más largo y la noche más corta, mientras que para el caso del solsticio de invierno se alcanza el mínimo valor de elevación en el punto de mínima elevación posible, consiguiendo el efecto contrario al caso anterior, esto es, se tiene el día más corto y la noche más larga del año. Esas variaciones de altura aparente, es decir, elevación solar aparente supondrán unos valores óptimos de inclinación para el panel, de modo que el día del solsticio de

invierno el panel tendría una inclinación óptima con un ángulo mayor que en el solsticio de verano en el que la inclinación óptima del panel sería la más baja de todo el año por estar el Sol en el punto de elevación más alto posible.

En el analema se puede ver que aproximadamente en el Solsticio de invierno el mediodía solar se da prácticamente a las 12:00 hora solar, se trata de uno de los 4 puntos en todo el analema que tiene las 12:00 hora solar como mediodía solar, en el diagrama cerrado se puede ver además que existe una línea continua y una línea discontinua. La línea continua corresponde al período comprendido desde el solsticio de invierno hasta el de verano, por lo tanto, comprende el período en el que el día empieza a ser más largo que la noche. En el caso de la línea discontinua ocurre lo contrario, es decir, se comprende el período que va desde el solsticio de verano hasta el de invierno, esto es, el período en el que el día empieza a acortarse y la noche empieza a ser más larga.

En las latitudes del Hemisferio Norte más próximas a esta el comportamiento es muy similar, sin embargo a medida que aumenta la latitud, los gráficos polares y cartesianos varían considerablemente.

En la zona del ecuador terrestre se dan diferencias significativas respecto a los hemisferios de modo que si se realizara una instalación fotovoltaica sobre la línea ecuatorial la inclinación óptima sería de 0º y no habría orientación óptima.

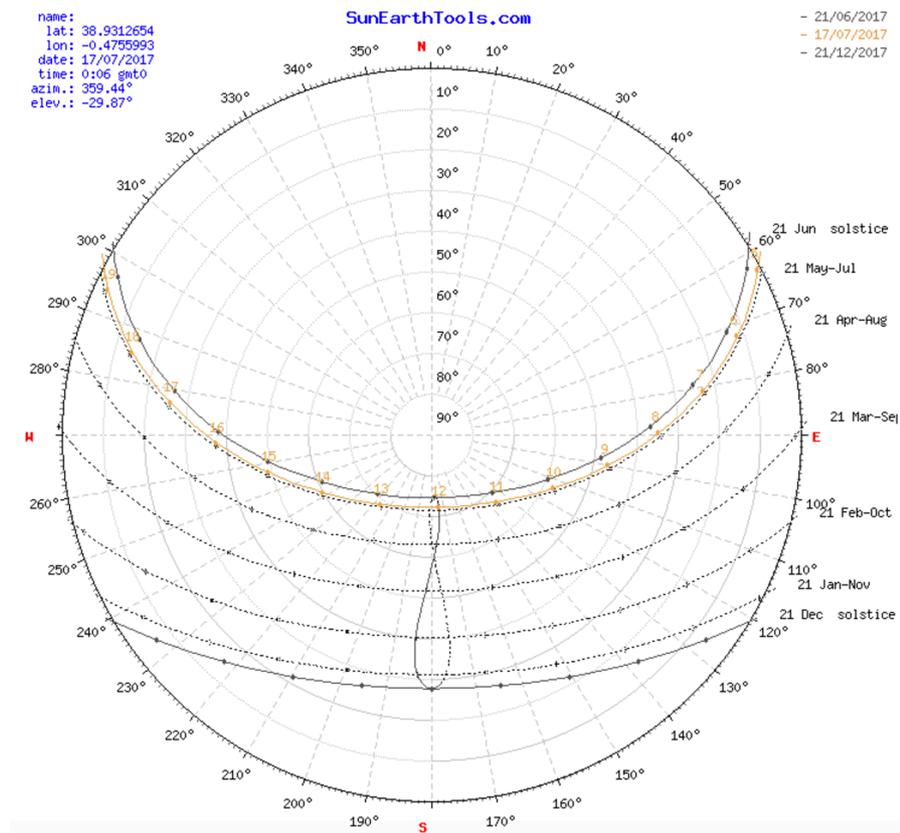


Imagen 18: Carta polar del embalse de Bellús (SunEarthTools.2017)

Con los datos obtenidos y las graficas que se han realizado en Excel se puede ver la diferencia significativa que se da en caso de orientar al Sur en la zona de interés respecto al resto de orientaciones. El PVGIS ya determinaba que la mejor orientación era para 0º, que en el caso del PVGIS es orientación Sur, de todas

formas se ha calculado con la derivada el punto máximo de la función resultante que se daba al graficar los valores de la base de datos y el resultado era de $-0,22^\circ$ y que al mismo tiempo es el error de interpolación que se le puede atribuir al Excel, esto es, el error en el proceso de cálculo para determinar la función de la gráfica, ya que según el PVGIS el valor óptimo de orientación es de 0° y este no es un valor que se genere automáticamente por la base de datos al tratarse del hemisferio Norte ya que además, el PVGIS tiene en cuenta el horizonte más próximo aunque ese recurso presenta algunas limitaciones, por una parte la precisión en la detección y medición de irregularidades en el terreno y su magnitud y por otra parte que estos posibles desniveles y cotas de elevación únicamente se tienen en cuenta hasta 90 metros antes de llegar a la instalación, esto es, las mediciones obtenidas por el PVGIS son vulnerables a partir de un radio de 90 metros a objetos que puedan provocar sombras.

Para el caso del embalse, esos 90 metros de incertidumbre no son un problema, principalmente por la ubicación de la instalación y por la distribución de paneles. Es decir, la ubicación se da en el propio embalse y la instalación está alejada a distancia suficiente de las orillas donde puede haber vegetación e infraestructuras por las poblaciones colindantes al embalse, de todas formas, tal y como se menciona en el Estudio del Impacto Ambiental, se eliminará la vegetación que sea considerada como amenaza para el óptimo funcionamiento de la instalación, se puede considerar como un problema menor ya que la solución es fácil y rápida y además las zonas más cercanas a la zona concreta del embalse donde se realizará la instalación son en su mayoría de tierra desnuda con pendiente despreciable.

Además, en condiciones normales las zonas situadas a 90 metros de la instalación realmente siguen dentro de la zona acuática del embalse.

6.2-PVGIS: IRRADIANCIA E INCLINACIÓN:

Una vez calculada la orientación se procede a determinar el ángulo de inclinación de los paneles.

El PVGIS muestra una inclinación fija óptima para todo el año, la cual es de 35° para la zona de interés.

A partir de los datos de irradiancia proporcionados para cada ángulo de inclinación en concreto y la obtención de la irradiación a partir de estos datos se ha podido no solo comprobar que con las mediciones de irradiancia los 35° son el ángulo óptimo, también se han calculado otras opciones de inclinación, como puede ser el caso de la doble inclinación, esto es modificar la inclinación del panel para dos etapas diferenciadas, en este caso período estival en el que se abarca desde abril hasta septiembre, ambos incluidos y período invernal en el que se abarca desde octubre hasta marzo, ambos incluidos. Además, se ha podido obtener también el ángulo óptimo para cada mes del año.

El procedimiento que se ha seguido ha consistido en obtener los datos de irradiación para los ángulos: 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° y 90° . Esto se ha realizado para todos los meses, de modo que con la irradiación obtenida para cada ángulo de inclinación anterior y para cada mes en concreto se ha graficado el comportamiento de la irradiación en función del ángulo.

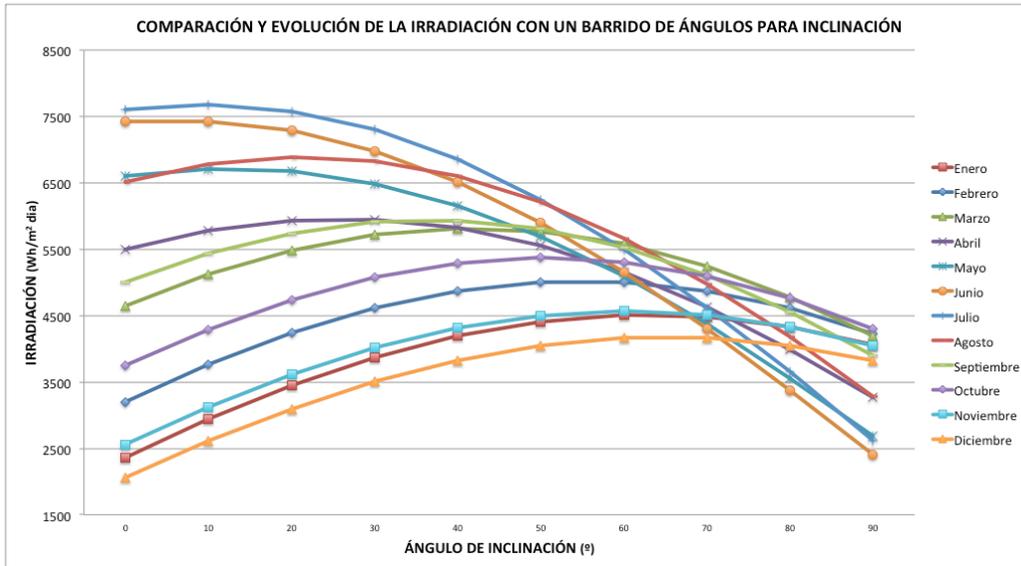


Imagen 19: Comparación y evolución de la irradiación para barrido de ángulos de inclinación (Elaboración propia.2017)

Además, se ha obtenido la ecuación que rige ese comportamiento, por lo que se han ido obteniendo los máximos de irradiación mediante la derivada. A su vez, despejando la variable independiente se ha obtenido el ángulo para esa irradiación máxima. Por lo tanto, al realizar este procedimiento para todos los meses, se han ido obteniendo los ángulos de inclinación óptimos para cada mes.

Es importante comentar que las ecuaciones obtenidas están sometidas a los errores de interpolación que puede cometer el Excel y aunque ese error generalmente no es muy grande en este caso se ha llegado a trocear la gráfica de algún mes en concreto para conseguir una mayor fiabilidad, otra opción para mejorar la fiabilidad en la interpolación hubiera sido obtener los datos para más cantidad de ángulos, esto es, en lugar de obtener cada 10°, se hubiera podido graficar cada 5° sin embargo hay que tener en cuenta una posible limitación del PVGIS en este aspecto, y es que puede que la base de datos no ofrezca una buena resolución a intervalos de 5° ya que se ha comprobado que con cambios de 5° o menos, los valores de irradiación no suelen verse modificados, de modo que esto permite concluir que se trata de una limitación debido a la resolución o que realmente con una variación pequeña los datos no cambien. A esto habría que tenerle en cuenta el redondeo a la unidad 0 superior que se ha comentado anteriormente, es decir, en la realidad aunque muy poco, sí que se daría un incremento pero en la base de datos no se ve reflejado porque ese incremento en la mayoría de casos no es lo suficientemente grande como para sobrepasar la unidad 0 superior y por lo tanto quedar redondeado a la unidad 0 superior de la decena siguiente, esto es, hay un cambio real que puede no verse reflejado en el PVGIS porque ambos son redondeados a la unidad 0 superior y por lo tanto su valor coincide.

Hay que considerar también que en la mayoría de casos el error de interpolación que se da es pequeño y que por lo tanto no afecta significativamente al gran volumen de datos que se ha utilizado, de todas formas se ha comprobado el error para los diferentes meses y en algunos casos se ha procedido a mejorar la precisión, obteniendo de ese modo un modelado más exacto.

Con este estudio se tiene entonces la orientación más adecuada y la inclinación más adecuada para ángulo fijo, para doble inclinación y para lo que sería una inclinación mensual tras obtener los valores de inclinación óptimos para cada mes. Los valores óptimos mensuales también los ofrece el PVGIS, sin embargo, una vez obtenidas las ecuaciones del modelado y realizando el procedimiento que se ha comentado, se han obtenido los puntos máximos y se ha comprobado que los ángulos mensuales óptimos coincidían. A continuación se muestra la gráfica resultado de la obtención de los puntos máximos:



Imagen 20: Ángulos óptimos para cada mes

En la gráfica se puede ver que los ángulos de inclinación más adecuados son más altos en los meses en los que el Sol está más bajo y viceversa, tal y como se ha comentado para los solsticios.

También se han obtenido los datos para la posibilidad de un sistema de seguimiento solar a dos ejes, en el que como es lógico no influyen los cálculos de inclinación y orientación ya que es el propio sistema el que se orienta e inclina de forma automática siguiendo la trayectoria aparente del Sol, por lo que estos sistemas presentan una notable mayor producción.

Para la doble inclinación se ha obtenido la configuración 56º-18º para período invernal y estival respectivamente, finalmente se considerará en los cálculos de producción 55º-18º, esta modificación se debe a que suponiendo un ligero balanceo de la plataforma, la mejor opción es esta última, aunque la diferencia es en realidad despreciable. La doble inclinación se ha obtenido a partir de las ecuaciones de modelado. Se aporta más información en anexos, apartado modelado.

A continuación se expone en la siguiente gráfica la comparación entre la suma de irradiancia para las configuraciones correspondientes a la variación de la inclinación teniendo en cuenta orientación Sur:

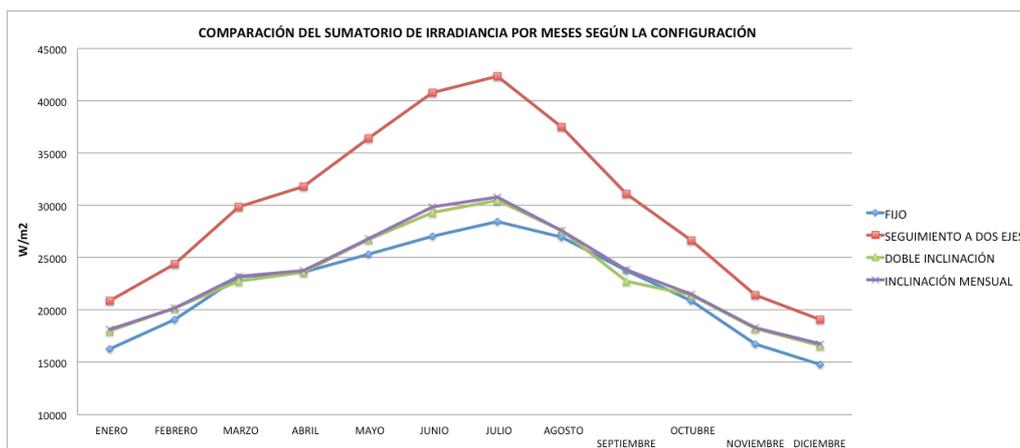


Imagen 21: Comparación de configuraciones (Elaboración propia.2017)

Por lo tanto, se tiene un estudio completo de los niveles de irradiación para diferentes configuraciones, teniendo en cuenta estos datos de irradiación y los ángulos que se llegan a alcanzar para cada una de estas configuraciones se determina que la mejor opción sobretodo en cuanto a viabilidad técnica es para el caso del ángulo fijo óptimo, esto es 35° de inclinación del panel a pesar de que esta sea la opción que menos producción ofrezca, la decisión queda fundamentada en que se deben tener en cuenta otras cuestiones que no tienen que ver con la producción, algunas de las cuales han sido en este caso un argumento importante para determinar que la configuración final sea la mencionada. Por una parte, se tiene que a medida que aumenta el ángulo de inclinación aumenta el efecto vela producido por las ráfagas de viento, es decir, se considera que puede haber algún ligero movimiento en la plataforma aunque en la realidad sea despreciable ya que el tamaño de la estructura impedirá que esta tenga un movimiento que afecte gravemente a la orientación. Con una inclinación de 35° se considera que no habría problemas, tendiendo en cuenta que toda la estructura estará debidamente anclada y que 35° no es un valor excesivamente alto. Sin embargo optando por la doble inclinación o inclinación óptima para cada mes u otras opciones se llegan a ángulos altos y que sí podrían suponer un riesgo para el proyecto, ya que se llegaría a rondar una inclinación de 70° en algunos períodos concretos, por lo tanto se prefiere ser cauto y rebajar la producción y aumentar la seguridad de la propia instalación. Por el mismo motivo se descarta la opción del seguimiento, es decir, los valores altos de ángulo de inclinación pueden suponer un problema, además de que situar un sistema de seguimiento en un ambiente húmedo agrava el problema de la corrosión y por lo tanto sería necesario realizar tratamientos, lo cual supondría un impacto económico importante tanto por el tratamiento, como por la mano de obra y el tiempo de inhabilitación de la planta mientras se realiza la actividad. Este mismo argumento también sirve para las configuraciones en las que se valora el cambio de inclinación ya sea bianual o mensual, es decir, se necesitaría un sistema generalmente electromecánico para realizar estas modificaciones y el problema de la corrosión debe tenerse en cuenta en caso de utilizar estos sistemas, además habría que considerar como ya se ha dicho la mano de obra y período de inhabilitación. En caso de realizar esta modificación de forma manual se eliminaría el problema de la corrosión, sin embargo la cantidad de paneles que se deberían ajustar hace que esta opción quede descartada ya que el esfuerzo en tiempo y dinero no queda compensado, además, con las modificaciones que se realizan

siempre se corre el riesgo de generar roturas y desgastes, esto es, más costes de los previstos respecto a la configuración final que se pretende. Con esta configuración también se ahorrará en espacio ya que con ángulos modificables se debería dejar el espacio entre paneles en función de la latitud y el ángulo más desfavorable, lo que implicaría mayor separación entre filas para evitar sombras.

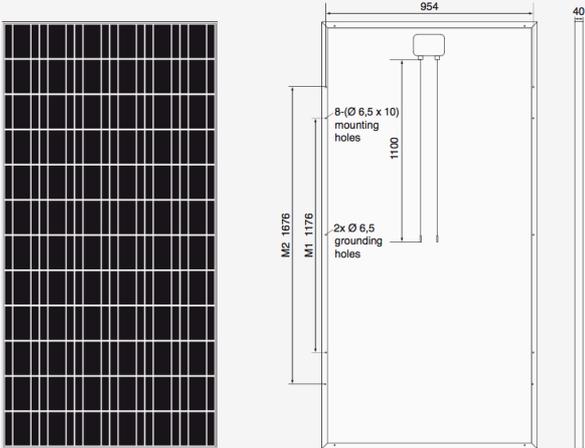
6.3-ANÁLISIS DEL PANEL FOTOVOLTAICO ELEGIDO

El panel elegido corresponde al modelo AC-320P/156-72S de la marca alemana AXITEC. A continuación se muestra la recopilación de los datos más importantes proporcionados por el fabricante y que han requerido de la consulta de varios documentos al no encontrarse junta toda la información que se expone a continuación:

Datos eléctricos (en condiciones estándar de prueba (STC), irradiación de 1000 vatios/m² en el espectro AM 1.5 a una temperatura de célula de 25°C)

Tipo	Potencia nominal P _{mpp}	Tensión nominal U _{mpp}	Corriente nominal I _{mpp}	Corriente de cortocircuito I _{sc}	Tensión de circuito abierto U _{oc}	Coefficiente de rendimiento del módulo
AC-310P/156-72S	310 Wp	37,02 V	8,39 A	8,89 A	45,52 V	15,98 %
AC-315P/156-72S	315 Wp	37,20 V	8,48 A	9,00 A	45,56 V	16,24 %
AC-320P/156-72S	320 Wp	37,39 V	8,58 A	9,18 A	45,59 V	16,49 %

Estructura	
Lado frontal	crystal blanco templado de 3,2 mm de baja reflexión
Células	72 células policristalinas de alto rendimiento 156 mm x 156 mm (6")
Lado posterior	hoja compuesta
Marco	marco de aluminio anodizado a la plata de 40 mm
Datos mecánicos	
L x A x A	1956 x 992 x 40 mm
Peso	23 kg con marco
Conexión	
Caja de conexión	grado de protección IP67 (3 diodos de bypass)
Cable	aprox. 1,1 m, 4 mm ²
Sistema de enchufe	enchufe / hembra IP67



Todas las medidas en mm

Valores límites		
Tensión del sistema	1000 VDC	
NOCT (temperatura de la célula de operación nominal)*	45°C +/-2K	
Carga máxima admisible	2400 Pa/m ²	
Corriente de reversión IR	16,0 A	
Temperatura de funcionamiento permitida	-40°C a +85°C	
(No se deben conectar al módulo tensiones externas superiores al valor máximo de tensión)		
*NOCT, intensidad de irradiación 800 W/m ² , AM 1.5 velocidad del viento 1 m/sec, temperatura 20°C		
Coefficiente de temperatura		
Tensión Uoc	-0,30 %/K	
Corriente Isc	0,04 %/K	
Potencia Pmpp	-0,42 %/K	
Luz débil (Ejemplo para AC-320P/156-72S)		
Curva característica I/U	Corriente	Tensión
200 W/m ²	1,80 A	35,97 V
400 W/m ²	3,07 A	35,99 V
600 W/m ²	5,51 A	36,91 V
800 W/m ²	6,95 A	37,32 V
1000 W/m ²	8,58 A	37,39 V
Embalaje		
Número de módulos por paleta	25 uds.	
Número de módulos por contenedor HC	550 uds.	

Los datos técnicos pueden ser modificados en cualquier momento sin previo aviso. No se descartan posibles errores. Las tolerancias de medición ascienden a +/-3%

Imagen 22: Datos del panel (Axitec.2017)

En concreto la parte que se ha tenido que retocar en la imagen corresponde al bloque que se ve en la parte inferior derecha, donde se muestran los valores de corriente y tensión para diferentes valores de irradiancia, ya que los valores que aparecían en el "datasheet" original correspondían a modo de ejemplo a un modelo de panel diferente al AC-320P/156-72S. Este modelo corresponde al que se utilizará en el proyecto y aparece remarcado en un recuadro rojo en la parte superior con los valores más importantes a la hora de realizar el cálculo para determinar la configuración de la instalación.

Con la obtención de los datos que corresponden a los valores de tensión e intensidad para irradiancias de 200, 400, 600, 800 y 1000 W/m² se pueden obtener los puntos de máxima potencia para cada una de las irradiancias comentadas.

IRRADIANCIA (W/m ²)	INTENSIDAD MPP (A)	TENSIÓN MPP (V)	POTENCIA MPP (W)
200	1,8	35,97	64,746
400	3,07	35,99	110,4893
600	5,51	36,91	203,3741
800	6,95	37,32	259,374
1000	8,58	37,39	320,8062

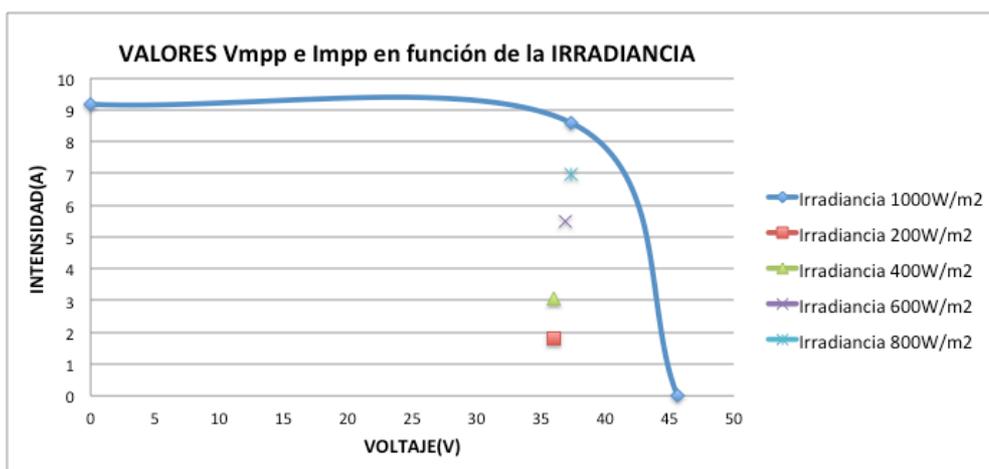


Imagen 23: Valores Vmpp e Impp (Elaboración propia.2017)

En esta gráfica únicamente se ha podido obtener la curva completa para los valores Vmpp e Impp en el caso de irradiancia 1000W/m² ya que es la que corresponde a las condiciones de medida por el fabricante y para el que aporta los valores de Intensidad de cortocircuito y tensión en circuito abierto, esto es, los valores que cortan con los ejes de ordenadas y abscisas respectivamente.

Con esa tabla se traza también la potencia Mpp para cada irradiancia.

Como se muestra a continuación, se ha obtenido la línea de tendencia para la potencia Mpp y aunque el valor R cuadrado que se muestra a continuación es alto, en algunos puntos se da un error considerable, por lo tanto la ecuación obtenida servirá únicamente para tener una noción del valor de la potencia en el Mpp(Max Power Point).

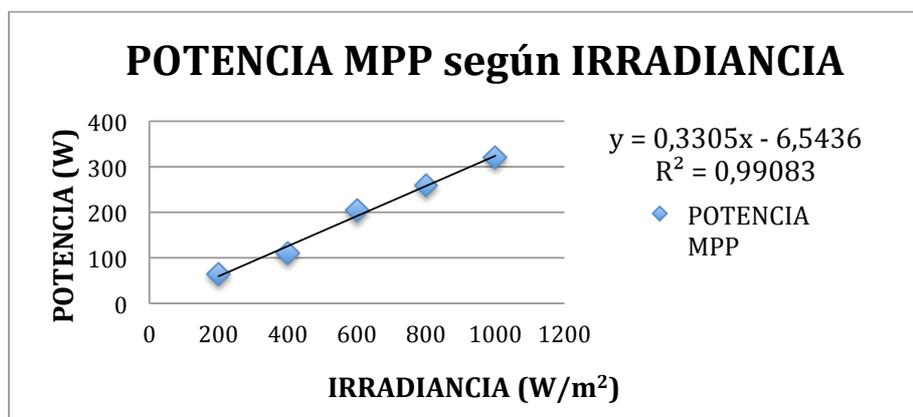


Imagen 24: Pmpp (Elaboración propia.2017)

Estos valores corresponderían al valor que se alcanzaría en el punto de máxima potencia para las irradiancias descritas.

De hecho se puede comprobar como para el caso de irradiancia 1000W/m² los valores de tensión e intensidad corresponden a los que aparecen en el recuadro en la parte superior, cuyo producto es el valor de la potencia que es capaz de entregar el panel, siendo esta de 320,80W, lo que en realidad se considera 320W para el fabricante y también a efectos prácticos.

A continuación se muestran las principales curvas de interés a partir de los datos de la tabla, los valores de 9,18 A y 45,59 V corresponden a intensidad de cortocircuito y tensión de circuito abierto respectivamente, lo que permite trazar la curva V-I completa y obtener la curva de Potencia con el P_{mpp}.

INTENSIDAD (A)	TENSIÓN (V)	POTENCIA (W)
9,18	0	0
8,58	37,39	320,8062
0	45,59	0

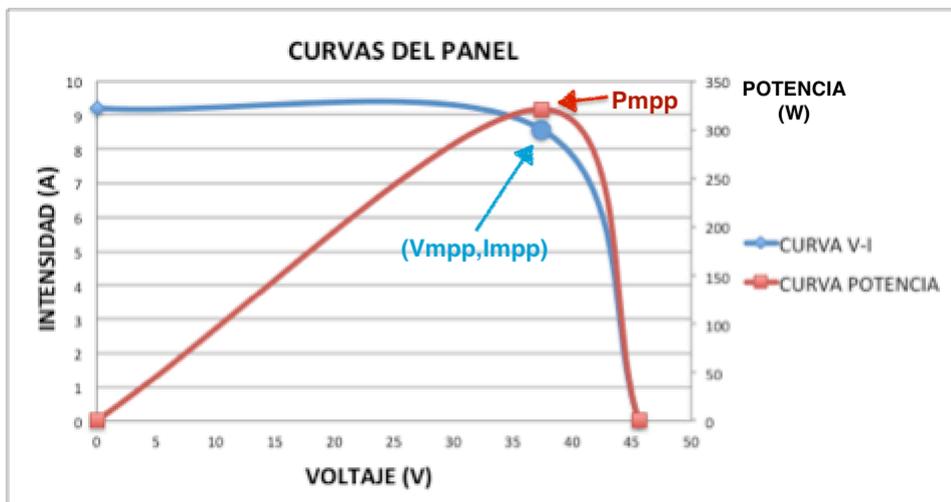


Imagen 25: Curvas V-I y curva de potencia (Elaboración propia.2017)

Esos valores están considerados para condiciones estándar (STC), esto es, irradiancia de 1000W/m², masa de aire (AM) 1,5 y una temperatura del panel de 25°C, la cual no suele corresponder teniendo en cuenta la temperatura ambiente de las zonas en las que se realizan instalaciones fotovoltaicas. Para calcular la temperatura de la placa será necesario tener en cuenta la temperatura ambiente, la irradiancia y la temperatura nominal de la celda (NOCT), la cual se ha dado bajo condiciones de irradiancia 800W/m², AM 1,5, velocidad del viento 1m/s y temperatura de 20°C. Con esas condiciones la temperatura nominal es de 45°C con una tolerancia de ±2 grados.

Con la siguiente ecuación se puede obtener la temperatura de la celda en función de las condiciones de contorno:

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20}{800} \times E$$

Donde T_c es temperatura celda, T_a es temperatura ambiente, NOCT es temperatura nominal, E es irradiancia y 20 y 800 son valores constantes.

Para cada valor de irradiancia hay por lo tanto una potencia máxima, es decir un punto de máxima potencia sobre el que el seguidor MPPT hará trabajar el panel, este valor máximo se dará de forma teórica pero en la realidad su valor se verá modificado en función de la temperatura según el porcentaje que se estipula en coeficientes de temperatura para el caso de Potencia P_{mpp} , en este caso ese porcentaje es de $-0,42$ por Kelvin. Es indiferente que el fabricante muestre los valores en Kelvin, ya que la proporción es la misma para $^{\circ}C$, siendo la única diferencia un desfase de 273,15.

Cuanto menor sea este valor menos vulnerable será el panel a las condiciones de temperatura, lo que es de especial interés puesto que los valores de temperatura suponen un lastre para la producción, este coeficiente es ligeramente menor en los paneles monocristalinos. Para este fabricante, los paneles policristalinos pierden un porcentaje de $-0,42$ de la potencia a medida que se aumenta un $^{\circ}C$, mientras que en los monocristalinos este porcentaje es de $-0,4$.

En anexos, apartado, comportamiento del panel se ha elaborado una tabla en la que se puede ver como afecta la temperatura a la tensión de circuito abierto, intensidad de cortocircuito y potencia, todo ello según los coeficientes del "datasheet".

El rango de temperatura que se ha utilizado tiene como máximo y mínimo los valores límites permitidos por el fabricante. Lo que llevará a obtener valores de potencia altos a los que evidentemente nunca se llegará, principalmente porque en zonas donde estas instalaciones son viables las temperaturas de la placa serán como mínimo moderadas. De hecho el valor de 320W no se alcanzará de forma frecuente porque en condiciones de irradiancia de $1000W/m^2$ la temperatura de la placa será alta.

Con estos valores en función de la temperatura se puede graficar lo siguiente:

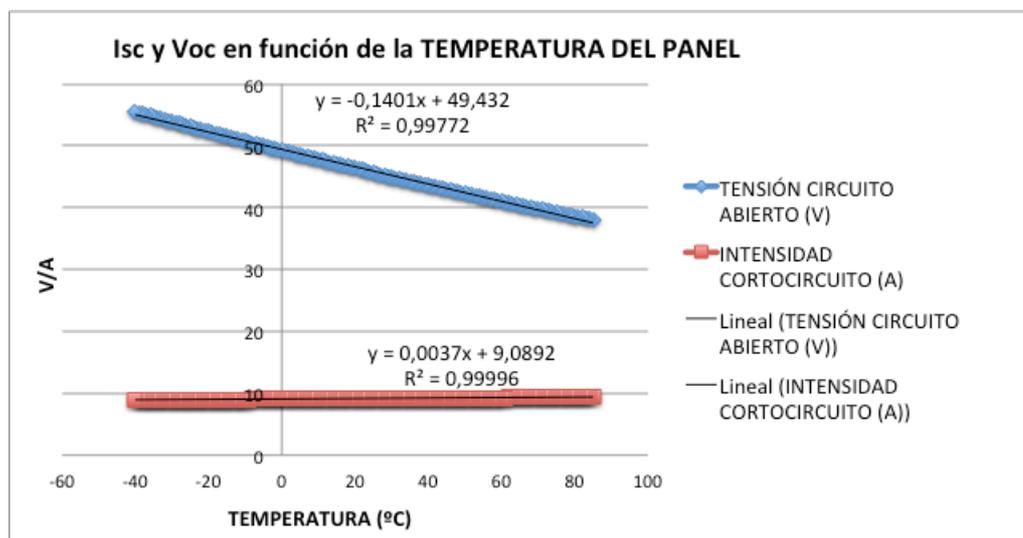


Imagen 26: Evolución de la Voc e Isc con la temperatura (Elaboración propia.2017)

Se puede ver que la tensión de circuito abierto (Voc) es vulnerable a los cambios de temperatura. A medida que esta aumenta, la Voc decrece y viceversa. En cuanto a la intensidad de cortocircuito (Isc), esta se comporta en el mismo sentido que la

temperatura, esto es, si la temperatura aumenta también lo hace la Isc, sin embargo la variación es muy baja y a efectos prácticos suele desprejarse esa interacción. En cuanto a la relación potencia-temperatura según los datos obtenidos a partir del coeficiente que proporciona el fabricante se grafica lo siguiente:

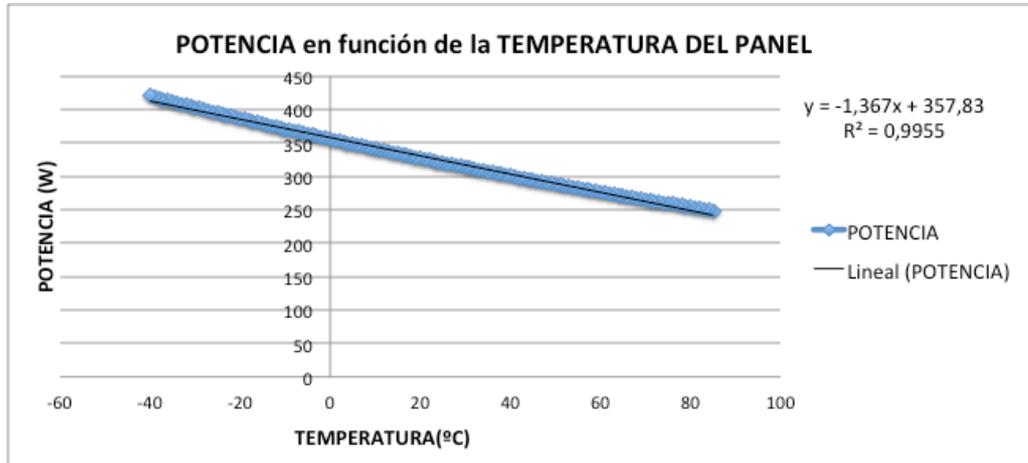


Imagen 27: Evolución de la potencia con la temperatura (Elaboración propia.2017)

Por lo tanto, a medida que aumenta la temperatura del panel, la potencia decrece, y lo hace de forma más brusca que la Voc y la Isc, aunque esto ya se podía intuir solamente viendo los coeficientes proporcionados en la hoja del fabricante.

Además, para realizar el cálculo de paneles en la instalación es necesario tener en cuenta los valores de tensión en circuito abierto, corriente de cortocircuito, temperatura mínima y máxima que puede soportar el panel, corriente de irreversibilidad y tensión límite del sistema.

El fabricante ya incluye cajas de conexiones individuales, las cuales llevan incorporados tres diodos de bypass, esto no es suficiente en cuanto a protección frente al problema de irreversibilidad como tal, pero sí hace frente a los casos de sombras parciales. Para proteger al panel frente a esa corriente inversa superior al máximo que da el fabricante generalmente se hace uso de fusibles, aunque también existen otras opciones. El uso de los diodos de bypass y resto de protecciones se verá más adelante con más detalle.

Es necesario comentar que los datos proporcionados por el fabricante de este panel están expuestos a una tolerancia del $\pm 3\%$, lo que en realidad puede suponer una diferencia del 6% en los valores de dos paneles que se han catalogado como iguales, en este sentido, esa tolerancia es más elevada del solo +3% que ofrecen actualmente la mayoría de paneles.

En cuanto al rendimiento, el fabricante garantiza los resultados siguientes:

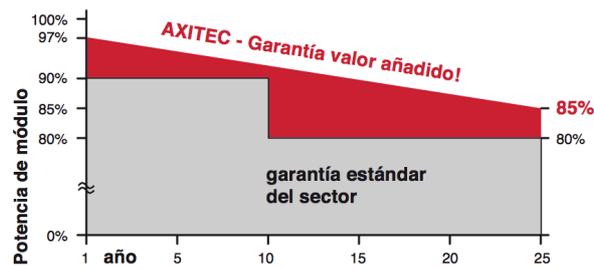


Imagen 28: Rendimiento garantizado por el fabricante (Axitec.2017)

Estos valores son principalmente función de la calidad de los materiales, tecnología y proceso de fabricación. Considerándose fiables, deberán tenerse en cuenta en el cálculo de la producción. Los datos que dan los fabricantes, y este no es una excepción, muestran el rendimiento en un horizonte de 25 años y que no corresponde a la vida útil del producto. En este proyecto se estimará una utilidad de 45 años ya que es muy posible que la vida útil del panel a los 25 años todavía no haya terminado, a partir de estos 25 años se deberá extrapolar para estimar el rendimiento a un horizonte mayor. Llegará un momento en el que el panel no disminuya su rendimiento, esto es, se llegará un punto en el que el panel verá disminuido el rendimiento pero con una pendiente mucho más suave hasta estabilizarse y llegar al final de su vida útil.

El fabricante en su "datasheet" proporcionaba únicamente la imagen del rendimiento para la potencia y la comparación con la garantía estándar del sector, esa imagen no proporciona la información de la forma más adecuada, para conseguir los porcentajes exactos de rendimiento en lo que a potencia se refiere ha sido necesario buscar en la hoja de garantía, en la cual se proporcionan los siguientes datos:

	Años	Rendimiento* **
a	1	97.0%
	2	96.5%
	3	96.0%
	4	95.5%
	5	95.0%
	6	94.5%
	7	94.0%
	8	93.5%
	9	93.0%
	10	92.5%
b	11	92.0%
	12	91.5%
	13	91.0%
	14	90.5%
	15	90.0%
	16	89.5%
	17	89.0%
	18	88.5%
	19	88.0%
	20	87.5%
	21	87.0%
	22	86.5%
	23	86.0%
	24	85.5%
	25	85.0%

* Años desde la fecha de venta o producción, ver B

** Rendimiento inferior al del rendimiento nominal especificado en el suministro

Imagen 29: Rendimiento del panel (Axitec.com)

A partir de estos datos de rendimiento se extrapolará de los 25 a los 45 años. El hecho de extrapolar en realidad permite tener una idea del valor del rendimiento pero sin

garantías de que sea ese el valor real. De todas formas, los valores que proporcionan los fabricantes suelen suponer el caso más desfavorable en cuanto a rendimiento, ya que por experiencia se conoce que este suele ser en la realidad mayor que el que ofrece el “datasheet”, en el cual se linealizan las pérdidas cuando realmente su comportamiento no es lineal.

Con la información del fabricante teóricamente se pierde al año un 0,5% en rendimiento, siguiendo esta tendencia lineal se grafica lo siguiente:

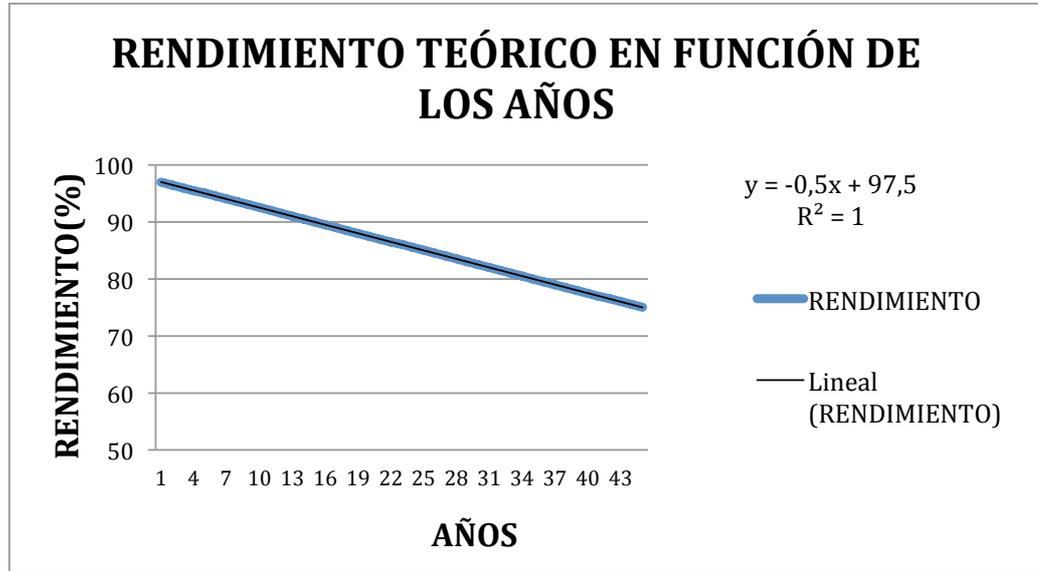


Imagen 30: Evolución del rendimiento teórico (Elaboración propia.2017)

Esta gráfica representa por lo tanto el comportamiento teórico. Se ha fijado un horizonte de 45 años y como ya se ha dicho, se llegará a un punto en el que el rendimiento no decrecerá más y si lo hace será de forma despreciable.

En centrales con 30 años de funcionamiento las pérdidas por rendimiento se sitúan en un valor inferior al 15% un valor de pérdidas inferior a lo que el fabricante ofrecía en su “datasheet”, por lo tanto, es necesario tener en cuenta que las pérdidas por rendimiento en la realidad rara vez son superiores o iguales a los que proporciona la marca y el hecho de suponer mayores pérdidas de rendimiento realmente lleva a infravalorar la producción.

6.4-POTENCIA, INVERSORES Y PANELES

Se optará finalmente por una orientación Sur y una inclinación fija de 35°.

En este punto se pretende justificar la elección de los inversores y de la potencia de la planta para la fase I y la fase II, las cuales tendrán una ubicación diferente en el embalse y corresponderán respectivamente a las opciones de 2,74MW y 20MW, obteniendo una instalación final de 2,74MW + 20MW. Esta decisión se ha tomado tras realizar el cálculo para diferentes configuraciones, las cuales han sido valoradas teniendo en cuenta diferentes inversores, esto es, se ha hecho el cálculo para instalaciones de 20MW, 50MW, 80 MW y 100MW, y para cada una de ellas se ha considerado la utilización homogénea de inversores de 1,3MW, 1,4MW y 2,25MW, es decir, los inversores utilizados para un mismo cálculo de configuración de potencia de

la instalación son exactamente del mismo tipo. Sus “datasheet” se pueden consultar en anexos, apartado “datasheets” inversores.

Por lo tanto, solo con esto ya se ha hecho el cálculo de 12 posibles configuraciones, llegando a la decisión final de optar por la potencia comentada utilizando inversores de 1,4MW. De hecho, la propuesta de 2,74MW para la fase I se ha diseñado a partir de la elección de inversores que se ha hecho para la fase II con la finalidad de homogeneizar los elementos de la instalación. Dicho valor se justifica por ser múltiplo del valor de salida de los inversores.

Para las distintas propuestas se han obtenido el número de paneles e inversores necesarios que junto con los datos de irradiación obtenidos para la orientación e inclinación consideradas, se ha calculado la producción teórica que se daría y la superficie que se ocuparía.

Además, estas propuestas de potencia e inversores se han aplicado también para todas las configuraciones de inclinación, obteniendo los valores de producción y facturación, por lo que en realidad se ha hecho el cálculo de un total de 36 configuraciones distintas, lo que permitirá disponer de un estudio completo.

Se ofrece más información en anexos, apartado cálculo y valoración de opciones de potencia e inversores.

Una vez desarrollado el cálculo en los anexos se puede ver que la opción de utilizar el inversor de 2,25MW se hace técnicamente viable pero a costa de no tener en cuenta la tensión de circuito abierto, ni la restricción de temperatura, además, los valores obtenidos queden muy cercanos a los límites permitidos lo que supone un riesgo para el correcto funcionamiento de la instalación y también para la vida útil de los componentes que la forman.

Es importante comentar que utilizando el valor inferior recomendado de 2,5MW para la entrada, frente al valor superior recomendado de 2,7MW que se ha utilizado el problema no se soluciona ya que se llegan a las mismas restricciones, al igual que utilizar este inversor en el resto de opciones, ya que la única variación serán los inversores a utilizar en función de la potencia que se desee y por lo tanto los valores límite y las restricciones serán las mismas.

Por lo tanto, el inversor propuesto presenta la ventaja de que es capaz de soportar 8424 paneles, sin embargo, esta ventaja no es argumento suficiente teniendo en cuenta los riesgos en los que se incurre si se opta por su utilización. Por lo tanto, queda descartado.

6.5-SUPERFÍCIE A OCUPAR:

Un factor a tener en cuenta es la ocupación de la superficie de modo que se prioriza ocupar la menor superficie posible sin llegar a infrautilizar la zona para producción fotovoltaica. Esto se fundamenta principalmente en no perturbar las posibles actividades de ocio, no degradar el paisaje de forma excesiva y por lo tanto reducir el impacto ambiental, a lo que habría que tener en cuenta que la incertidumbre ante la irregularidad del terreno en determinadas zonas del embalse puede suponer un problema en lo que a distribución se refiere, por lo que las instalaciones de menor tamaño permiten en este caso una mayor libertad en lo que respecta a la ubicación ya que se tiene más superficie libre para configurar como se desee. La intención de no ocupar mucha superficie no es incompatible con la intención de reducir la infrautilización del terreno, simplemente se pretende que la instalación no suponga un obstáculo para otras actividades, principalmente relacionadas con el ocio y que además ayudan a reducir esa infrautilización que se comenta. Se trata por lo tanto de

aprovechar al máximo la zona y de aumentar su polivalencia, lo que en cierto modo ayuda a revalorizar la zona.

El cálculo de la superficie no solo se ha realizado teniendo en cuenta la superficie que ocupan los paneles e inversores y que viene indicada en las hojas de características, esto es, para el caso de los paneles se ha calculado la distancia entre líneas en función de la latitud con el motivo de evitar sombras, al mismo tiempo se ha valorado que el espacio entre líneas permita el paso a operarios.

Entre paneles de la misma fila se ha dejado una pequeña separación, lo que ayudará a reducir el posible efecto vela y mejorar la refrigeración. Con todo esto, el espacio será de 4,59m² por panel.

En el caso de los inversores se han considerado las dimensiones de la hoja del fabricante más un espacio alrededor en el que no se podrá ubicar ningún otro elemento. Es posible que algunos inversores requieran de complementos adicionales, pero la superficie que estos pueden llegar a ocupar no se considera significativa. Con esto los inversores ocuparán 13,51m² cada uno.

La distribución de la gran mayoría de los paneles queda en función de la topografía del fondo del embalse y los tramos en los que teóricamente se dan cambios de pendiente significativos quedan diseñados como pasillos acuáticos.

De este modo los paneles quedarán agrupados formando islas cuya forma coincidirá con la topografía del fondo para la zona concreta en la que se ubican. Estas islas a pesar de estar separadas mediante pasillos se unirán mediante pasarelas favoreciendo la comunicación y otorgando mayor robustez.

Con este diseño se permitirá mejorar la refrigeración y conseguir una mayor reflectancia, además, se reducirán las posibles roturas y deformaciones en caso de vaciado, ya que solo quedarían expuestas a estos problemas las pasarelas, las cuales tendrán una distancia relativamente corta (12m aprox cada una) con un ancho de 3m. La fase I se ubica en una zona más propensa a quedar descubierta, lo que ha permitido obtener más información de la zona en concreto y por lo tanto determinar con más libertad la distribución para esa primera fase.

Todos los paneles, al igual que las pasarelas estarán ubicados sobre plataforma, la cual estará formada por cubos HDPE.

6.5.1-OCUPACIÓN DE PANELES E INVERSORES:

6.5.1.1-INVERSORES:

Las dimensiones de los inversores de 1,3MW y 1,4MW son las mismas, tal cual está en el "datasheet" esto es 2,45·1,84·1,035 metros, tal y como se puede ver en las hojas de características. Según esto, para cada inversor se tendría que la superficie ocupada es de 2,54m², sin embargo se estiman 13,51m² por inversor debido al espacio que se pretende dejar alrededor de ellos, este espacio corresponde al que ocupa el propio inversor más la consideración de 1 metro de espacio alrededor para cada uno de ellos.

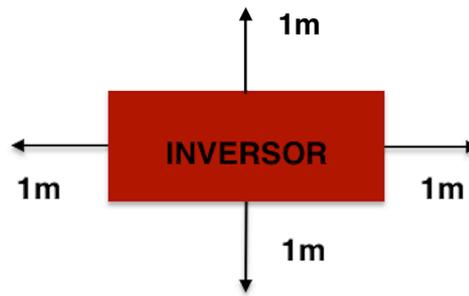


Imagen 31: Espacio mínimo alrededor del inversor (Elaboración propia.2017)

De modo que sabiendo lo que ocupa cada inversor y la separación entre ellos se tiene que el ancho y la profundidad es de 4,45 metros y 3,035 metros respectivamente. Por lo tanto: 13,51m². Se puede consultar el cálculo en anexos, apartado cálculo de ocupación.

6.5.1.2-PANELES:

Es importante mencionar también que no se contempla contabilizar la superficie que abarque la estructura de soporte de paneles, ya que sería redundante al tratarse de superficie en la que se ubican los paneles, cuya superficie ya está considerada. Por lo tanto la estructura se podría considerar únicamente como construcción vertical.

Se han valorado las opciones de colocar los paneles en vertical u horizontal. Para el primer caso el panel se expone a mayor vulnerabilidad a ráfagas de viento y además se ocupa mayor superficie, mientras que en la colocación de paneles en horizontal estos problemas se reducen.

Teniendo en cuenta las separaciones entre paneles de la misma fila y las separaciones entre filas en función de la latitud se tiene que los paneles en horizontal ocupan 4,59m² frente a los 4,82m² que se ocupan en vertical.

Para llegar a estos valores es necesario tener en cuenta las dimensiones del panel:

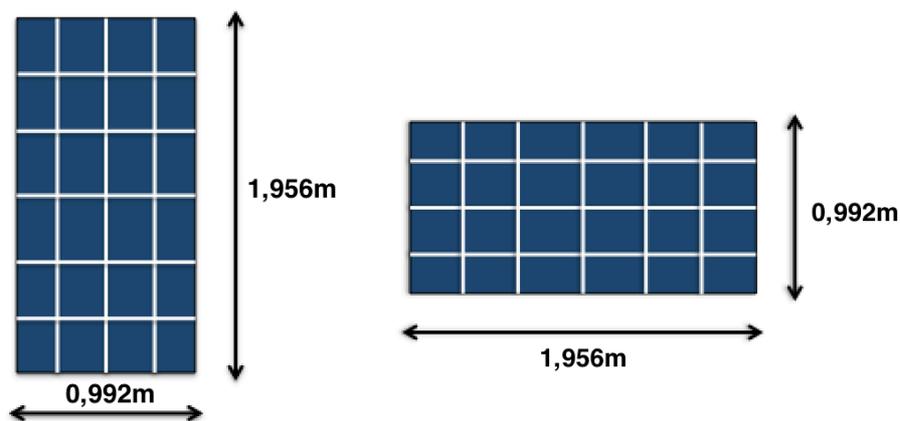


Imagen 32: Dimensiones panel (Elaboración propia.2017)

También es necesario tener en cuenta el esquema en el que se muestran los paneles de perfil y a partir del cual se obtendrán los valores de interés que corresponden a: l, m, s, h y que determinarán la superficie necesaria a ocupar.

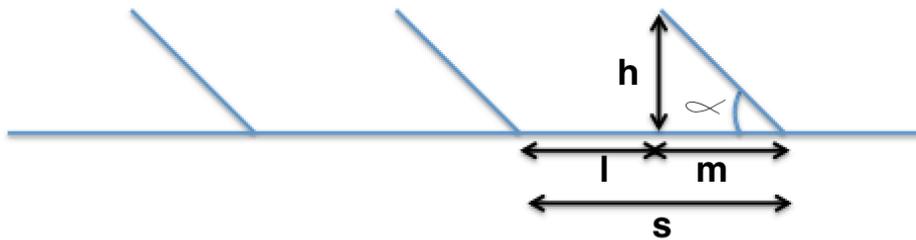


Imagen 33: Esquema variables de interés y distancia entre paneles (Elaboración propia.2017)

Siendo l la distancia entre la proyección en el plano del punto más alto del panel y el punto más bajo del siguiente panel.

La m sería la proyección del panel en el plano, de modo que la suma entre l y m dará un valor al que se llamará s .

La h corresponde a la altura del panel y depende del ángulo de inclinación α .

Para completar el cálculo se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

LATITUD	29	37	39	41	43	45
K	1.6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,847

Siendo K un factor que depende de la latitud y que multiplicará a h para obtener l .

En este caso ese valor corresponde a $K= 2,475$. El cálculo se desarrollará en anexos, apartado cálculo de ocupación.

Tras los cálculos realizados en los anexos se tendría lo siguiente:

PLANTA OPCIÓN PANEL VERTICAL:

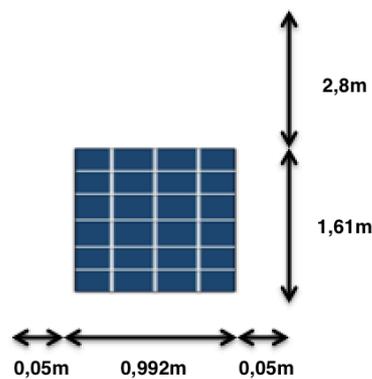


Imagen 34: Dimensiones panel en vertical (Elaboración propia.2017)

Lo que supone una superficie de $4,41m \times 1,092m = 4,82m^2$. En todas las operaciones se ha redondeado al valor superior. En realidad, se hubiera podido operar sin redondear en el resto de resultados y redondear solo el valor final, sin embargo la diferencia es mínima y por lo tanto no afecta en la decisión de colocar el panel de una forma u otra.

PLANTA OPCIÓN PANEL HORIZONTAL:

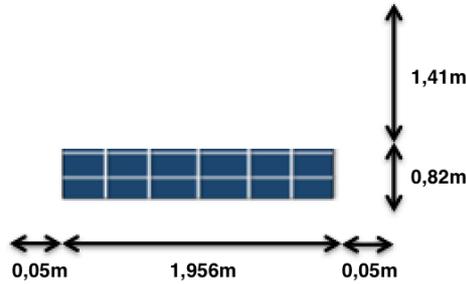


Imagen 35: Dimensiones panel horizontal (Elaboración propia.2017)

Al igual que antes, el redondeo se ha hecho para todas las operaciones al valor superior.

El fabricante no aporta información sobre las dimensiones de la caja de conexiones de cada panel en particular ni tampoco informa de la altura a la que está situada, esto junto con las dimensiones consideradas y la posibilidad de que la longitud del cable de cada panel (1,1m) no sea exacta permiten valorar la opción de pedir al fabricante un cable de mayor longitud, ya que la opción de colocar los paneles en vertical queda descartada por motivos de seguridad. Teniendo en cuenta un cable de 1,5m el precio se incrementa 0,002 euros el W_p , esto es, 0,64 euros más por panel.

Por lo tanto, para rebajar la altura de la instalación y reducir la exposición del panel al viento, se elige la configuración de paneles en horizontal como opción definitiva. Con la siguiente imagen se pretende mostrar la interacción de los paneles en lo que a distancias se refiere:

PLANTA:

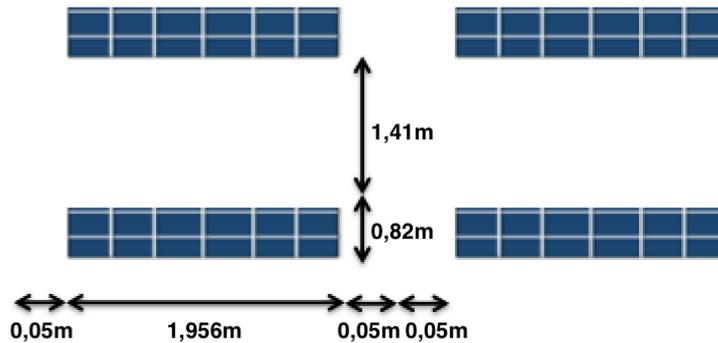


Imagen 36: Relación de distancias entre paneles horizontales (Elaboración propia.2017)

A partir de los datos obtenidos se desarrolla la siguiente tabla a modo de síntesis. Con estos datos se extraerán las conclusiones posteriores. Es importante comentar que la superficie que se ha considerado en esta tabla corresponde puramente a lo que ocupan paneles e inversores, esto es, sin tener en cuenta la ocupación debido a pasillos acuáticos y otros complementos, por lo que únicamente se han contabilizado $4,59m^2$ para cada panel y $13,51m^2$ para cada inversor.

6.6-TABLA RESUMEN PARA INCLINACIÓN FIJA

FASE I

POTENCIA DE DISEÑO	POTENCIA TEÓRICA DEL INVERSOR	NÚMERO DE INVERSORES	POTENCIA DE SALIDA	NÚMERO DE PANELES	SUPERFICIE OCUPADA PANELES (m ²)	SUPERFICIE OCUPADA INVERSORES (m ²)	SUPERFICIE TOTAL OCUPADA (m ²)	SOBREDIM. INICIAL compensación (%)	SOBREDIM. FINAL compensación (%)	Wpico TOTAL instalada	INTENSIDAD campo fotov. (Apico)
2,74MW	1,4MW	2	2,74MW	9760	44798,4	27,02	44825,42	23,88	12,27	3123200	4187,04

FASE II

POTENCIA DE DISEÑO	POTENCIA TEÓRICA DEL INVERSOR	NÚMERO DE INVERSORES	POTENCIA DE SALIDA	NÚMERO DE PANELES	SUPERFICIE OCUPADA PANELES (m ²)	SUPERFICIE OCUPADA INVERSORES (m ²)	SUPERFICIE TOTAL OCUPADA (m ²)	SOBREDIM. INICIAL compensación (%)	SOBREDIM. FINAL compensación (%)	Wpico TOTAL instalada	INTENSIDAD campo fotov. (Apico)
20MW	1,3MW	19	20,9MW	77140	354072,6	256,69	354329,29	15,38	15,38	24684800	33093,06
	1,4MW	15	20,55MW	73200	335988	202,65	336190,65	23,88	12,27	23424000	31402,8
50MW	1,3MW	46	50,6MW	186760	857228,4	621,46	857849,86	15,38	15,38	59763200	80120,04
	1,4MW	37	50,69MW	180560	828770,4	499,87	829270,27	23,88	12,27	57779200	77460,24
80MW	1,3MW	73	80,3MW	296380	1360384,2	986,23	1361370,43	15,38	15,38	94841600	127147,02
	1,4MW	59	80,83MW	287920	1321552,8	797,09	1322349,89	23,88	12,27	90624000	123517,68
100MW	1,3MW	91	100,1MW	369460	1695821,4	1229,41	1697050,81	15,38	15,38	118227200	158498,34
	1,4MW	73	100,01MW	356240	1635141,6	986,23	1636127,83	23,88	12,27	113996800	152826,96

6.7-VALORACIÓN Y ELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN

Teniendo en cuenta la superficie ocupada por los paneles para el caso de los 20MW + 2,27MW y la superficie total del embalse, esta opción queda considerada como la más adecuada por la gran maniobrabilidad que ofrece en la distribución de paneles respecto a las otras opciones.

Los inversores finalmente utilizados serán los de 1,4MW por los motivos que siguen: Principalmente porque se utilizan menos inversores, lo que además lleva asociado un menor número total de paneles y por lo tanto una menor superficie ocupada en lo que a paneles se refiere tal y como se aprecia en la tabla resumen.

El sobredimensionamiento final teniendo en cuenta la eliminación de líneas debido a restricciones técnicas permite compensar pérdidas por valor de 12,27%, lo cual supone para el caso de inversores de 1,4MW una ligera desventaja respecto a los de 1,3MW, en los que se compensan un 15,38%. Aún así, se considera que la diferencia no es lo suficientemente atractiva como para utilizar los inversores de 1,3MW ya que de elegir estos últimos se debería invertir más en paneles, inversores y por lo tanto superficie ocupada tal y como se puede ver en la tabla. Esa ligera diferencia de 3,11% a la larga podría acabar compensando el coste con una mayor producción, sin embargo la superficie ocupada junto con la recuperación de la inversión en el muy largo plazo, permite considerar la opción de los inversores de 1,4MW como prioritaria.

Es importante comentar que ambos inversores presentan las mismas dimensiones, por lo que se ocupará una menor superficie total si se utilizan los de 1,4MW ya que se necesitará una menor cantidad, además de alrededor de 4000 paneles menos lo que suponen unos 20.000 m² más para actividades de ocio.

6.8-DISTRIBUCIÓN DE PANELES:

La fase I del proyecto, considerada como fase de prueba, se dará en la zona cercana a las orillas Oeste mientras que la fase II, esto es, la fase posterior, se dará en la zona central del embalse.

Tras consultar la topografía en el Instituto Geográfico Nacional se ha optado por instalar en las zonas que se exponen a continuación:

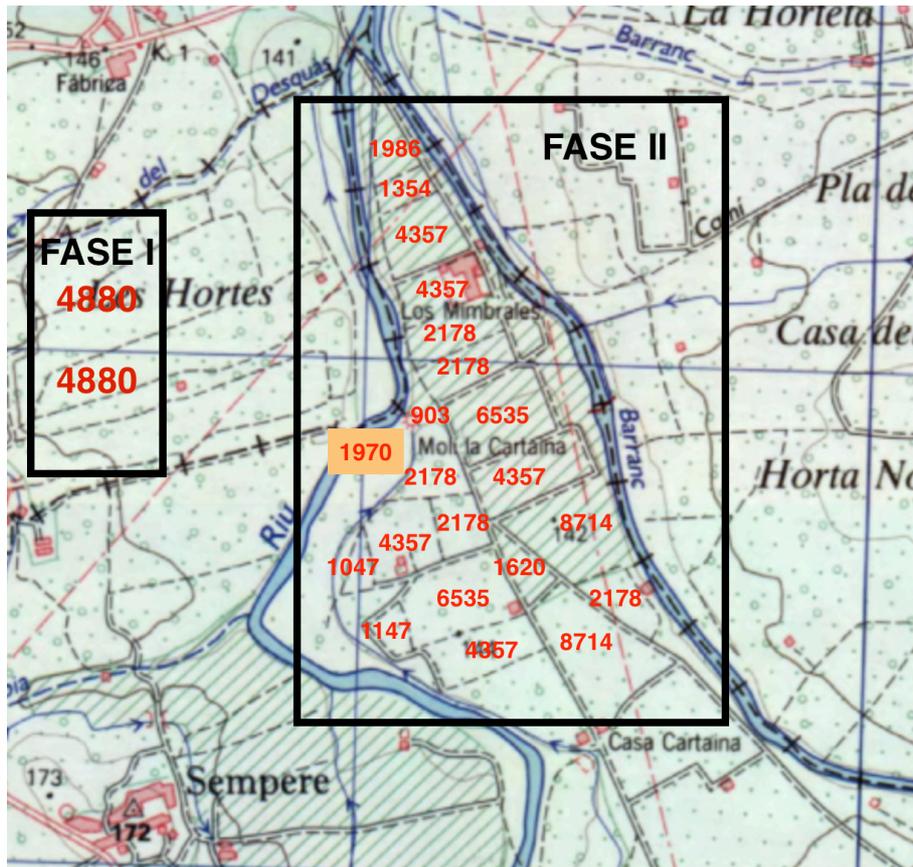


Imagen 37: Distribución de paneles (Elaboración propia a partir de IGN.2017)

En esta imagen se muestra la topografía correspondiente al fondo embalse, en ella se muestran las parcelas cuya forma determinará la de las islas de paneles.

Tras medir la superficie de cada parcela y teniendo en cuenta la superficie que ocupa cada panel, se ha calculado el número máximo de paneles admisibles para cada una de las parcelas. Este número de paneles aparece de color rojo en el mapa. De este modo, con el fin de llegar a los 4880 admisibles para cada inversor se harán las agrupaciones que se consideran y que se exponen posteriormente en este apartado.

FASE I:

En esta zona las islas de paneles no se adaptan a la forma que delimitan las líneas discontinuas por ser una zona que queda descubierta en época de sequía y

conocerse que no existen pendientes significativas. En esta fase se formarán dos bloques de paneles, cada uno de 4880, esto es, la cantidad que admite cada uno de los dos inversores. La separación entre bloques será de 50 metros.

En esta fase se pretende ubicar los inversores en las orillas por su cercanía y menor riesgo de inundaciones y problemas técnicos respecto a lo que supone instalar sobre zona acuática.

Se tendrán un total de 24 cajas de conexiones, esto es, 12 cajas para cada bloque, coincidiendo por lo tanto el número de cajas con el número de entradas del inversor.

Por lo tanto, cada bloque dispondrá de 8 cajas de conexiones seccionando 20 strings, y 4 cajas de conexiones seccionando 21 strings, haciendo el total de 12 cajas por bloque.

FASE II:

Al situarse en una zona más centralizada y profunda la topografía es más incierta y en este caso los paneles sí se adaptarán con bastante exactitud a la forma que aparece en la imagen.

En la imagen anterior se ha mostrado la cantidad máxima de paneles admisibles para cada parcela. En la siguiente imagen se identifica cada una de las parcelas con la finalidad de aportar la mayor claridad posible para posteriormente agrupar los paneles correspondientes a cada inversor:

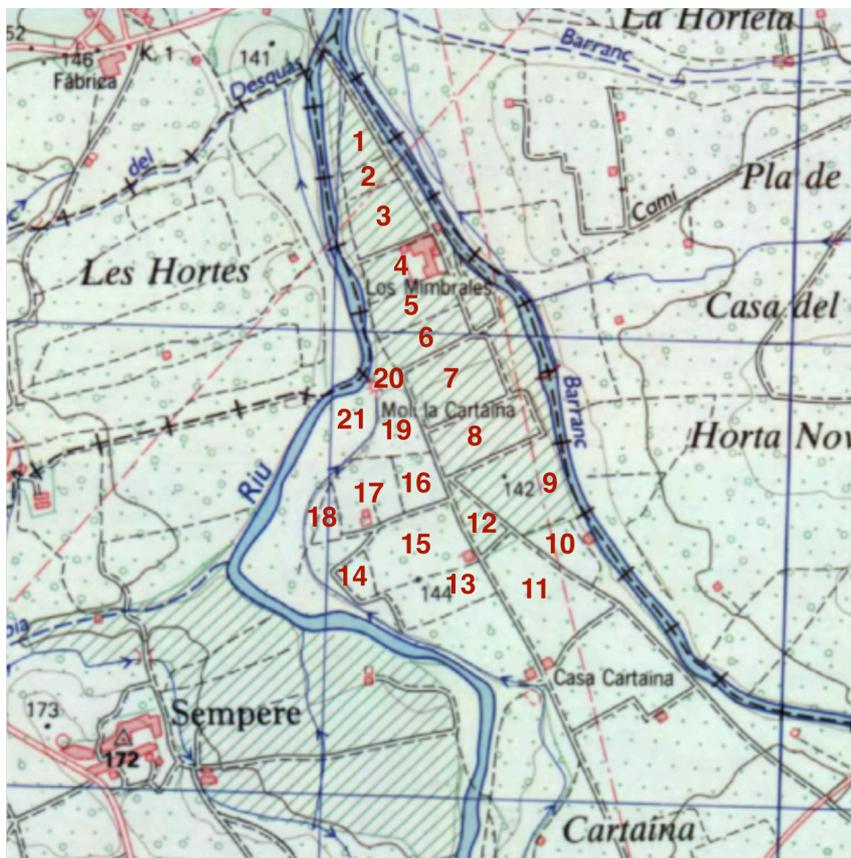


Imagen 38: Distribución de zonas (Elaboración propia a partir de IGN.2017)

Esta información se resume en la tabla que se expone a continuación:

ZONA	m ²	PANELES
1	9115,74	1986
2	8968,86	1354
3	19998,63	4357
4	19998,63	4357
5	9997,02	2178
6	9997,02	2178
7	29995,65	6535
8	19998,63	4357
9	39997,26	8714
10	9997,02	2178
11	39997,26	8714
12	7435,8	1620
13	19998,63	4357
14	5264,73	1147
15	29995,65	6535
16	9997,02	2178
17	19998,63	4357
18	4805,73	1047
19	9997,02	2178
20	4144,77	903
21	9997,02	2178

Por lo tanto, teniendo en cuenta los paneles admisibles para cada zona, se procede a agrupar los paneles de cada una de ellas configurando la tabla que sigue:

INVERSOR	LOCALIZACIÓN	PANELES
1	1	1986
	2	1354
	3	1540
2	3	2817
	4	2063
3	4	2294
	5	2178
	6	408
4	6	1770
	7	3110
5	7	3425
	8	1455
6	8	2902
	9	1978

7	9	4880
8	9	1856
	10	2178
	11	846
9	11	4880
10	11	2988
	12	1620
	13	272
11	13	4085
	14	795
12	14	352
	15	4528
13	15	2007
	16	2178
	17	695
14	17	3662
	18	1047
	19	171
15	19	2007
	20	903
	21	1970

En la tabla se pueden ver los paneles de cada zona que corresponderán a cada uno de los inversores de la fase II.

Se puede ver que para cada inversor se agrupan 4880 paneles y que en la primera tabla la zona 21 permite 2178 paneles, sin embargo en la segunda tabla se tienen 1970, esto es porque ya se han alcanzado los 4880 paneles correspondientes a su inversor, el cual es el número 15, esto es, el último de la instalación, por lo tanto, la zona 21 será también la última que se recorrerá.

Las agrupaciones de la zona baja se han hecho en sentido de las agujas del reloj, en cierto modo lo que se pretende es que los inversores de la fase II no se coloquen en las orillas, ya que de hacerlo, independientemente del recorrido hasta llegar a ellas, la distancia paneles-inversores supone una longitud de cableado muy significativa, lo que llevaría a no recuperar la inversión, por lo tanto, con el recorrido planteado se contempla ubicar los inversores sobre plataformas o embarcaciones de recreo ubicadas en los pasillos acuáticos y a una distancia prácticamente equidistante de todas las zonas en las que se ubican los paneles correspondientes a cada uno de los inversores que aparecen en la tabla anterior. El cableado se llevaría mediante plataforma.

Esta decisión se ha tomado previo análisis y valoración de la inversión en la fase de prueba, esto es fase I. Se aporta más información en el apartado valoración de la inversión.

6.9-MATERIAL Y MONTAJE

6.9.1-CUBOS HDPE

Los cubos que se emplearán en la plataforma presentan las siguientes características:

Son cubos de 0,5 metros de ancho, 0,5 metros de longitud y 0,4 metros de altura.

Presentan cuatro ranuras situadas en los vértices del cubo a mitad de la altura para anclajes y cualquier tipo de unión.

Los cubos son de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) lo cual implica que la plataforma no desprenderá toxinas al agua del embalse. Además, es un material ligero, flexible, resistente a impactos y a multitud de agentes químicos. Para los cubos en concreto se establece una capacidad de carga de 350 kg/m² considerando 300kg/m² como límite para una garantizar la seguridad de flotación. Además presentan una vida útil de 15 años, aunque esta está basada en condiciones extremas correspondientes a oleajes, salinidad y en definitiva agua de mar, por lo que se estima que la vida útil en el embalse sea algo mayor a pesar de la mala calidad del agua.

La incidencia de la luz sobre los cubos también afectará a su vida útil, en este aspecto, los paneles se consideran de ayuda ya que sombrearán parte de la plataforma en función de la hora solar.

6.9.2-VALLADO

El vallado estará formado por malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2 m de altura.

Recorrerá el perímetro de cada fase de la instalación y se ubicará sobre plataforma la cual estará formada por dos cubos de ancho, de modo que se pueda unir la valla a los pins cortos de la misma. La distancia de esta a los paneles será calculada en función de la latitud para evitar sombras.

Esto es, teniendo en cuenta un valor de $k = 2,475$ en la tabla correspondiente a la latitud y una altura de la valla de 2 metros la distancia a situar la valla de los paneles será de mínimo 4,95. Finalmente se considerará una distancia de 10 metros entre el vallado y plataforma de paneles, favoreciendo el paso de posibles embarcaciones por dentro de la instalación.

6.9.3-ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES

La estructura de soporte será de aluminio anodizado y se podrá fabricar a medida, esto implica la posibilidad de fijar un ángulo concreto, un tamaño de estructura, longitud, altura y por supuesto diseñar los agujeros necesarios para favorecer los enganches a la plataforma y fijar los paneles correctamente.

La utilización de aluminio para la estructura presenta ventajas, entre ellas:

Es un material barato, resistente a un amplio rango de temperaturas y a una gran cantidad de químicos, es ligero y moldeable.

El proceso de oxidación del aluminio es muy rápido, se forma casi instantáneamente una capa microscópica de óxido transparente que recubre la estructura y cuyas propiedades químicas son iguales al corindón, zafiro, o rubí, por lo que se otorga una gran resistencia y se consigue una mayor protección frente a elementos externos. Por lo tanto, a mayor oxidación del aluminio se tiene mayor protección, una forma de incrementar esa oxidación es precisamente mediante anodizado.

El principal inconveniente que presenta el aluminio es la vulnerabilidad al mercurio, y que en este caso no se considera presente, al menos en concentraciones elevadas en el agua del embalse.

A continuación se muestra el diseño inicial que tendría la estructura de interés:

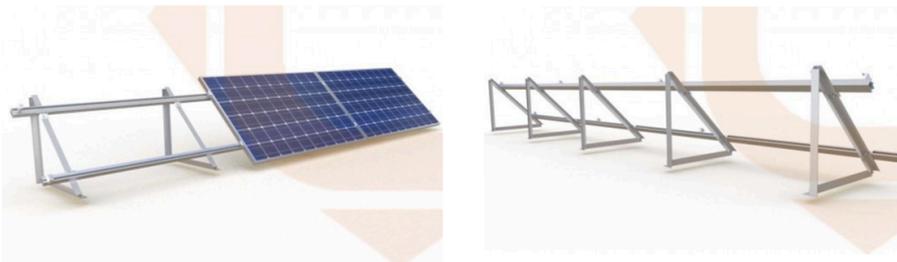


Imagen 39: Estructura soporte (Monsolar.2017)

Para cumplir con su propósito, será necesario que se tenga en cuenta el diámetro de los agujeros del panel para el atornillado y que aparece indicado en la hoja de características de AXITEC, al mismo tiempo será necesario que las barras inclinadas que determinan el ángulo de la estructura tengan una longitud de 0,992m que es la medida correspondiente a la anchura del panel con el marco incluido. También se pedirá al fabricante que se deje el espacio que se ha considerado entre paneles de la misma fila y adapte la inclinación a 35°.

Además se agujerearán los laterales de los extremos de la estructura con la finalidad de que todas las estructuras pueden ser acopladas entre ellas, además de poder permitir la unión a los pins cortos de la plataforma.

Estas modificaciones no suponen un coste extra, ya que el fabricante permite realizar el corte y la confección a medida, lo que supone una ventaja, ya que se podrá adaptar la cantidad de paneles admisibles para la estructura en cuestión según la superficie disponible para las diferentes zonas de las parcelas. Por lo tanto, para facilitar el transporte y homogeneidad se considerarán estructuras para soportes de tres paneles, esto es, igual que en la imagen, las cuales se unirán a los pin cortos y entre ellas mediante el acoplo que se ha comentado. Las estructuras se reducirán a soporte de solo uno o dos paneles en los casos en los que las parcelas lo requieran.

6.9.4-PLATAFORMA

La plataforma estará formada por los cubos de HDPE: Es importante destacar que para favorecer la colocación de la estructura de soporte de paneles se aprovechará

el diseño de los cubos y sus ranuras para uniones y anclajes. A continuación se puede ver el acople de los cubos que acabaría formando la plataforma donde se ubicaría la estructura de soporte de las placas.

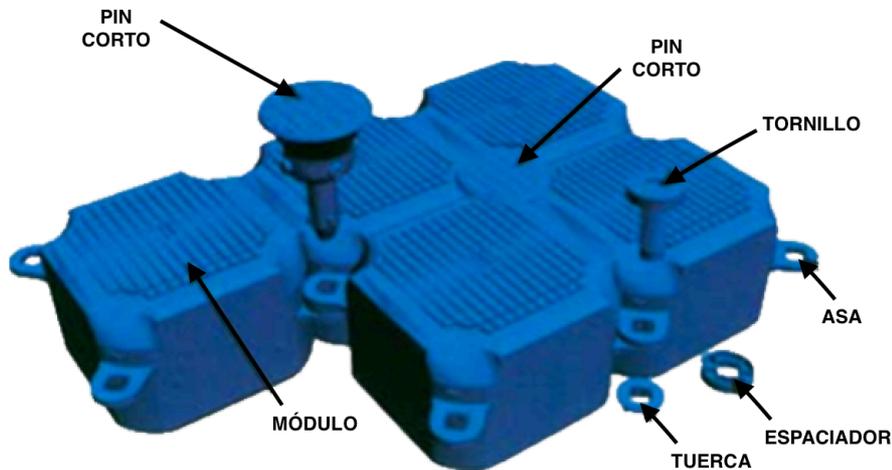


Imagen 40: Plataforma

Para determinar esa colocación de la estructura de soporte se han valorado varias opciones, finalmente se llevará a cabo la que sigue:

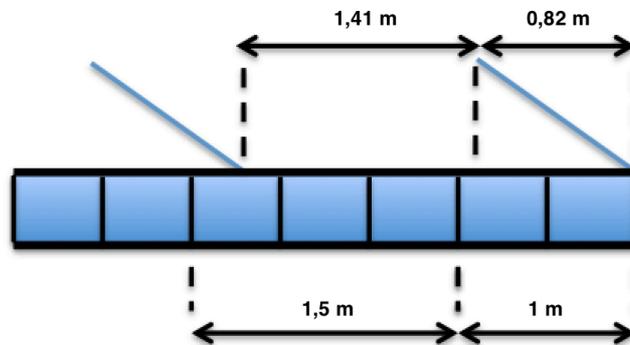


Imagen 41: Colocación de paneles sobre la plataforma (Elaboración propia)

Se dejará un espacio de dos cubos a los bordes de cada isla de paneles, este espacio es de construcción extra a los que se han contemplado en el espacio disponible para el cálculo de paneles, por lo tanto la plataforma sobresaldrá 1m a los bordes de las parcelas que formen la topografía del fondo del embalse. Aunque esto es de forma teórica, ya que las medidas quedan expuestas a la precisión del IGN, en todo caso, el diseño permite asumir varios metros de error sin peligro.

El calcado de la topografía del fondo realmente no será exacto debido a la forma de los cubos, pero sí será muy parecida sin incurrir en riesgos, por lo que a efectos prácticos sí se considera exacta.

Al tratarse de aguas tranquilas se pretende montar las estructuras soporte una vez esté anclada la plataforma.

6.9.5-ANCLAJE DE LA PLATAFORMA

Para realizar el anclaje de la plataforma al fondo del embalse será necesario realizar un estudio previo de la profundidad y suelo en las zonas de interés que ayudará a determinar el tipo de anclado. De esto se encargará una empresa especializada.

Para el anclado al fondo del embalse también se aprovecharán los pins cortos.

Es importante tener en cuenta que el anclado al fondo del embalse deberá tener una longitud igual a la altura máxima alcanzable por el agua del embalse para la zona concreta sobre la que se realiza el anclado. Esto implica que existen zonas donde la longitud del anclado será diferente a otras ya que la profundidad varía, de ahí la necesidad del estudio previo que se comenta.

6.10-PRODUCCIÓN

El cálculo de la producción se ha hecho para todas las configuraciones comentadas. Para ello se han requerido los datos previamente obtenidos de: irradiación, W_{pico} de la instalación e Intensidad del campo fotovoltaico.

El procedimiento es el siguiente: Se obtiene la producción total como el sumatorio de la producción mensual resultado del producto entre la radiación mensual en kWh/m^2 al mes y la Intensidad del campo fotovoltaico obtenida.

Esto es, producción mensual = radiación mensual · intensidad del campo fotovoltaico. Y la producción total será = Σ producción mensual obteniendo los valores en Ah/año.

Para obtener los valores en Wh/año se multiplicará el valor obtenido en el sumatorio de la producción mensual por el valor de la tensión pico de trabajo. Esto es: Σ producción mensual · V_{pico} de trabajo. A continuación se determina el cociente entre ese valor obtenido en Wh/año y la potencia instalada en placas, obteniendo por lo tanto un valor en h/año. Ahora bien, este es un valor teórico que por lo general estará bastante alejado de la realidad debido a las pérdidas, por lo tanto con el fin de obtener los resultados lo más fieles posibles a la realidad se estimarán las pérdidas del 18,5% ya comentadas. Este valor no es aleatorio y está basado en la experiencia con otras instalaciones fotovoltaicas, así pues, teniendo en cuenta esas pérdidas se procede a recalcular los valores en h/año, para ello se multiplica el valor obtenido previamente en Wh/año por 0,815 correspondiente al porcentaje de pérdidas, obteniendo así el nuevo valor en Wh/año y que se utilizará para calcular la facturación. Este valor en Wh/año se dividirá con la potencia instalada para obtener los nuevos valores en h/año, esto es, obtener el valor de horas solares pico (HSP).

Hay que tener en cuenta que las unidades de radiación diaria se dan en Wh/m^2 al día, por lo que para pasar a radiación mensual se multiplica ese valor por los días de cada mes, y se divide entre 1000 para pasar a kWh, de modo que la radiación mensual quede en kWh/m^2 al mes, por lo tanto sumando todos los meses se

tendría kWh/m² al año. Considerando una HSP como 1kWh/m² se tiene que ese kWh/m² al año es en realidad lo mismo que una h/año, de modo que multiplicando por el valor de la Intensidad del campo fotovoltaico se obtienen los valores en Ah/año. Al mismo tiempo si se realiza la media de la irradiación diaria obteniendo en Wh/m² al día y multiplicando el valor por 365 días del año y dividiendo entre 1000 se tendría un valor en h/año que coincidiría, si no fuera por los redondeos, con el valor obtenido en h/año antes de aplicar pérdidas tras hacer el cociente (Wh/año)/Wpico instalado.

Los valores de irradiación que se exponen, como se ha comentado corresponden a los proporcionados en unidades de kWh/m² al mes.

Se desarrolla el cálculo y se muestran los resultados para cada opción en anexos, apartado producción.

6.11-FACTURACIÓN

Una vez calculada la producción se procede a calcular la facturación, para ello será necesario tener en cuenta el precio mayorista de la electricidad, este precio se establece generalmente por medio de subastas, tal y como se explica en el apartado situación energética.

El comportamiento de la evolución del precio no es lineal, así que en cierto modo los precios utilizados son algo especulativos pero a pesar de ello fiables ya que se han revisado los precios de los últimos años, incluido el presente 2017. Por lo tanto, para el cálculo de la facturación se han contemplado varios escenarios posibles, esto es, varios precios posibles teniendo en cuenta el registro histórico de los mismos, los cuales determinarán junto con los datos de producción, los ingresos previstos en la explotación de la central.

Además, se han utilizado los datos obtenidos referentes al rendimiento del panel en función de los años, recalando que esos valores de rendimiento considerados se dan en el caso más desfavorable y que son fruto de una linealización, entendiendo que el comportamiento del rendimiento en la realidad no es lineal.

Se ha realizado el cálculo para todas las configuraciones calculadas lo que permitirá analizar la facturación de todas ellas y compararlas. Al mismo tiempo servirá para estimar posteriormente el plazo de recuperación de la inversión (VAN) de la configuración correspondiente a la fase I, ya que el análisis de la inversión para la fase II queda limitado por las herramientas disponibles.

Para calcular la facturación se utilizará el valor en kWh/año obtenido en la producción, y que ya lleva descontadas las pérdidas por valor de 18,5%.

A ese valor se le irán aplicando anualmente las pérdidas correspondientes al rendimiento del panel, quedando por lo tanto un valor de producción en kWh/año más fiel a la realidad y que será multiplicado por el precio de mercado que se ha considerado para cada kWh inyectado a la red.

Se obtienen los resultados de facturación en anexos, apartado facturación.

6.12-NORMATIVAS DE CARÁCTER TÉCNICO

A continuación se expondrá la normativa técnica aplicable, la cual es totalmente compatible con el resto de leyes y decretos no correspondientes al ámbito técnico

y que se desarrollarán en los apartados EIA y situación energética. En el aspecto técnico será de especial interés la normativa contemplada en el REBT de 2002 aprobado por el Real Decreto 842/2002, así como las UNE desarrolladas por AENOR y sus equivalencias CEI-IEC.

Entre ellas:

UNE-HD 60364-5-52
UNE-EN 61683:2001
UNE 20460-7-712:2006
UNE 211435:2011
UNE-EN 61727:1996
UNE-EN 62093:2006
UNE-EN 62124:2006
UNE-EN 61725:1998
UNE-EN 61277:2000
UNE-EN 61724:2000
UNE-EN 61194:1997
UNE-EN 61701:2012
UNE-EN 61829:2016
UNE-EN 50380:2003
UNE-EN 60891:2010
UNE-EN 60904-1:2007
UNE-EN 60904-2:2008
UNE-EN 60904-3:2009
UNE-EN 60904-5:2012
UNE-EN 60904-7:2009
UNE-EN 60904-8:2015
UNE-EN 60904-10:2011
UNE-EN 61646:2009
UNE-EN 61215:2006
UNE-EN 61215-1-1:2016
UNE-EN 61215-1:2017
UNE-EN 61829:2000
UNE-EN 61345:1999
IEC 60904-10:2009
IEC 60904-2:2015
IEC 60904-2:2015 RLV
IEC 60904-2:2007
IEC 60904-3:2016 RLV
IEC 60904-3:2016
IEC 60904-5:2011
IEC 60904-7:2008
IEC 60904-8:2014
IEC 61701:2011
CEI 61683:1999
IEC 61727:2004
CEI 62093:2005
CEI 62124:2004
CEI 60364-7-712:2002

Se aplicará el REBT ITC-BT-40 dedicado a instalaciones generadoras de baja tensión. En cuanto a caídas de tensión el REBT ITC-BT-40 expone: “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal”.

Masas y tierras, contactos directos e indirectos, sobretensiones y sobreintensidades: REBT ITC-BT-18, REBT ITC-BT-22, REBT ITC-BT-23 REBT ITC-BT-24.

También serán de interés:, ITC-BT-04, ITC-BT-12, ITC-BT-13, ITC-BT-16 ITC-BT-30, ITC-BT-40, ITC-BT-05, ITC-BT-03.

El cableado deberá cumplir la normativa CPR y una norma de diseño válida.

OBSERVACIONES: Cualquier modificación técnica realizada en fase de ejecución y/o explotación deberá cumplir la normativa correspondiente involucrada motivada por la modificación, siendo indispensable el cumplimiento del REBT, las normas UNE y equivalencias, los criterios de los fabricantes y en general cualquier norma impuesta por un organismo autorizado.

6.13-LIMITACIONES

Teniendo en cuenta la distribución de los paneles y la ubicación de los mismos se requiere tener en cuenta una elevada cantidad de información para poder llevar a cabo el cálculo de la sección del cableado y también el cálculo de las protecciones que no cubren los fabricantes de paneles e inversores. Sin embargo con las herramientas disponibles utilizadas y la información disponible del embalse estos cálculos no se pueden llevar a cabo de forma tan inmediata sin sacrificar el rigor necesario que requiere un proyecto de esta magnitud, sobretodo para la fase II, es por esto por lo que a continuación se exponen las principales limitaciones y las medidas necesarias para poder superarlas, lo que permitiría llevar a cabo los cálculos comentados garantizando la mayor fiabilidad, seguridad y por lo tanto la mayor calidad posible de suministro.

Por una parte, para la obtención de los datos referentes a los mapas se ha utilizado la información proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), donde ha sido necesario filtrar la imagen a MTN 25 de su primera edición, esto es, se tienen los datos resultado de una rasterización en la que se han podido ver modificados valores topográficos anteriores, ya que con la actualización que ha supuesto la conversión vector-ráster se han podido modificar errores, otorgando mayor fiabilidad a las medidas, sin embargo, se desconoce si esa mejora es aplicable a la zona del embalse ya que al ser zona acuática las posibles correcciones quedan mayoritariamente expuestas a los períodos en los que la superficie del fondo del embalse queda descubierta. Por lo tanto, se tiene que para la zona de interés la topografía consultada corresponde a la última medición topográfica antes de convertir el terreno en zona de embalse, lo cual lleva a tener datos correspondientes a mínimo unos veintidós años atrás. Esto, implícitamente lleva asociados unos posibles errores no corregidos en los valores de medición y que para el cálculo del cableado son un factor a tener en cuenta ya que la longitud del cable es una variable fundamental para calcular correctamente la sección. Es cierto

que se podría seguir el mismo argumento respecto a la plataforma donde se ubican los paneles y tener que ocupar zonas del embalse que en un primer momento no se contemplan, sin embargo, este hecho no se consideraría grave, ya que existe mucho margen para la ubicación de paneles, sobretodo aguas abajo.

El caso es que si se selecciona el tipo de cable adecuado y se tienen en cuenta los valores medidos en el mapa del IGN a priori se podría realizar el cálculo, aunque no se correspondería exactamente a la realidad. Pero la limitación del IGN va más allá. El principal problema del IGN es que para realizar las mediciones en la pagina web, el usuario que desea consultar los mapas no dispone de la resolución adecuada, la cual es más baja de lo necesario, ya que la necesidad de colocar y cablear un total de 73200 paneles correspondientes a la fase II, exige unas mayores prestaciones por parte del interfaz que existe en la pagina web. Esta limitación se ha podido solucionar con ayuda de Autocad- Autodesk, esto es, se ha dibujado mediante calcado en Autocad el mapa mostrado en el IGN, lo que compromete ligeramente la precisión. A cambio, las líneas y curvilíneas dibujadas se han acotado teniendo en cuenta la escala del mapa IGN calcado, lo que ha permitido disponer de la resolución necesaria y que vía web el IGN no proporcionaba ya que el máximo zoom alcanzado en la web del IGN para medir con la mayor resolución posible no permitía medir distancias inferiores a 0,93m en el mejor de los casos y llegando a los dos metros en la mayoría de ocasiones, valores que aunque realmente suponen una buena resolución, no es suficiente para determinar el cableado y configurar las filas de paneles teniendo en cuenta todas las separaciones, por lo tanto, mediante Autocad se ha podido solucionar el problema, eso sí, comprometiendo ligeramente la precisión de unos valores medidos por el IGN que ya de por sí pueden tener algún error.

Con esta modificación en Autocad se podrían colocar todos los paneles, formando las líneas paralelo, esto es, strings necesarios de 20 paneles serie cada uno, sin embargo esto supondría tener que configurar un total de 73200 paneles formando un total de 3660 líneas por separado para la fase II y calcular la distancia del cableado para cada una de ellas, lo que supone un proceso costoso y un tiempo considerable, si bien es la opción más correcta, otra opción sería la de calcular la sección del cableado considerando la misma distancia para todos los paneles ubicados en la misma parcela, lo que supondría calcular para la distancia más larga, esto es, el caso más desfavorable, que en cierto modo supone calcular para la mitad de paneles ubicados en la misma parcela un valor de sección correspondiente a varias veces la que le correspondería teniendo en cuenta la longitud real del cableado del string, lo que supone un problema importante ya que teniendo en cuenta la forma irregular de las parcelas y la cantidad de líneas paralelo totales se tendría un exceso de cableado en longitud y sección teniendo en cuenta los criterios de caída de tensión e intensidad máxima admisible según el REBT que acabaría suponiendo un impacto económico excesivo, llegando a no recuperar la inversión.

Por lo tanto, con las herramientas disponibles se realizará el cálculo del cableado para la fase I.

Para la fase II a modo de ahorrar en cableado sería necesario calcular las secciones para cada string por separado, llevando lo más cerca posible a cada string la caja de conexiones, y esta a su vez lo más cercana posible a los inversores. Una posibilidad que se plantea y que reduciría el coste corresponde a ubicar los

inversores sobre embarcaciones de recreo(a efectos prácticos y según el REBT por embarcación de recreo se entiende estructura flotante, ya sea plataforma o embarcaciones), de modo que la distancia hasta el inversor se vería considerablemente reducida, lo que a su vez mejoraría el coste, además, teniendo en cuenta la caída de tensión permitida del 2% a la salida del inversor permitiría en cierto modo reducir el cableado respecto a la posibilidad de ubicar los inversores en las orillas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el coste del km de cable para cada sección concreto se determina que la distancia al inversor es crítica y que situar los inversores en embarcaciones de recreo es una forma efectiva de reducir el coste, sobretodo en la fase II.

Otras opciones a valorar:

-Utilizar inversores de menor tamaño, de modo que la instalación quede más fraccionada y la distancia de cableado al inversor quede más reducida comparando el coste con la opción predefinida de 1,4MW.

-Sumergir el cable. En el REBT actualmente tras la eliminación de la norma de 2004 correspondiente a cableado submarino no se contempla el sistema de instalación sumergido, sin embargo el grupo PRYSMIAN ofrece cableado submarino y especifica instalación de tipo D2 con un factor de corrección al alza de 1,4 para cables de sección $\leq 16\text{mm}^2$ y 1,7 para cableado de sección superior a esta. Sin embargo también informa de la necesidad de valorar la composición del agua, lo que determinará el tipo de cable a utilizar. Por una parte el Hydrofirm está dedicado a trabajar sumergido en aguas limpias por lo que esta opción a falta de análisis químico del agua del embalse podría quedar descartada. Por otra parte se tiene el TecWater, destinado a trabajar en aguas residuales, aunque no se especifica la capacidad de trabajo en agentes químicos a los que podría estar sometido en el embalse.

A continuación se establece el siguiente listado de cables sumergibles que independientemente de la calidad de las aguas no son aptos para esta aplicación:

-RV-K según UNE 21123-2

-RZ1-K (AS) según UNE 21123-4

-DN-K, su espesor de aislamiento y cubierta lo hacen no válido para inmersión permanente.

- H07RN-F, según UNE 21176/1M: 2003, solo es apto para inmersión temporal.

-DN-F según UNE 21150 no válido para inmersión permanente.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las herramientas disponibles se planteará únicamente el cálculo de la sección del cable para la fase I evitando el cálculo de la sección para la fase II, ya que con las herramientas disponibles el resultado obtenido implicaría un sobre coste que haría la instalación inviable.

Este hecho permitirá ubicar la fase I en una zona que permita una instalación de la forma más regular posible y lo más cercana a las orillas, donde se ubicarán los inversores, sin incurrir en el riesgo que las sombras pueden llegar a provocar.

En la fase I se pretende ubicar los inversores en las orillas a pesar del ligero mayor coste que pueda suponer en este caso, ya que ubicar los inversores en superficie acuática teniendo en cuenta la cercanía de las orillas y a falta de un análisis in situ se motiva a esta decisión.

6.14-SECCIÓN DEL CABLEADO:

Las secciones del cableado se han calculado en anexos, apartado secciones cableado, siguiendo la normativa REBT ITC-BT-40 mencionada en el apartado de normativa técnica, por lo tanto se procederá al cálculo de la sección del cable aplicando el criterio de caída de tensión y el criterio para intensidad máxima admisible.

Para realizar el cálculo se ha separado en dos tramos, esto es, el correspondiente a strings-caja de conexiones y por otra parte el tramo caja de conexiones-inversor, permitiendo una caída de tensión del 0,2% en el primer tramo y de 1,3% en el segundo.

El cable a utilizar será el P-SUN SP de PRYSMIAN.

6.15-PROTECCIONES:

En muchos casos para garantizar una protección óptima, los fabricantes de paneles e inversores instalan directamente en sus productos elementos de protección, y además incluyen en sus hojas de características algunas recomendaciones.

En la hoja de características del panel se puede ver que estos incluyen una caja de conexiones que lleva incorporada diodos de bypass cuya finalidad se mencionará a continuación.

También se explicarán las diferencias entre el uso de diodos de bloqueo y fusibles, lo que permitirá justificar la elección de estos últimos, los cuales se calcularán en base a la normativa vigente.

6.15.1-DIODOS DE BYPASS:

En las instalaciones fotovoltaicas es necesario asumir el efecto de las sombras ya que es prácticamente inevitable que en algún momento aunque sea puntual aparezcan. Cuando se produce un sombreado aunque sea parcial y por lo tanto no afecte al panel en su totalidad, las células afectadas que lo forman pueden pasar de generadoras de energía a receptoras y por lo tanto disipar energía.

Este efecto se da cuando la intensidad de funcionamiento del módulo supera la intensidad de cortocircuito rebajada de la célula que está sombreada, con esto la célula queda polarizada en inversa y se convierte en receptora, disipando potencia y provocando el efecto de punto caliente, en el que se da un sobrecalentamiento localizado en diferentes partes del mismo módulo, de modo que para evitar ese paso en inversa de la corriente a la célula o células sombreadas se tiene la solución de colocar en paralelo a cada una de ellas un diodo de paso, evitando el flujo de corriente a la célula afectada consiguiendo no solo disipar energía sino también evitar sobrecalentamientos que puedan llegar a quemar el panel ya que las células sombreadas deberían soportar la potencia producida por el resto de células en serie.

Con los diodos bypass las células sombreadas no generan pero tampoco consumen ya que el flujo de electrones se desvía según el diodo, de modo que las células del panel colocadas en serie que no estén sombreadas funcionarán sin problema y las

sombreadas no tendrán efecto. Ahora bien, la colocación de los diodos bypass para cada una de las células del panel y para todos los paneles de la instalación supondría un coste elevado, es por esto por lo que se colocan únicamente para grupos de células. Para el caso del panel utilizado, el fabricante ha instalado en la caja de conexiones 3 diodos bypass, lo que permite pensar que si el panel está formado por 72 células, el fabricante ha agrupado 24 células en serie para cada uno de los tres diodos. De modo que en caso de sombreado de gran parte de esas 24 células, el diodo bypass, polarizado en directo, cortocircuitaría ese grupo de células y desviaría la corriente.

6.15.2-DIODOS DE BLOQUEO:

Del mismo modo que las sombras parciales en las células del panel presentaban el problema del sobrecalentamiento, también se puede dar el mismo efecto a mayor escala, es decir, que se den sombras que afecten a paneles por completo o incluso a ramas en paralelo, las cuales presentarían diferentes tensiones de circuito abierto, y por lo tanto, los strings que tengan menor Voc pueden convertirse en receptores y sobrecalentarse. Para solucionar este problema existe la opción de colocar un diodo de bloqueo en cada rama, lo que presenta varios inconvenientes: Por una parte el coste económico y por otra parte la caída de tensión, la cual oscila entre los 0,5V y 0,7V, si bien es cierto que en instalaciones pequeñas el efecto negativo en cuanto a pérdidas es mucho más notable, en el caso de instalaciones grandes como es el caso de este proyecto no interesa ver reducida la tensión, por este motivo se recomienda en lugar de los diodos de bloqueo utilizar fusibles.

6.15.3-FUSIBLES:

El uso de fusibles permite proteger frente a corrientes inversas comprometiendo la caída de tensión en menor grado del que lo hacen los diodos de bloqueo. Es importante comentar que aunque la diferencia no es excesiva, la gran mayoría de instalaciones fotovoltaicas utilizan fusibles en lugar de diodos. El principal inconveniente que presentan los fusibles es el repuesto que debe llevarse a cabo en caso de que se queme, lo que se traduce en que un fusible estropeado y que no haya sido repuesto lleve a tener el string correspondiente inoperativo. Sin embargo hay que tener en cuenta que el efecto del punto caliente puede en muchos casos llegar a ser improbable ya que en este caso el sombreado teóricamente llevaría a tener ramas con diferente tensión de circuito abierto provocando que estas se convirtieran en receptores, sin embargo la realidad es que el sombreado de alguna rama no implica diferencias significativas en los valores debido a que el efecto de la sombra al mismo tiempo reduce la temperatura y por lo tanto se daría un incremento de la tensión compensando el efecto del punto caliente. Por lo tanto, es difícil que exista un desequilibrio significativo de tensión de circuito abierto entre ramas lo que lleva implícito que las corrientes inversas peligrosas no se den con frecuencia.

Esto permite en cierto modo programar revisiones periódicas y las pautas a seguir para cada una de ellas, esto es, para este proyecto es fácil pensar que la mayor probabilidad de sombras se daría con los volúmenes de embalse muy bajos y por lo tanto sería recomendable intensificar las revisiones en verano.

El programa en Labview permitirá mantener un registro de pérdidas, lo que servirá para determinar las modificaciones oportunas en caso necesario. En este caso los fusibles utilizados serán del calibre 10 A. Este valor se ha comprobado y validado en anexos, apartado cálculo y validación de fusibles.

6.15.4-PUESTA A TIERRA:

Para garantizar la seguridad en la instalación se emplearán 5 picas de 14mm de diámetro y de 10 Ω de resistividad, teniendo en cuenta la resistencia de zona pantanosas expuesta en el REBT ITC-BT-18. La longitud de las picas será de 3metros. El cálculo se desarrolla en anexos, apartado cálculo de la puesta a tierra.

7-LABVIEW

A continuación se muestra el programa desarrollado en Labview que servirá para monitorizar la central y para mantener un registro de los valores de interés para la zona del embalse.

Es importante recalcar, como ya se ha comentado, que los sensores se han simulado mediante valores aleatorios, esto es, mediante un random en Labview, se ha hecho así por no disponer de estos sensores físicamente ni tampoco disponer de una tarjeta de adquisición que permitiese simular una señal eléctrica correspondiente a la magnitud medida, esta opción también hubiera sido válida para realizar el programa de monitorizado.

Así pues, el código implementado correspondiente a la programación gráfica en caso de llevarse a la realidad únicamente requerirá de sustituir el random por la señal de entrada correspondiente adaptada.

Como inputs se tienen el ángulo de inclinación, la densidad del aire y el milisecond múltiple que corresponde al tiempo de muestreo. En caso de no fijar un valor en el y optar por ejecutar con 0, cuyo valor se da por defecto, la adquisición se da al máximo de la capacidad del sistema, por lo tanto, el volumen de datos adquiridos en este caso será muy elevado por lo que en caso de mantenerse este modo durante un período largo, además de forzar al máximo y no obtener diferencias significativas respecto un período de muestreo más alto, se llegará a no poder almacenar la gran cantidad de datos en ninguna hoja de datos al superar este volumen de datos su capacidad y por lo tanto se requerirá de otras opciones de almacenaje. Además, en este tipo de instalaciones no se contempla muestrear a intervalos muy cortos ya que la adquisición de datos será idéntica y no aportará valor.

Los valores registrados por pantalla se almacenan en el mismo orden cuando se da el guardado automático y se ha considerado ordenar de izquierda a derecha de la tabla como sigue:

Primera columna: Fecha en día/mes/año
Segunda columna: horas/minutos/segundos
Tercera columna: Temperatura ambiente
Cuarta columna: Volumen del embalse
Quinta columna: Velocidad del viento
Sexta columna: Irradiancia

Se puede comprobar que no se realiza el guardado de la temperatura de la celda ni la carga sobre el panel a pesar de mostrar su valor en pantalla, en estos casos, se ha considerado así porque estos valores se calculan a partir de los que sí se guardan y por lo tanto se pueden obtener sin problema. Sí se procedería a realizar su guardado si los sensores fueran reales y tanto el valor correspondiente a la temperatura de las celdas, o panel y la carga sobre el mismo fueran medidos por sensor y no por cálculo del propio Labview mediante su expresión física teórica. Sin embargo, en este caso el guardado podría requerir de mayor capacidad de almacenaje en el documento donde se plasme la adquisición, como se ha comentado, esto dependerá en gran parte del período de muestreo.

El guardado se produce de forma que cuando el usuario de por finalizada la ejecución aparezca una ventana emergente donde el mismo usuario pondrá nombre e indicará ubicación del documento con los datos obtenidos en la adquisición. Se detalla más información en anexos, apartado Labview.

A continuación se muestra el panel frontal, esto es, el interfaz de usuario:

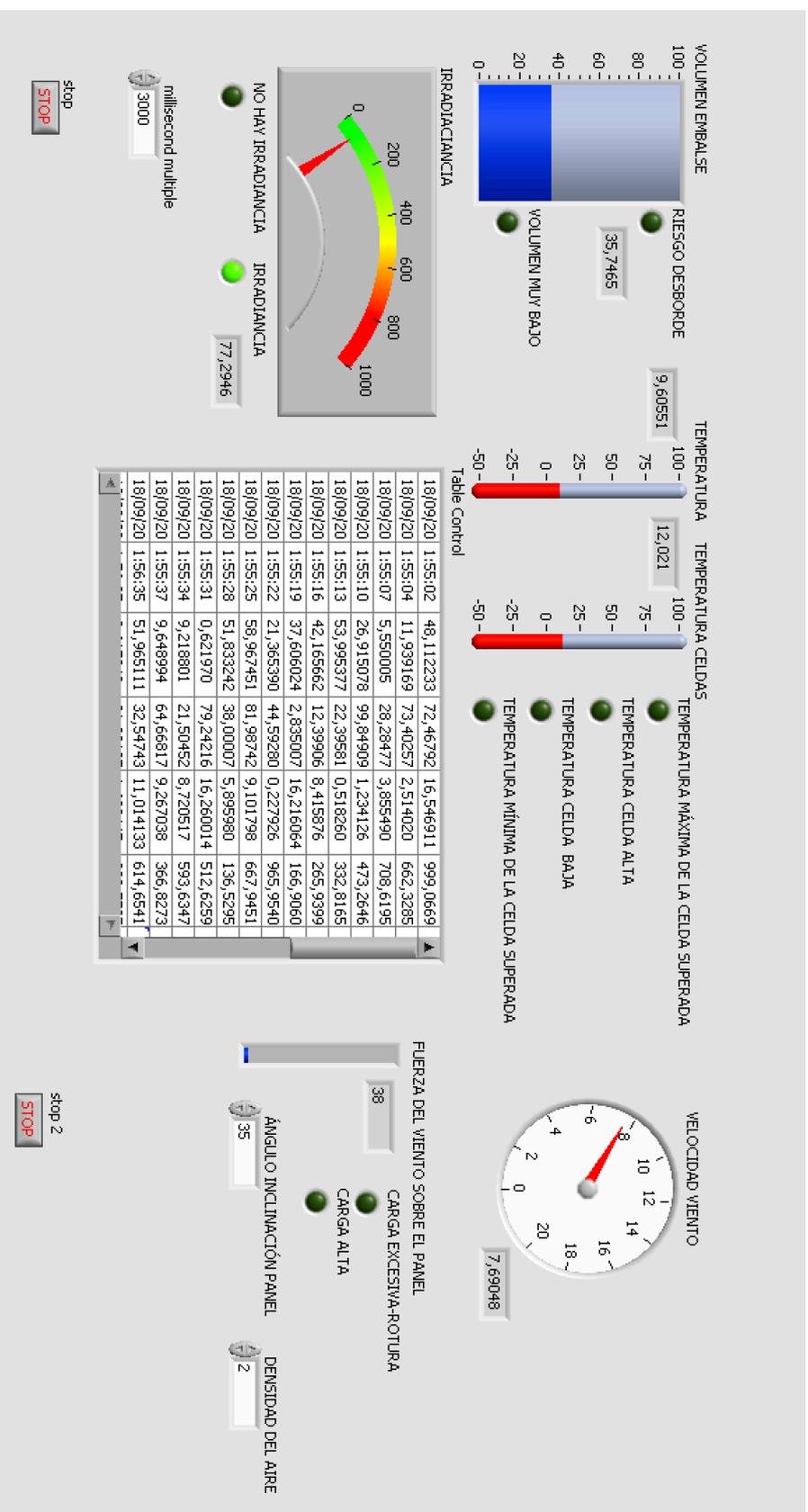


Imagen 42: Interfaz de usuario en Labview (Elaboración propia:2017)

8-EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Antes de continuar se expone un vocabulario con las palabras cuyo concepto debe quedar claro:

8.1-VOCABULARIO:

Promotor: Persona o entidad que pretenda ejecutar un plano, programa o proyecto.

Órgano sustantivo: Órgano de la Administración pública que emite la resolución que determina el rechazo o la autorización a la realización de los planos, programas o proyectos.

Órgano ambiental: Órgano de la Administración pública que elabora el Documento de alcance y la Declaración de impacto ambiental y que realiza el análisis técnico de la evaluación ambiental.

Documento de alcance: Documento emitido por el Órgano ambiental hacia el promotor y que pretende especificar las características que debe tener el estudio del impacto ambiental.

Declaración de impacto ambiental: Informe emitido por el órgano ambiental donde se recogen los análisis técnicos.

Factor ambiental: Se entiende como elemento susceptible de ser modificado por una acción.

Acción: Actividad sobre el medio que puede afectar al factor ambiental.

8.2-CONCEPTOS:

Muchas de las actividades destinadas a satisfacer necesidades sociales pueden necesitar de la actuación sobre el medio natural lo que provocará un impacto sobre el mismo.

Ante estas actividades surge la necesidad de una legislación ambiental, la cual pretende principalmente controlar y evaluar las actividades y los posibles impactos que puedan generar, llevando a la autorización o la prohibición de las mismas en función de sus consecuencias, priorizando por lo tanto, la prevención a la corrección.

La legislación a seguir viene determinada por la Unión Europea, la cual establece unos principios básicos que cada país miembro deberá aceptar y podrá aplicar alguna legislación a nivel estatal, la cual servirá al mismo tiempo para que las comunidades autónomas fijen también la normativa que consideren oportuna respetando las normativas europeas y estatales, cada municipio además podrá disponer también de una normativa coherente con todas las anteriores. En algunos casos las comunidades autónomas y entidades locales no fijan ninguna norma adicional a la estatal.

Con esto surge la necesidad de desarrollar La evaluación del impacto ambiental, el cual supondrá un análisis de todos los efectos que se puedan producir sobre el medio ambiente y de las medidas que puedan evitar o atenuar los posibles impactos.

Esto es, la evaluación ambiental requerirá de un estudio del impacto ambiental elaborado por el promotor, el cual según el **anexo VI de la Ley 21/2013** deberá incluir la descripción del proyecto, el examen de alternativas, el inventario ambiental, la identificación y valoración de impactos ambientales, medidas protectoras y correctoras, un programa de vigilancia ambiental y un documento de síntesis de una extensión máxima de 25 páginas, con la finalidad de recopilar toda la información necesaria para poder evaluar todos los posibles impactos sobre el medio ambiente y evitar o atenuar todas las actividades que los generen. El documento de síntesis es muy relevante ya que ofrece y aclara mucha información, además permite resumir los puntos principales del estudio.

No hay una metodología estandarizada para realizar este tipo de estudios, sin embargo los métodos que se aplicaron para proyectos concretos que se ejecutaron en la realidad ha permitido establecer una serie de métodos que pueden servir de guía pero sin ser métodos definitivos. Entre ellos se distinguen: El método de identificación, el cual es de carácter cualitativo, por otra parte el método de predicción, el cual está basado en modelos matemáticos y físicos, y por último el método de valoración, en el que se tendrán en cuenta los indicadores cualitativos y cuantitativos.

El método que se utilizará en este estudio será el método de identificación, el cual engloba las listas de revisión y las matrices causa-efecto, en estas últimas se pueden distinguir las CNYRPAB, las guías M.O.P.U, la matriz de Clark y la **matriz de Leopold**.

Las listas de revisión se basan en listas de factores ambientales que pueden verse afectados por las actividades, estas permiten comparar alternativas e identificar los factores y acciones implicados sin embargo no relaciona los factores con las actividades ni evalúa los impactos individuales y la interacción entre los mismos. E

En las matrices causa-efecto los factores y las actividades generadoras de impactos se colocan de forma matricial.

De forma que se permite valorar los impactos, comparar diferentes alternativas e identificar los factores y acciones implicadas.

El principal problema es que no siempre tiene en cuenta la interacción entre varios impactos y se ve amenazado por la subjetividad del evaluador, por lo tanto, en este método es de especial interés que la subjetividad no se vea contaminada por intereses propios

Por otra parte se tienen los métodos de predicción, los cuales se fundamentan en modelos matemáticos y físicos, modelos estadísticos y experimentación.

En cuanto a los métodos de valoración, se destacan los métodos cartográficos, los métodos numéricos y los métodos cuantitativos.

En este proyecto se realizará la evaluación por medio de la matriz de Leopold por las ventajas que se le han mencionado y por los motivos que siguen:

Se descartan los métodos de predicción porque se requieren datos de los que no se dispone y la experimentación no está contemplada, por el mismo motivo se descartan los métodos de valoración que corresponden a métodos numéricos y

cuantitativos. Sin embargo sí que se contempla también el método cartográfico basado en la superposición de mapas. En el se podrá ver el antes y después de la actividad.

Con la matriz de Leopold además se permitirá la jerarquización de los impactos a partir de su magnitud e importancia al mismo tiempo se permite obtener todos los posibles impactos ya que se relacionan las actividades con los factores ambientales.

Hay que tener en cuenta también que la matriz de Leopold presenta algunas limitaciones, entre ellas: No se tiene en cuenta la probabilidad de que suceda el impacto, simplemente se asume que ese impacto se producirá y tampoco permite diferenciar entre efectos a corto y largo plazo.

Estas desventajas junto a las que se han comentado de las matrices causa-efecto, entre las que se incluye la matriz de Leopold, no se pueden resolver en la propia matriz, sin embargo, en el documento de síntesis se puede aportar más detalle del que aparece en la matriz de Leopold debido a su formato. La principal desventaja del documento de síntesis es que puede ser algo redundante ya que a pesar de aclarar información, es en esencia un resumen de todo lo que se ha mencionado en el documento ambiental.

8.3-METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz de Leopold se construye a partir de filas y columnas. Las filas representan a los factores ambientales y en las columnas se colocan las acciones. En la intersección de cada fila con cada columna se tendrá como resultado un recuadro donde se colocarán dos valores, uno en la parte superior del mismo y otro en la parte inferior, el valor de la parte superior indicará la magnitud, es decir, la extensión del impacto respecto a la totalidad del territorio afectado.

El valor de la parte inferior del recuadro corresponderá a la importancia del impacto, esto es, la intensidad del impacto.

Los valores de la magnitud pueden ser positivos o negativos, y su valor se sitúa en los intervalos $[-10 -1]$ y $[1 10]$, únicamente serán válidos números enteros.

Los valores de importancia son siempre positivos y se sitúan en el intervalo $[1 10]$. Únicamente serán válidos números enteros.

Sumando las filas, se obtienen todas las actividades que afectan a un factor, a esto se le llama fragilidad del factor.

Sumando las columnas se obtiene la agresividad de la acción.

Esto permite concluir que cuantas más actividades afecten a un factor este será más frágil, es decir, más vulnerable, y a cuantos más factores afecte una misma acción más agresiva será esta ya que provocará un impacto en una mayor cantidad de factores. Es necesario comentar que una mayor fragilidad o agresividad no implica una mayor gravedad, esto se determina con los valores que representan a la magnitud e importancia.

A la suma total de los valores magnitud/importancia se le llama índice global.

8.4-REDACCIÓN DEL DOCUMENTO AMBIENTAL

A continuación se pretenden empezar a completar los puntos que deben ir en la redacción del documento ambiental. Los puntos se redactarán tal cual serían enviados a las autoridades administrativas correspondientes, de modo que se volverá a hacer una descripción de proyecto, sin embargo no será especialmente redundante puesto que en esta descripción se describen los aspectos relacionados con el medio natural al que puede afectar, mientras que en la descripción del proyecto que se ha escrito en las primeras páginas de este trabajo hace un resumen más global en el que no se detallan los aspectos de interés para el estudio que en las paginas que siguen se pretende desarrollar.

8.5-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PARA LA REDACCIÓN DEL DOCUMENTO AMBIENTAL

Se trata de un proyecto de instalación fotovoltaica flotante separada en dos fases, la primera fase consistirá en una instalación de 2,74MW y la segunda corresponderá a una fase de ampliación de 20MW, consiguiendo una instalación total de 2,74MW + 20MW, la cual estará situada sobre el embalse de Bellús, ubicado en la comarca de la Vall d'Albaida (Valencia).

La instalación permitiría generar energía para inyectar a la red, ocupar zona infrautilizada, evitar la ocupación de zonas dedicadas a la explotación y que sean fuentes de riqueza y evitar pérdidas económicas debidas a la evaporación.

La superficie utilizada en las dos fases de instalación para las fases de ejecución y explotación abarca alrededor de los 1,5 Km². Este valor no corresponde a una ocupación permanente por estar incluida la fase de ejecución.

La intención es aprovechar parte del terreno infrautilizado para realizar una instalación, aprovechando por lo tanto terreno, refrigeración y mayor reflectancia del agua. La instalación (paneles y estructura de soporte de paneles) irá montada sobre una plataforma de cubos de HDPE. Se trata de un material que no desprendería toxinas en el agua del embalse, además es 100% reciclable, de gran resistencia a impactos, abrasión y agentes químicos, también es inmune a la corrosión electroquímica y presenta una densidad de 0,94 a 0,97 g/cm³. Se estima una vida útil de los cubos de mínimo 15 años.

Estos cubos irán unidos entre sí y anclados al fondo del embalse, del cual no se puede determinar la profundidad exacta por la irregularidad en el terreno, ya que la construcción del embalse se realizó sobre lo que antes eran campos dedicados a la agricultura y las actualizaciones topográficas sobre el fondo del embalse no están contrastadas. Con la información disponible la profundidad media se estima en unos 10 metros.

No se contempla el uso de ninguna sustancia química en caso de darse el problema de corrosión. Si se detecta alguna anomalía de este tipo en algún elemento este será sustituido.

En primer lugar se realizará el montaje de la plataforma, el cual lo realizará una empresa dedicada a la actividad, mediante buzos y demás operarios a su cargo. Será necesaria la actividad de lanchas para transportar paneles y material estructural por el embalse, lo que al mismo tiempo implicará

una ocupación no permanente del suelo debido a la necesidad de albergar el material.

A continuación se montará la estructura de soporte de los paneles sobre la plataforma. Esa estructura de soporte será de Aluminio. Una vez montada la estructura se colocarán los paneles y se realizarán las conexiones entre ellos, lo que podría requerir que se pelaran algunos cables y por lo tanto se generaran residuos.

Todo este cableado entre paneles debe llevarse a los inversores, los cuales se situarán fuera del embalse.

Para llevar los cables de los paneles a los inversores se aprovechará el terreno propiedad de Sempere y Guadasséquies, localidades muy cercanas al embalse, prácticamente situadas a la orilla, cuyo desnivel es elevado, por lo que la instalación estaría protegida de la zona dedicada al embalse de agua.

Los inversores se situarían por lo tanto en suelo firme y donde en caso de ser necesario, se contemplará la tala de árboles y la eliminación de la vegetación que sea considerada una amenaza para la instalación.

Se llevarán los cables a la orilla, esto es, a los inversores, mediante plataforma.

Las vías que llevan al embalse son caminos de tierra con algunos matorros, por lo que será necesario como mínimo eliminar posibles matorros que molesten y/o hacer más amplio el camino modificando algún talud de tierra para que la comunicación al embalse sea adecuada.

La zona del embalse en la que se ubicarán los paneles, y por lo tanto la plataforma, tienen aguas abajo del embalse una zona que suele dar tierra al descubierto debido a un ligero desnivel que junto a los volúmenes del propio embalse provocan que de forma habitual esa zona se descubra. Esta pendiente en principio se considera despreciable pero podría ser necesario reducirla en caso de que no lo fuera, por lo tanto se tendría que tratar otra vez el tema de los taludes.

Hacer esto en esta zona en principio no debería suponer problema porque es zona de embalse que suele inundarse cuando no hay sequía y está alejada de los pueblos. El problema principal es que se trata de una zona en la que la sequía se da con cierta regularidad.

Antes de empezar con el montaje de la plataforma se haría una limpieza en la superficie acuática y se eliminaría la vegetación cercana que pudiese provocar sombras.

Se ha evitado la colocación de paneles justo en las orillas cercanas a los pueblos no solo por las sombras sino también para minimizar el riesgo de intrusión a la plataforma con las consecuencias que ello podría tener.

Para el caso de la fase II, esto es, la ampliación, la distancia a las orillas es muy notable, sin embargo en la fase I esta distancia es mucho más cercana, aún así, se considera una distancia prudente.

El anclaje se realizará de modo que la plataforma no pueda quedar sumergida ante el máximo volumen de embalse pero tampoco debe arriesgar la orientación de la plataforma comprometiendo la producción.

El punto de conexión a la red lo indicaría principalmente la operadora de la red eléctrica y no se contempla la construcción de ninguna estructura eléctrica adicional.

Se considerará un tendido eléctrico descubierto sobre plataforma en el tramo embalse-orilla y descubierto sobre tierra en el tramo orilla-inversor.

8.6-EXAMEN DE ALTERNATIVAS

Alternativa 0, no actuación.

Instalación en tierra firme en cercanías del embalse.

Instalación en tierra firme alejado del embalse.

Instalación en otro embalse.

Instalación de menor tamaño.

Tendido eléctrico aéreo en el tramo embalse-inversor.

Tendido eléctrico aéreo en el tramo embalse-orilla y terrestre en el tramo orilla inversor.

Tendido eléctrico submarino en el tramo embalse-orilla y aéreo en el tramo orilla inversor.

Tendido eléctrico sobre plataforma en el tramo embalse-orilla y aéreo en el tramo orilla-inversor.

Tendido eléctrico sobre submarino en el tramo embalse-orilla y terrestre en el tramo orilla-inversor.

8.7-INVENTARIO AMBIENTAL

-Clima: Se trata de un clima mediterráneo, esto es, caracterizado por veranos secos y calurosos con una temperatura media diaria para esta época de unos 25 grados, y en algunos momentos del día en los meses de Junio, Julio y Agosto se llegan a rondar los 40 grados. Las primaveras y otoños suelen ser templados con lluvias irregulares, esto es, años con lluvias torrenciales y otros con una sequía acentuada. En invierno la temperatura media diaria ronda los 15 grados, llegando de forma puntual en algunos años y ciertos momentos del día a algún grado negativo o muy cercano a 0. Se podría decir que el rango de temperaturas más habitual abarca de los 5 a los 35 grados.

-Calidad del aire: Se trata de una zona agrícola, y la calidad del aire se ve perjudicada según la época del año por los tratamientos que se realizan en los cultivos. Es frecuente el uso de insecticidas, abono y presencia de maquinaria agrícola, los cuales generar elevadas emisiones de CO₂.

Por lo general y a pesar de esos vertidos, se considera que la calidad del aire es buena.

- **Hidrología:** La entrada al volumen de agua embalsado se da por dos afluentes principales al Sur del embalse.

A la salida del embalse, a medida que se avanza aguas arriba se llegaría al “Estret de les Aigües”.

Los afluentes que llegan al embalse son el Río Albaida, el cual tiene como afluentes el Río Clariano y el Río Cañoles, y el otro afluente del embalse es el Río Micena, todos estos ríos y afluentes recorren los términos municipales de Albaida, Bufàli, Montaverner, Bellús, Genovés, Xàtiva, Señera, Vilanova de Castelló, Ontinyent, Aiello de Malferit y Sempere. El recorrido por Genovés, Xàtiva, Vilanova de Castelló y Señera no es de importancia, ya que se da aguas arriba del embalse y por lo tanto la posible contaminación que se da por estas zonas no afectará a la calidad del agua ya embalsada, la cual ya es de por sí de muy mala calidad debido al recorrido que realizan los afluentes comentados, los cuales reciben el vertido de numerosas industrias, además de los residuos agrícolas y ganaderos hasta llegar a su desembocadura al embalse.

Por este motivo, la calidad de las aguas es muy mala lo que provoca que la dedicación del embalse además de la prevención frente a avenidas sea para actividades de ocio y en algunas ocasiones para riego, aunque muchas veces bajo la necesidad de tratamiento.

El agua presenta un elevado nivel de eutrofización debido en parte a los vertidos y a la propia descomposición de materia orgánica, incluida la descomposición de peces muertos y otros desechos, los cuales provocan la generación de amoníaco, que por medio de bacterias nitrificantes, se convierten en nitritos, y estos se convierten en nitratos, los cuales son absorbidos por algas, que acaban incrementando su población, bloqueando el paso de luz, incrementando la temperatura del agua y disminuyendo el O_2 en el medio acuático, lo que provoca muerte en la fauna marina y por lo tanto más nutrientes para las algas, generándose una especie de bucle.

En este sentido el río Clariano es el que más contaminación aporta debido a su recorrido por las zonas más industrializadas y por lo tanto recoge más vertidos que el resto de afluentes.

Se han medido los valores de pH del agua embalsada dando como resultado un pH alcalino superior al 7,5. Además en los meses de primavera y verano se detectan niveles de SH_2 .

Existe una elevada concentración de sólidos en suspensión, lo que genera una alta turbidez, los valores oscilan alrededor de 10 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

La conductividad en el embalse presenta niveles algo elevados los cuales se ven disminuidos a medida que aumenta el volumen embalsado ya que con esto habrá una mayor disolución de sales. Los afluentes que desembocan en el embalse presentan una conductividad superior a los $1000 \mu S/cm$, mientras que el agua potable se sitúa entre los 100 y los $1000 \mu S/cm$.

Esta propiedad afectará principalmente al riesgo de electrocución en caso de que se derive a la masa acuática, los animales marinos situados a baja profundidad podrían verse afectados.

Para determinar la composición química del agua del embalse será necesario un análisis químico.

-Ruido: Se trata de una zona tranquila con niveles de ruido bajos y que solamente son perturbados en ocasiones por maquinaria agrícola y actividades de ocio como pesca y navegación. Los niveles de ruido se pueden ver incrementados solo en la fase de ejecución de la instalación y no en su explotación.

-Flora y vegetación: La zona sobre la que se realizará la instalación es zona acuática, sin embargo se hará uso de las zonas limítrofes tanto en la fase de ejecución como en la de explotación debido principalmente a la necesidad de comunicar adecuadamente el acceso al embalse permitiendo el transporte de material. Además en la fase de explotación habrá paso de cables al inversor y será necesaria la eliminación de la vegetación que haya en la zona. De todas formas la vegetación es escasa en las zonas más cercanas
Se contemplan algunas arboledas pero a una distancia muy notable de la zona de utilización. Ver el apartado de observaciones.

-Fauna: En el embalse la fauna marina la componen principalmente especies no protegidas y en su mayoría invasoras. La introducción en el medio de estas especies está prohibida, entre estas se destacan: el Alburno, el Barbo, el Carpín, la Carpa y el Black Bass. La Carpa a pesar de ser considerada como especie vulnerable es invasora y su introducción en el medio también está prohibida. Se contempla que la aparición de algunas de estas especies está provocada por la introducción deliberada en el medio al ser una zona frecuentada para actividades de pesca.
La mayoría de estas especies son de sangre fría y se alimentan de gusanos, insectos y vegetación. Ver el apartado de observaciones.

-Población: El embalse es limítrofe a territorio de varias poblaciones, sin embargo parte de este territorio está alejado del núcleo urbano y aunque oficialmente el embalse recibe el nombre de embalse de Bellús, las poblaciones y a la vez núcleo urbano más cercanas al embalse son Guadasséquies y Sempere, con 456 y 47 habitantes respectivamente según el censo de 2016.
El resto de poblaciones limítrofes en cuanto a territorio pero no a núcleo urbano son Benigànim con 5912 habitantes, la Pobla del Duc con 2564 habitantes, Bellús, con 319 habitantes, Montaverner con 1691 habitantes, Alfarrasí con 1274 habitantes y Benisuera con 187 habitantes. Todos los datos según el censo de 2016.

-Patrimonio histórico: En la zona de instalación no se contempla patrimonio histórico, sin embargo en zonas cercanas existe la Cova de la Petxina, una cueva donde se han registrado huesos de fauna, rascadores, puntas y núcleos del paleolítico medio, actualmente la zona está protegida y deteriorada por el paso del tiempo.
También se debe mencionar la Cova Negra, a dos kilómetros de esta, con características similares.
Ambas están a una distancia muy prudente de la instalación.

-Actividades de ocio: El embalse además de proteger frente avenidas y ejercer su función como tal, se ha declarado también como coto de pesca por lo que son frecuentes las quedadas sobretodo para pescar y navegar.

-**Actividades económicas:** Las actividades económicas principales en la zona que albergará la instalación en su totalidad son agrícolas y ganaderas.

- **Vías pecuarias:** Se contemplan vías pecuarias en las cercanías al embalse.

- **Paisaje:** El embalse y los alrededores más cercanos sobretodo en época primaveral cuando se da la floración crean un paisaje colorido que suscita el interés de las personas que habitan por la zona y también de algunos viajeros del tren que pasa por la vía Xàtiva-Alcoi y que recorre la zona comentada.

Para más detalles e información se pueden consultar las Observaciones en el Documento de Síntesis.

8.8-OCUPACIÓN DEL SUELO:

A continuación se muestra el mapa del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo (SIOSE) para la zona de interés.

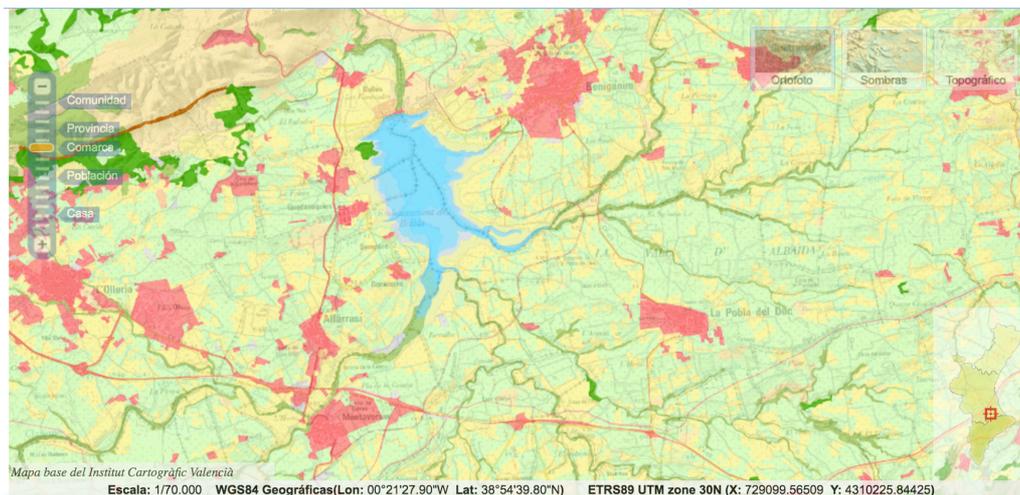


Imagen 43: Mapa SIOSE (Instituto Cartográfico Valenciano.2017)

Las zonas de rojo corresponden a terreno ocupado por construcciones e infraestructuras varias, esto es, cobertura artificial.

Las zonas de color verde oscuro corresponden a arboledas y vegetación muy densa en general.

Por otra parte, las zonas verde claro corresponden a vegetación poco densa o en espacios abiertos, esto es, en su mayoría zonas de explotación agraria.

La zona azul corresponde a la superficie acuática del embalse.

Por último, las zonas amarillas corresponden a terrenos de tierra desnuda o zonas de actividades agrarias de secano.

8.9-IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS: MATRIZ DE LEOPOLD

A continuación se construye la matriz de Leopold y se obtiene el recuento para valorar la fragilidad de los factores y la agresividad de las acciones. Con ello se han obtenido los TOTALES, los cuales permiten tener una visión general de la magnitud e intensidad.

Además, teniendo en cuenta que la agresividad y la fragilidad no deben llevar asociado una connotación negativa, se ha procedido no solo a hacer el recuento de la agresividad y fragilidad, sino también a desglosar en promedios positivos y negativos para determinar si el efecto total es positivo o no.

Para elaborar la matriz se han valorado todos los posibles factores ambientales que puedan verse afectados por las acciones directas e indirectas del proyecto, bien sea en la fase de ejecución y/o explotación:

Se ha obtenido que en la fase de ejecución, la mayor agresividad (16) se obtiene por la limpieza y acondicionamiento, siendo esta de carácter positivo debido a un promedio negativo de 2 y uno positivo de 14.

Muy cercano a ese valor se tiene la excavación y modificación de taludes y también la quema controlada, ambas con un promedio negativo alto de 13, frente a un promedio positivo de 2 y 1 respectivamente.

En la fase de explotación tanto la plataforma y estructura completa como el mantenimiento ofrecen una agresividad alta (17) sin embargo, el mantenimiento tiene un promedio positivo de 8 y uno negativo de 9, por lo tanto, muy similares, mientras que la plataforma y estructura presentan un promedio negativo de 12 frente a uno positivo de 5.

En cuanto a factores más frágiles se debe destacar el hábitat terrestre con promedio negativo de 15 y una fragilidad de 17, esto se debe a la gran cantidad de actividades que requieren uso de suelo. Por otra parte se tiene la generación de empleo con una fragilidad de 16 pero con promedio positivo de 16.

8.10-VALORACIÓN PAISAJÍSTICA:

A continuación se muestra un mapa que refleja el hipotético estado del embalse tras realizar la instalación completa del proyecto, de modo que puede compararse con la situación previa a esa instalación:



Imagen 44: Valoración paisajística (Elaboración propia a partir de IGN.2017)

Esta imagen por lo tanto correspondería al proyecto en su fase de explotación. Se puede apreciar que el impacto visual sería muy significativo tal y como se recoge ya en la matriz de Leopold en la acción correspondiente a la alteración del paisaje.

En la imagen, la fase I aparece en zona descubierta sin embargo, esta zona es acuática, todo depende del volumen de agua embalsado. Por lo tanto, si la imagen se hubiese realizado en un período no seco, la fase I se vería sobre superficie acuática. Lo mismo ocurre con una pequeña parte de la zona Sur de la fase II.

8.11-PROPUESTA DE MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

-Realizar un cortafuegos en los alrededores de los inversores, cables, e instalación en general.

-Recubrir los cables que se consideren oportunos.

-No verter residuos de aceites de embarcaciones utilizadas para transporte de material por la superficie acuática, ni tampoco verter cables o residuos de estos ni ningún otro residuo generado tanto en la fase de ejecución como en la de explotación.

-Limpieza de posibles residuos tanto en la superficie acuática como en la superficie terrestre.

-Replacación de árboles y vegetación en la zona de ocupación temporal del suelo siempre que no sea zona de paso del cableado ni se provoquen sombras en la instalación.

-El transporte y posibles modificaciones en las vías como eliminación de vegetación se harán por la zona aguas abajo del embalse, donde no hay zonas protegidas y la zona en su mayoría se trata de tierra desnuda.

8.12-PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Se realizará un único programa de vigilancia válido tanto para la fase de ejecución como para la fase de explotación ya que no se esperan consecuencias diferentes en ambas fases.

Será necesaria la vigilancia de la flora, debiéndose eliminar la posible vegetación que aflore en el paso de los cables desde el panel hasta los inversores, de modo que se minimice el riesgo de incendio por cualquier defecto de cable, fallo en el cálculo de sección del cable que pueda derivar en un sobrecalentamiento y/o incendio y cualquier defecto de aislamiento.

Será necesaria la vigilancia de la fauna, debido a riesgo por electrocución provocada por mordeduras de cableado y posibles defectos de aislamiento, entre otras.

Será necesaria la vigilancia de las vías de acceso al embalse para garantizar el transporte y la comunicación.

Será necesaria la vigilancia de las zonas valladas para evitar la intrusión de personas con el objetivo principal de evitar posibles electrocuciones.

Será necesaria la vigilancia en lo que se refiere residuos en la superficie acuática que puedan afectar al medio y a la producción de la instalación. También se vigilará la zona que ocupa el cableado hasta los inversores.

-A continuación se expondrá el documento de síntesis. Como se ha comentado puede ser algo redundante, pero es parte obligada en el estudio ambiental. En el se resume y aclara información.

8.13-DOCUMENTO DE SÍNTESIS

Se pretende realizar una instalación flotante de 2,27MW de potencia en la fase I del proyecto y una posterior ampliación de 20MW en la fase II obteniendo un total de 2,27MW+20MW de instalación fotovoltaica sobre el embalse de Bellús para verter energía a la red. En la matriz de Leopold se recoge el impacto del proyecto completo, esto es, fase I y II y sus respectivas fases de ejecución y explotación.

Las alternativas presentadas han sido: La no actuación, la instalación en tierra firme cerca del embalse, instalación en tierra firme lejos del embalse, instalación en otro embalse, realizar una instalación de menor tamaño y que por lo tanto ocupe menos, realizar el tendido eléctrico aéreo en el tramo embalse-inversor, realizar tendido aéreo en el tramo embalse-orilla y hacerlo terrestre en el tramo orilla-inversor, realizar el tendido submarino en tramo embalse orilla y terrestre en el tramo orilla-inversor, realizar el tendido eléctrico submarino en el tramo embalse -orilla y aéreo en el tramo orilla-inversor, realizar el tendido eléctrico sobre plataforma en el tramo embalse orilla y aéreo e el tramo orilla-inversor, realizar el tendido eléctrico sobre plataforma en el tramo embalse-orilla y terrestre en el tramo orilla-inversor. Para las opciones terrestres existirían las alternativas de cables enterrados o al descubierto.

Se ha escogido la opción de cable sobre plataforma en tramo embalse-orillas y terrestre en el tramo orilla-inversores por ser la más viable.

Los principales impactos tanto positivos como negativos en la matriz de Leopold serán debidos a las siguientes acciones:

Limpieza y acondicionamiento del embalse y alrededores de interés, por los que se situará la plataforma, pasará el cableado, se ocupará el suelo de forma no permanente para albergar estructuras y elementos para el montaje. En la fase de explotación la acción de mantenimiento requerirá de las mismas actuaciones además de supervisar como se menciona en el programa de vigilancia ambiental.

Otra acción que genera impacto es la alteración de la cobertura del suelo y solo se da en la fase de ejecución, en esta acción se contempla cualquier alteración por cimentaciones y eliminación de capas entre otros que alteren la cobertura.

La excavación y modificación de taludes contempla el allanamiento de superficies para reducir la pendiente en casos en los que sea necesario ya sea en vías de comunicación al embalse o en las zonas del embalse donde se ubicarán parte de los paneles y que es propensa a estar descubierta en épocas secas.

La quema controlada está destinada principalmente a la quema de vegetación que haya sido erradicada, se contempla la quema de matorros y similares, no se contempla quitar árboles pero si se diera el caso no se quemarían, se utilizarían en la repoblación de otras zonas o de la misma zona en caso de ser posible si se trata de suelo no ocupado permanentemente y no acaba suponiendo una amenaza para la instalación.

Por emisiones de gas se entienden las emisiones producidas por el transporte al embalse de materiales y utilización de maquinaria para las obras de excavación y modificación de taludes principalmente.

La acción de generación de polvo se dará por prácticamente todas las acciones anteriores, sobretodo las que tengan que ver con la modificación del suelo. La

mayoría del suelo es tierra desnuda y los caminos más cercanos al embalse son de tierra por lo que la generación de polvo está asegurada al igual que los ruidos y vibraciones. Estos caminos posiblemente deban ser habilitados o reacondicionados para mejorar la comunicación sobretodo de transporte de material al embalse.

Se contempla la posible emisión de aceites y líquidos durante la ejecución debido a la maquinaria a utilizar, tanto en los alrededores del embalse como en el interior del mismo, ya que será necesario el transporte por la superficie acuática.

La instalación quedará vallada, tanto en la fase de ejecución como de explotación para evitar el paso de animales y personas evitando de este modo electrocuciones y robos.

Durante la fase de explotación se contemplan residuos sólidos que pueden deberse al mantenimiento, también se pueden dar fallos operativos durante la generación de energía.

En esta fase de explotación se mantendrá el vallado de la fase de ejecución.

Durante esta fase se tendrá una alteración del paisaje permanente, provocada principalmente por la plataforma y la estructura completa de la instalación.

La plataforma no supondrá un impacto en el comportamiento de los animales, ya que no abarcará tanto como para variar significativamente la temperatura del agua ni otros de sus parámetros que puedan ser de importancia para la supervivencia y la conducta común de las especies.

Durante la fase de explotación será necesario el mantenimiento para corroborar que las condiciones y el estado de la zona y de los materiales es el adecuado para el funcionamiento. Esta no es una acción que suponga un impacto significativo, ya que se trata principalmente de supervisar debido a que el grueso de las obras se habría dado en la fase de ejecución. El mantenimiento se consideraría una acción correspondiente a la fase de explotación y en algunos casos llevará a tener que ejecutar algunas obras para el correcto funcionamiento, lo que en esencia correspondería a fase de ejecución. Por lo tanto se puede considerar que el mantenimiento sería una acción que se daría en la fase de explotación y que sometería a la instalación a algunas acciones contempladas en la fase de ejecución, por supuesto las contempladas en la Matriz de Leopold. Es necesario comentar que en la acción de mantenimiento se contemplan algunas de las actividades de vigilancia ambiental.

Las medidas correctoras adoptadas son:

La realización de un cortafuegos en los alrededores del paso del cableado a los inversores y la posibilidad realizarlo también de estos al posible centro de transformación si no se discurre por suelo urbano con el fin de preservar el medio natural y prevenir o extinguir cualquier tipo de incendio debido a la cercanía de algunos municipios y de la zona del “Estret de les Aigües” de gran valor natural.

La zona de paso del cableado en el tramo de la orilla al inversor será de tierra desnuda, por lo que la vegetación que se pueda dar en el paso del cableado será eliminada.

No se verterán residuos de ningún tipo al medio natural durante las fases de ejecución y explotación, a pesar de esto, se realizará una limpieza general de las superficies acuáticas y terrestres antes y al finalizar la fase de ejecución.

Se realizará la repoblación de árboles y vegetación solo en los tramos en los que no haya cableado y en los que no se generen sombras a los paneles, por lo que esta repoblación queda orientada principalmente a las zonas de ocupación no permanente que se hayan destinado al albergue de material.

Las modificaciones en las vías y vegetación se realizarán en la zona baja del embalse, esto es, aguas abajo, ya que son zonas en su mayoría de tierra desnuda y no protegidas.

En cuanto al programa de vigilancia ambiental, será necesario: Vigilar el crecimiento de la vegetación cercana al paso del cableado y eliminarla en caso de que suponga amenaza invadiendo la parte de tierra desnuda y/o cortafuegos.

También será necesario eliminar la vegetación crezca y que perturbe el paso al embalse, esto es, se vigilará que las vías de acceso estén en buenas condiciones.

También se vigilarán las vallas y barreras, las cuales deberán estar en condiciones adecuadas para garantizar la seguridad y evitar el paso a las zonas cuyo acceso queda restringido.

Se vigilará la población de la fauna a modo de controlar las posibles muertes por electrocución.

Toda la instalación será revisada mínimo una vez al año, incluidos los cables enterrados.

Se vigilará periódicamente que la zona acuática y alrededores de la instalación estén libres de residuos, con especial atención a los alrededores del cableado y cortafuegos.

OBSERVACIONES :

En los alrededores aguas abajo del embalse no se destaca ningún bien ni espacio protegido. Sin embargo agua arriba se destacan zonas de elevado valor ambiental, principalmente “l' Estret de les Aigües” por la gran variedad en lo que respecta a la flora y fauna lo que le otorga un valor paisajístico y biológico muy elevado. Es importante recalcar la consideración de que esta zona está a una distancia prudente de la instalación. A continuación se muestra su inventario de flora y fauna.

Flora: Matorrales de lentisco y coscoja, endemismos iberolevanticos como la ajedrea valenciana y el tomillo sanmiguelero, también se pueden encontrar cañaverales , zarzales , adelfa y choperas. Existe también una gran variedad de flora rupícola, ya que en la zona se pueden encontrar bastantes roquedos. Entre esa flora, se debe hacer mención al endemismo de la zona Sur de la Comunidad Valenciana debido a la presencia del espinillo negro.

También hay que mencionar el pinillo de oro, la espuelilla y el poleo amargo de roca, los cuales también son endemismos iberolevanticos.

El clima mediterráneo que afecta a la zona y la humedad provocada por el paso del río Albaida genera una amplia variedad en cuanto a flora, vegetación y fauna.

Fauna: Gran variedad,: Cohabitan mamíferos, anfibios, reptiles, aves y peces. Entre ellos: El sapo común, la rana verde, la culebra de agua, la culebra bastarda, la rata de agua, tejones, el vencejo real, el avión roquero, la collalba negra, la grajilla, el abejaruco, el mirlo, el autillo, el ruiseñor común, el buitrón, el ruiseñor bastardo, el zarcero común, el carricero común, el mito y el escribano soteño.

Además en esta zona la calidad del agua se ve notablemente mejorada.

El nivel de la protección de “l'Estret de les Aigües” es parcial, a pesar de esto, la baja actividad en la zona permite mantener la zona en buenas condiciones de preservación y por lo tanto se desarrolla un entorno salvaje en el que cohabitan especies sin ver perturbada su conducta natural.

“L’Estret de les Aigües” se sitúa a unos 3km de la zona de instalación y por lo tanto su composición no se considera afectada por lo tanto tampoco se ve comprometido su valor ambiental ni su valor paisajístico. En el peor de los casos se podría valorar

algún riesgo en su población aviar, la cual puede sobrevolar el embalse en busca de alimentos en la fauna marina. Sin embargo este riesgo se considera bajo, más aún sumergiendo el cableado.

Red Natura 2000: El río Albaida, afluente del embalse, tiene un tramo protegido pero la distancia de la instalación evita la interacción.

También presentan un importante valor la “Cova de la Petxina” y “la Cova Negra”, de interés turístico y situada a unos 5km del embalse, por lo que la instalación en principio no supone una amenaza para esas zonas.

8.14-NORMATIVA : LEYES, DECRETOS Y DIRECTIVAS

LEYES EUROPA: Vigentes:

DIRECTIVA 97/11/CE DIRECTIVA 2003/35/CE y 2009/31/CE

DIRECTIVA 2014/52/UE

DIRECTIVA 2001/42/CE amplia la 97/11/CE

LEYES ESPAÑA: Vigentes:

Real Decreto legislativo 1302/1986

RD 1131/1988 aprueba el reglamento para ejecutar el RD 1302/1986

Ley 9/2006 Evaluación ambiental estratégica , la cual no debe ser confundida con la evaluación del impacto ambiental, la diferencia reside en que este último esta aplicado a actividades y proyectos, está solicitado por el titular del proyecto y determina los impactos, mientras que la evaluación ambiental estratégica se aplica a políticas, planes y programas, es requerida por la administración pública, permite visualizar impactos y evidenciar oportunidades y riesgos principalmente, lo que permitirá tomar decisiones.

RD Ley 1/2008 recoge normativa aplicable a la evaluación impacto ambiental.

Ley 21/2013 de Evaluación ambiental. Deroga una ley que modificaba la Ley de E.I.A de proyectos. Está formada por 64 artículos, distribuidos en 3 títulos y 6 anexos.

Ley 11/2014 responsabilidad medioambiental.

LEYES COMUNIDAD VALENCIANA :Vigentes:

Ley 2/89, regula el EIA y sus sanciones, contiene una lista con los proyectos que requieren un EIA. Exige reponer los daños.

Decreto 162/1990, aprueba la ley 2/89 y presenta una lista de proyectos menores.

Orden 3 enero de 2005, determina el contenido mínimo del estudio del impacto ambiental.

Decreto 32/2006 Modifica el Decreto 162/1990

APLICACIÓN LEY 21/2013:

Es de especial importancia tener en cuenta la Ley 21/2013, en ella se establece la clasificación de los proyectos, lo que a su vez definirá la naturaleza del trámite.

Se pueden distinguir dos procedimientos, por una parte el ordinario que se da cuando el proyecto está incluido en el Anexo I y por otra parte el simplificado que se da cuando el proyecto está recogido en el anexo II.

Por lo general los proyectos recogidos en el anexo I son más agresivos y requieren de un procedimiento algo más extenso que en el caso de los proyectos recogidos en el anexo II. En este caso, por extensión, el proyecto se engloba en el anexo I.

Según la Ley 21/2013 este proyecto incluyendo fase I y II se enmarcaría en el anexo I, grupo 3 subapartado j, que corresponde a instalaciones de producción de energía eléctrica destinada a su venta a la red no instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor a 100ha.

El proyecto tendrá una ocupación no permanente de aproximadamente 1,5 Km², ya que en esta superficie se ha contemplado la fase de ejecución y también las zonas que aunque no están dedicadas a la explotación energética forman permanentemente parte de la instalación, por ese motivo, es adecuado considerar la instalación dentro del anexo I.

En estos Anexos se tiene en cuenta si se desarrollan o no en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000, y Áreas protegidas por instrumentos internacionales regulados por la Ley 42/2007 del 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

El curso medio del río Albaida se encuentra en el listado de Red Natura 2000, este es un afluente al embalse pero el tramo protegido está a una distancia muy considerable, por lo que el proyecto no se ve mermado.

El procedimiento simplificado puede verse llevado a la fase ordinaria tal cual recoge el anexo III, esto es, un proyecto recogido en el anexo II, puede entrar en fase ordinaria en caso de que las autoridades competentes lo consideren oportuno tras analizar el proyecto y valorar con más en detalle las características y consecuencias.

8.15-PROCEDIMIENTOS:

El **procedimiento** que se da en la **fase ordinaria** y al que será sometido el proyecto es como sigue:

El promotor solicita el documento de alcance, en un plazo de tres meses el órgano sustantivo lo proporcionará. El órgano ambiental realizará las notificaciones oportunas a personas, administraciones y otros que puedan verse afectados y elaborará el documento de alcance, que llevará al promotor a realizar el estudio del impacto ambiental, que debe presentarse al órgano sustantivo en como

máximo un año para no perder su validez. El órgano sustantivo recogerá las alegaciones e informes de las entidades consultadas, lo que llevará a que en un plazo de 4 meses el promotor deba realizar las modificaciones oportunas. Posteriormente el órgano ambiental emite la declaración del impacto ambiental, lo que llevará a que el órgano sustantivo finalmente emita una resolución en la que se apruebe o rechace el proyecto, este resultado será publicado en el BOE.

El **procedimiento simplificado** consiste en redactar un documento ambiental que contemple la descripción del proyecto, las características, ubicación, efectos para cada fase del proyecto y medidas de prevención y corrección. Este se enviará al órgano sustantivo, posteriormente el órgano ambiental consultará a las administraciones, personas e instituciones afectadas. Si se considera que puede haber impactos significativos se podrá llevar a fase ordinaria, en caso de no considerar impactos significativos se tendrá un período máximo de 4 años para pedir la autorización del proyecto al órgano sustantivo, que emitirá la resolución ambiental, la cual irá publicada en el BOE.

9-PRESUPUESTO:

A continuación se pretende elaborar el presupuesto de la instalación, con el cual se podrá determinar a su vez el tiempo de recuperación de la inversión en función de la remuneración por kWh de vertido a la red.

En el presupuesto que se muestra se tienen precios que en caso de ejecutar el proyecto se podrían ver notablemente rebajados ya que el volumen de los pedidos es elevado y en la mayoría de casos no se han aplicado posibles rappels de compra ya que estos suelen negociarse directamente con el fabricante o distribuidor.

Antes de detallar los precios se aclarará información acerca de la obtención de los mismos.

-ACLARACIONES PRÉVIAS:

PANELES:

El fabricante es Axitec, pero si se realiza la compra por medio de un distribuidor se ofrece un precio de 326 euros por panel. En caso de hacer el pedido por pallets de 26 paneles, el precio baja a 314 euros. A este precio el distribuidor garantiza mínimo un descuento del 45%, lo cual supone un coste por panel de 172,7 euros. Esto es $172,7/320 = 0,54$ euros/Wp. Un precio algo más alto de lo habitual para este tipo de instalaciones en las que debido al gran volumen de compra el precio llega a rondar los 0,4 euros/Wp, pudiendo llegar a ser todavía menor en caso de negociar y adquirir directamente al fabricante.

En este caso, adquirir directamente a Axitec, y por lo tanto sin intermediarios, supone un coste de 0,375 euros/Wp.

En el presupuesto se considerará el valor de 0,375 euros/Wp ya que ha sido el que ha proporcionado el fabricante tras solicitarle información y la rebaja es muy notable.

INVERSORES:

Es importante comentar que los inversores utilizados son de gran potencia y los fabricantes de este tipo de inversores rara vez suelen mostrar el precio

directamente posiblemente con la intención de no proporcionar información a posibles competidores ni a terceros, ya que mostrar directamente los precios y la variación de los mismos puede llevar a especular sobre la situación de la entidad, lo cual puede tener consecuencias importantes en caso de cotizar en bolsa. Ya sea por este motivo o por otro, la empresa fabricante no ha facilitado un presupuesto, por lo que ha sido necesario especular con el coste que supondrían estos inversores. Para ello, se ha tenido en cuenta el precio de los inversores por Wp que se dan en otras instalaciones similares. Siendo conservadores este valor es de 0,15 euros el Wp, pudiendo llegar a ser inferior debido al volumen de compra. En la elaboración del presupuesto se considerará un precio de 0,15 euros el Wp.

ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE PANELES:

En el presupuesto se contempla el precio de la estructura para cada panel en 10 euros. Y su colocación en los cubos será de 2 euros por panel. Lo que supondrá un total de 12 euros por unidad, incluyendo fabricación y montaje. Esto es, por defecto la estructura soporta 3 paneles, y su precio sería de 36 euros el bloque de tres paneles. El precio que se considerará será de 36 euros el bloque.

CUBOS HDPE:

El pedido de los cubos de HDPE se hará directamente al fabricante ya que en caso de optar por un intermediario el coste se incrementa hasta hacer la instalación inviable solo con los cubos. Haciendo el pedido al por mayor para la cantidad de cubos que requiere este proyecto, sale el m² a 4 euros, esto es, una pieza sale a 1 euro. Un precio muy inferior a algunas ofertas que consideraban alrededor de 30 euros la pieza de HDPE. Por lo tanto en el presupuesto se consideran 4 euros el m² y 2 euros el metro lineal.

CABLEADO Y PROTECCIONES:

Se utilizará el cable P-SUN SP cuyo coste es variable con la sección y la longitud. En la tabla realizada en el propio presupuesto se puede ver el precio por km y sección, obteniendo de esta forma el coste para cada string, lo que permitirá obtener el coste total de cableado.

Por otra parte, se tiene un coste total de 30000 en concepto de cajas de conexión y protecciones.

VALLADO:

Se tiene la oferta de 16,53 euros por metro cuadrado de valla lo que supone 4,13 euros el metro lineal para malla de torsión de 2 metros de altura, En este precio se incluye el montaje, la mano de obra y los complementos necesarios para el montaje. Por lo tanto se tendrá en cuenta el precio de 16,53 euros el metro cuadrado y 4,13 euros el metro lineal.

OBSERVACIONES:

El presupuesto que se muestra a continuación corresponde a la Fase I del proyecto. Se excluye la mano de obra civil. Se tendrá en cuenta la mano de obra de los electricistas.

La remuneración del ingeniero corresponde al cálculo y diseño de la instalación para la fase I. Se ha considerado 0,05 euros por Wp instalado.
Se ha hecho el diseño y cálculo para la fase de ampliación sin embargo esto se computaría en el presupuesto correspondiente a la fase II.

DESGLOSE DEL PRESUPUESTO

tramo paneles-cajas			
m	euros/km	euros/m	coste (euros)
56,12	7339	7,339	411,86468
142,52	16547	16,547	2358,27844
228,92	21738	21,738	4976,26296
313,32	31557	31,557	9887,43924
51,66	7339	7,339	379,13274
138,06	16547	16,547	2284,47882
224,46	21738	21,738	4879,31148
308,86	31557	31,557	9746,69502
47,2	4352	4,352	205,4144
133,6	16547	16,547	2210,6792
219,4	21738	21,738	4769,3172
306,4	31557	31,557	9669,0648
51,66	7339	7,339	379,13274
138,06	16547	16,547	2284,47882
224,46	21738	21,738	4879,31148
308,86	31557	31,557	9746,69502
55,12	7339	7,339	404,52568
142,52	16547	16,547	2358,27844
228,92	21738	21,738	4976,26296
313,32	31557	31,557	9887,43924
68,86	7339	7,339	505,36354
total 20 strings			86694,06336
total 21 strings			87199,4269
TOTAL STRINGS BLOQUES 1 y 2			2084700,429
tramo cajas-inversor			
m	euros/km	euros/m	coste (euros)
600	132080	132,08	79248
TOTAL 12x2 entradas inversor (bloques 1 y 2)**			1901952
COSTE TOTAL CABLEADO			3.986.652,429

FASE I			
	UNIDADES	PRECIO UNIDAD	TOTAL(€)
PANELES	9760	120	1171200
INVERSORES	2	210000	420000
ESTRUCTURA SOPORTE	3254	36	117144
CUBOS HDPE	200000	-	200000
VALLADO	2000 m lineal	4,14 m lineal	8280
PROTECCIONES	-	-	30000
CABLEADO	-	-	3986652,429
MANO DE OBRA ELECTRICISTAS	-	-	135000
ANCLAJE Y MONTAJE PLATAFORMA	-	-	66600
CÁLCULO Y DISEÑO INGENIERIA	-	-	156160
		COSTE TOTAL	6.291.036,43€

El coste total teniendo en cuenta las observaciones y aclaraciones previas, asciende a: **#6.291.036,43€ #**

El coste total teniendo en cuenta las observaciones y aclaraciones previas, asciende a: **SEIS MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y UN MIL TRENTA Y SEIS CON CUARENTA Y TRES EUROS.**

Esto implica que en la fase I el precio por Wp es de 2,02€/Wp.

10-ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN:

10.1-VAN y TIR:

Por medio del VAN y del TIR se pretende realizar el análisis de la inversión, con la finalidad de determinar la viabilidad económica del proyecto y también determinar de forma aproximada el plazo de recuperación de la inversión. Al mismo tiempo se mostrará el flujo de caja aproximado para cada uno de los años

en función de la energía generada que a su vez depende del rendimiento que se ha considerado.

Para realizar el cálculo del VAN y el TIR y obtener el flujo de caja que permitirá determinar el plazo de recuperación de la inversión se considerarán unos ingresos de 6,5 céntimos el KWh. También se considerará en el apartado de pagos el coste que se estima que puede suponer el mantenimiento, seguro y operarios.

Es importante recalcar que para determinar el VAN y el TIR el coste total de la instalación se considera abonada en el primer año de instalación, lo que permite considerar alguna vía de financiación. Esto es, con el fin de realizar un análisis más completo se supondrá la adquisición de un préstamo de importe igual al coste total de la instalación para la fase I considerando un interés del 1,5% y una vida útil del préstamo de 10 años y cuyo sistema de amortización corresponde al método de cuota constante. Será necesario calcular previamente cual será el coste medio de capital ponderado, ya que depende de este el cálculo del flujo de caja actualizado que permitirá a su vez obtener el VAN. Para poder calcular el coste medio ponderado de capital sería necesario estudiar la situación de la entidad que lleva a cabo el proyecto, ya que el valor que se necesita se obtiene calculando algunos factores de la empresa, que en este caso se considera ficticia, por lo tanto se tiene una limitación que se pretende solucionar especulando con ese valor de coste medio ponderado, el cual será del 3%.

Por lo tanto, los cálculos realizados para el VAN y el TIR quedan en función de unos valores que no son reales.

Por otra parte se tiene la opción de comparar únicamente los ingresos acumulados y el coste de la instalación, sin tener en cuenta el coste medio de capital ponderado. Esta es una opción más sencilla pero menos robusta que hacerlo por el VAN y el TIR ya que no tiene en cuenta el valor del dinero en función de los años.

Es importante tener en cuenta que para el caso del VAN y el TIR, el año 1 que se ha considerado corresponde al año 0 de la segunda opción de análisis, esto se debe a que para el VAN y el TIR se ha considerado el año 0 como año de ejecución de obras e instalación y por lo tanto no producción, aprovechando este año 0, como año en el que se cobraría y liquidaría un hipotético préstamo. Mientras que en la opción más sencilla el año 0 corresponde al primer año de funcionamiento, y realmente el año 45 correspondería a un hipotético 46º de funcionamiento.

FINANCIACIÓN PRÉSTAMO		
cuantía préstamo	C	6.291.036,43
Nº cuotas	n	10
Interés	i	1,5
Método: Amortización cte.		

Anualidad	Desembolso Inicial	Cobros Ordinarios	Cobros Extraordinarios	Pagos Ordinarios	Pagos Extraordinarios	Flujo de caja(FC)	FC actualizado	FC acumulado
0	6291036,43	0	6291036,43	0	0	0	0	0
1	0	325269,535	0	6252,69535	682163,3632	-363146,52	-352569,4405	-352569,44
2	0	323592,888	0	6315,2223	682163,3632	-364885,7	-343939,766	-696509,21
3	0	321916,241	0	6378,37453	682163,3632	-366625,5	-335514,2657	-1032023,5
4	0	320239,594	0	6442,15827	682163,3632	-368365,93	-327288,3558	-1359311,8
5	0	318562,947	0	6506,57985	682163,3632	-370107	-319257,5464	-1678569,4
6	0	316886,299	0	6571,64565	682163,3632	-371848,71	-311417,44	-1989986,8
7	0	315209,652	0	6637,36211	682163,3632	-373591,07	-303763,7301	-2293750,5
8	0	313533,005	0	6703,73573	682163,3632	-375334,09	-296292,1995	-2590042,7
9	0	311856,358	0	6770,77309	682163,3632	-377077,78	-288998,7185	-2879041,5
10	0	310179,711	0	6838,48082	682163,3632	-378822,13	-281879,2439	-3160920,7
11	0	308503,064	0	6906,86563	0	301596,198	217879,5107	-2943041,2
12	0	306826,417	0	6975,93428	0	299850,483	210309,0956	-2732732,1
13	0	305149,77	0	7045,69362	0	298104,076	202994,3702	-2529737,7
14	0	303473,123	0	7116,15056	0	296356,972	195926,8712	-2333810,9
15	0	301796,476	0	7187,31207	0	294609,164	189098,4115	-2144712,4
16	0	300119,829	0	7259,18519	0	292860,643	182501,0708	-1962211,4
17	0	298443,181	0	7331,77704	0	291111,404	176127,1873	-1786084,2
18	0	296766,534	0	7405,09481	0	289361,44	169969,3493	-1616114,8
19	0	295089,887	0	7479,14576	0	287610,742	164020,3871	-1452094,5
20	0	293413,24	0	7553,93722	0	285859,303	158273,3652	-1293821,1
21	0	291736,593	0	7629,47659	0	284107,117	152721,5748	-1141099,5
22	0	290059,946	0	7705,77135	0	282354,175	147358,5264	-993740,99
23	0	288383,299	0	7782,82907	0	280600,47	142177,9427	-851563,04
24	0	286706,652	0	7860,65736	0	278845,995	137173,7519	-714389,29
25	0	285030,005	0	7939,26393	0	277090,741	132340,081	-582049,21
26	0	283353,358	0	8018,65657	0	275334,701	127671,2492	-454377,96
27	0	281676,711	0	8098,84314	0	273577,867	123161,7618	-331216,2
28	0	280000,064	0	8179,83157	0	271820,232	118806,3044	-212409,9
29	0	278323,416	0	8261,62988	0	270061,787	114599,7367	-97810,159
30	0	276646,769	0	8344,24618	0	268302,523	110537,0871	12726,9283
31	0	274970,122	0	8427,68864	0	266542,434	106613,5471	119340,475
32	0	273293,475	0	8511,96553	0	264781,51	102824,4662	222164,942
33	0	271616,828	0	8597,08519	0	263019,743	99165,34649	321330,288
34	0	269940,181	0	8683,05604	0	261257,125	95631,83812	416962,126
35	0	268263,534	0	8769,8866	0	259493,647	92219,7341	509181,86
36	0	266586,887	0	8857,58546	0	257729,301	88924,96586	598106,826
37	0	264910,24	0	8946,16132	0	255964,078	85743,59875	683850,425
38	0	263233,593	0	9035,62293	0	254197,97	82671,82764	766522,253
39	0	261556,946	0	9125,97916	0	252430,966	79705,97276	846228,225
40	0	259880,298	0	9217,23895	0	250663,06	76842,47563	923070,701
41	0	258203,651	0	9309,41134	0	248894,24	74077,89507	997148,596
42	0	256527,004	0	9402,50546	0	247124,499	71408,90343	1068557,5
43	0	254850,357	0	9496,53051	0	245353,827	68832,28289	1137389,78
44	0	253173,71	0	9591,49582	0	243582,214	66344,9219	1203734,7
45	0	251497,063	0	9687,41077	0	241809,652	63943,81166	1267678,52

	a 15 años		a 25 años		a 45 años
VAN	-2144712,447	VAN	-582049,211	VAN	1267678,516
TIR	-15%	TIR	-2%	TIR	2%
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN EN 30 AÑOS					

10.2-VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN:

Con este análisis la inversión se recuperaría en 30 años, sin embargo hay que tener en cuenta que las condiciones en las que se ha realizado son muy favorables, esto es, el tipo de interés bajo a 10 cuotas y un coste medio de capital ponderado del 3%.

Por otra parte hay que tener en cuenta que en cobros extraordinarios no se contempla ningún valor excepto la cuantía del préstamo y en pagos

extraordinarios solamente se contempla la amortización del mismo. Ahora bien, la realidad en cuanto a pagos extraordinarios podría implicar la necesidad de contemplar la vida útil de los cubos de HDPE que en condiciones muy desfavorables es de 15 años, si se incluye este desembolso cada 15 años la recuperación de la inversión se daría a los 33 años.

El hecho de no haber incluido este desembolso en la tabla anterior radica en la incertidumbre que gira entorno a la vida útil. Se considera que en caso de incluir ese desembolso también se debería incluir algún tipo de cobro extraordinario compensando en cierto modo el efecto del desembolso. Por lo tanto con estas condiciones lo adecuado sería considerar que la inversión se recupera en un plazo de entre 30 y 35 años.

Hay que tener en cuenta que esto solo son valores directos, y teniendo en cuenta el punto en el que se justificaba el proyecto, existen consecuencias indirectas y que en realidad pueden considerarse un ingreso, como son la reducción de pérdidas económicas por la menor evaporación, menores pérdidas en producción agraria y revalorización del terreno, evitando además la explotación de otra zona que podría ser apta para otros usos.

Por otra parte se tiene que comparando con la opción directa de facturación obtenida en anexos la inversión se recuperaría en 20 años.

Tras obtener los resultados es fácil ver como la recuperación de la inversión para la instalación flotante se da como mínimo en el doble de años que una instalación convencional, esto es, el MW en una instalación en tierra firme gira alrededor de 1 millón de euros, mientras que el MW en instalación flotante, al menos en este caso, es de alrededor de 2 millones. Este incremento se da no solo por la plataforma y su montaje, también por el coste del cableado, esto es, siguiendo el criterio del REBT en concepto de caídas de tensión, y la distancia entre strings y caja de conexiones y distancia entre estas e inversores se determina que la longitud del cableado es determinante, por lo tanto las principales alternativas para reducir el coste pasan por reducir la distancia entre tramos, lo que implicaría colocar los inversores también sobre plataforma flotante y/o valorar fraccionar la instalación en más inversores de menor potencia.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la recuperación de la inversión en la fase I es comprensible que si en la fase II se colocan los inversores en la orilla la inversión de esta segunda fase no se recuperaría, al margen de tener en cuenta los valores añadidos de este tipo de instalaciones previamente comentados.

La fase I recupera la inversión porque la distancia a las orillas donde están sus inversores no es muy elevada, sin embargo si se optara por utilizar inversores más pequeños y se instalaran en la plataforma flotante se reduciría el cableado de forma considerable ya que cada inversor soportaría un menor número de strings, los que a su vez llevaría a colocar las cajas de conexiones y los inversores todavía más cerca de los strings que soporta y por lo tanto esto permitiría recuperar la inversión en un menor tiempo.

11-SISTEMA ENERGÉTICO EN ESPAÑA

11.1-INTRODUCCIÓN

A continuación se pretende hacer un análisis de la evolución del sector energético en España, de su funcionamiento del mercado eléctrico y del papel que tienen las energías renovables en el mismo, hecho que al mismo tiempo permitirá explicar

algunos de los conceptos más relevantes que han ido surgiendo durante los últimos años y que han tenido cierto impacto económico y social.

Antes de la liberalización del sector eléctrico en 1997 era el gobierno el que fijaba el precio de la electricidad y remuneraba a las compañías eléctricas, muchas de ellas iniciaron la expansión al mercado de América latina donde el cambio de normativa motivó a algunas de las compañías españolas que eran remuneradas por el gobierno antes de la liberalización a aventurarse y convertirse en lo que ahora son grandes multinacionales.

Entre ellas se debe destacar a Endesa Iberdrola, Gas natural, Unión Fenosa (Actual Gas Natural Fenosa) y Repsol. De las cuales, Endesa, Iberdrola, Gas Natural-Fenosa junto a la actual Viesgo, (perteneciente a la empresa pública alemana E.ON desde 2008 hasta 2015) y EDP España forman UNESA, la asociación española de la industria eléctrica que engloba por lo tanto a las cinco grandes compañías del sector, el cual de forma aproximada tiene una repercusión directa del 2% del PIB, al que por lo tanto habría que tener en cuenta también el impacto en el resto de actividades económicas.

En 1997 se liberalizaba por lo tanto el sistema eléctrico español bajo la premisa de fomentar un sistema eléctrico más competitivo y eficiente, sin embargo, antes de la liberalización del sector, aunque era el gobierno el que fijaba los precios, la remuneración, como se ha dicho, era para algunas empresas, entre ellas la actual Endesa, que aunque más adelante se privatizaría, en esos momentos era pública y ya en 1996 abarcaba alrededor del 40% de la cuota de mercado, por lo tanto, con esto y la expansión internacional que se dio por un entorno económico y político favorable las principales compañías eléctricas que hoy se conocen en España empezaron a crecer y adquirir un mayor peso en la economía.

Dicho esto, es fácil ver como a pesar de la liberalización del mercado eléctrico y la intención de hacer un mercado más eficiente y competitivo queda mermada por la elevada cuota de mercado de algunas de las empresas eléctricas, la cual se traduce en un importante peso económico, político y social. Se puede concluir entonces que esta liberalización ya desde sus inicios no era del todo real, además, el hecho de que todas las principales compañías eléctricas formen parte de una misma agrupación da lugar a críticas por oligopolio, lo que lleva implícito críticas por posibles pactos en el precio de la electricidad.

En la siguiente imagen se puede ver la cuota de mercado aproximada para el año 2016:

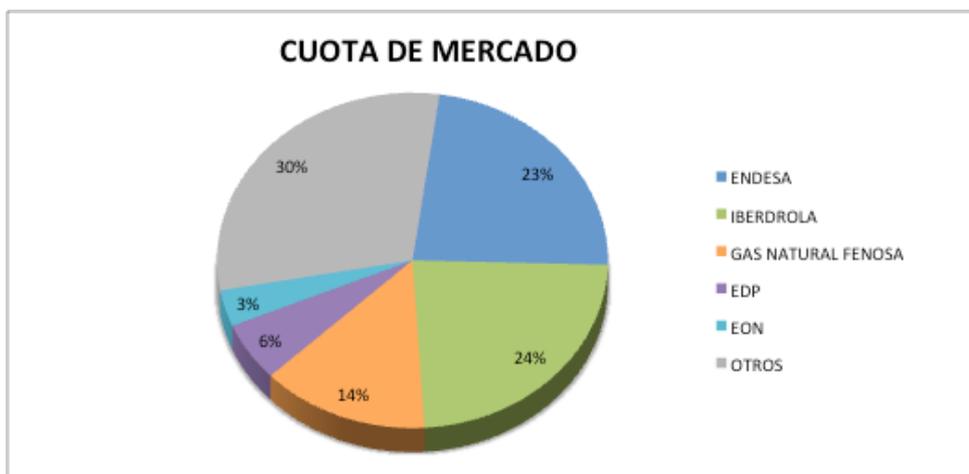


Imagen 45: Cuota de mercado (Elaboración propia.2017)

Lo que representa para UNESA aproximadamente un 70% de la cuota de mercado, recalcando que, OTROS, correspondería no solo a las otras empresas sino también a las importaciones.

En un mercado perfectamente competitivo se suelen cumplir ciertas características, entre ellas:

La homogeneidad del producto, información perfecta entre consumidores y productores, libertad de entrada y salida de empresas, perfecta movilidad de los factores de producción y que las empresas sean precio-aceptantes.

Por otra parte, en un modelo de oligopolio se suelen cumplir los siguientes principios: Existen pocas empresas, éstas son fijadoras de precio y tienen un comportamiento estratégico, el producto de los vendedores puede estar o no diferenciado, pueden existir o no barreras de entrada y no es necesario adoptar el supuesto de información perfecta.

Haciendo más énfasis sobre el modelo de oligopolio, se pueden distinguir los modelos no colusivos y los modelos colusivos, donde se puede encontrar el Modelo de Cártel que es el que se considera que describe el comportamiento de las principales empresas que forman el sector, de ser detectado ese comportamiento habría penalizaciones.

11.2-MERCADO MAYORISTA Y FORMACIÓN DE PRECIOS

España y Portugal forman el Mercado Ibérico de la electricidad, (MIBEL) en el que compradores y vendedores publican los precios de compra y venta. Este mercado, está gestionado por OMEL, (Operador del mercado Eléctrico) el cual se divide a su vez en la extensión española OMIE, encargada del mercado diario y mercado a corto plazo y la extensión portuguesa OMIP, encargada del mercado a plazo junto con un mercado paralelo en el que se negocian productos financieros a través de intermediarios, mercado más conocido como OTC (Over the Counter).

Es importante destacar también el papel de Red Eléctrica de España, la cual debe garantizar el suministro en condiciones de seguridad y analizar la viabilidad técnica de los resultados obtenidos en el mercado.

La siguiente imagen representa perfectamente la secuencia de mercados del sistema actual y servirá de referencia para explicar los siguientes apartados.

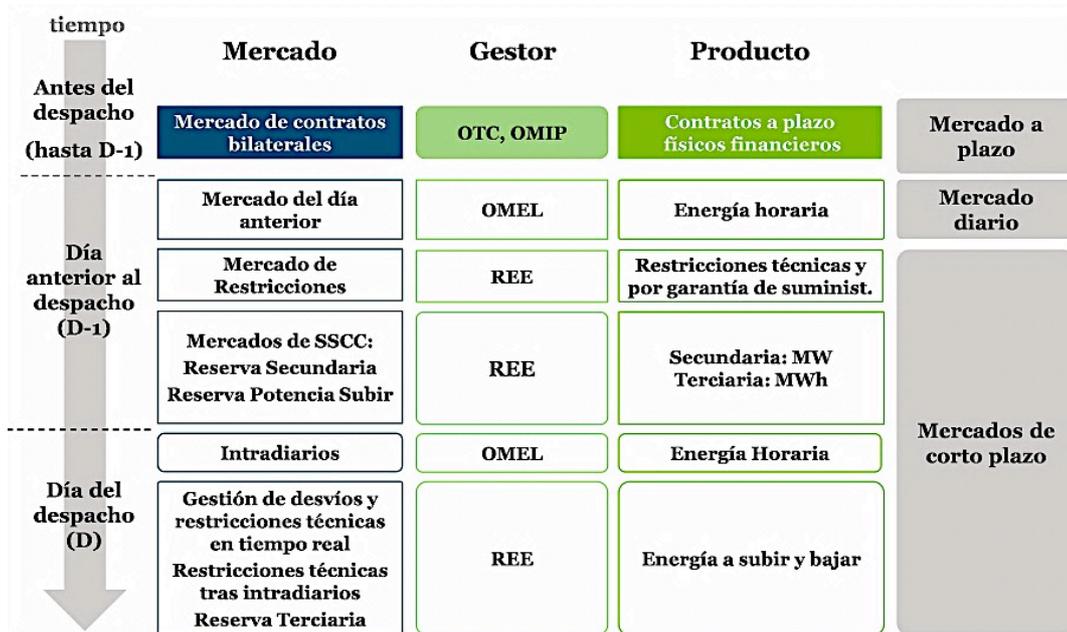


Imagen 46: Sucesión de etapas en el mercado (Energía y sociedad.2017)

11.2.1-MERCADO A PLAZO

En el mercado a plazo se compra electricidad más de 24 horas antes de su generación, es decir, en el mercado a plazo se suele comprar energía días, semanas, meses o incluso años antes de su generación. Con esto, se fijan unos precios en el contrato, independientemente del coste de oportunidad real que posteriormente les suponga a las centrales generadoras, por lo tanto, se retribuirá a la cantidad especificada en el contrato independientemente de que finalmente el coste de oportunidad del generador sea mayor o menor al previsto. En el apartado mecanismo de subastas del mercado diario se explica con más detalle el coste de oportunidad.

Con esto, se pretende fijar un precio a partir de unas previsiones que tienen en cuenta variables como situación de los embalses, demanda, estimación del precio de hidrocarburos, estimaciones de viento y sol, incluso situación política. Es importante por lo tanto que las previsiones se realicen de la forma más ajustada a la realidad ya que de esto depende que los compradores tengan beneficios o pérdidas. Los precios del mercado a plazo suelen reflejar el coste de oportunidad al que los compradores y vendedores incurrirán tras adquirir y vender en el mercado a plazo y no en el mercado diario, a este precio además se le suele tener en cuenta una prima de riesgo que refleja la incertidumbre en las previsiones que se obtienen a partir de las variables comentadas anteriormente. Por lo tanto ese precio que se fija en el contrato, representa lo que por aproximación se esperaría en el mercado diario.

Por lo general, para evitar incurrir en pérdidas por errores de estimación en las variables comentadas, se suele hacer una estimación de la energía que la comercializadora necesitará a futuro, y la adquisición a un precio cerrado permitirá ofertar a los clientes según el precio al que incurrirá en la compra de energía, es decir, el hecho de eliminar el riesgo de precio evitará por lo tanto entrar

en pérdidas por estimaciones de precio debido a una estimación del coste de oportunidad que no acabe reflejando la realidad.

El mercado a plazo juega un papel importante en el mercado eléctrico tanto para compradores como para vendedores ya que si las previsiones se hacen de forma acertada se permite obtener un precio fijo inmune a fluctuaciones posteriores y por lo tanto, vendedor y comprador ganan en estabilidad económica lo que permite realizar una mejor gestión de los estados financieros.

En el caso de OMIP, las ofertas de compra y venta se hacen públicas y el procedimiento para cerrar transacciones está estandarizada.

En el caso de OTC, esto es, en el mercado extrabursátil la compra y venta del producto financiero está sometida a contrato bilateral con liquidación financiera mediante intermediarios. En la siguiente imagen se puede ver que la mayoría del mercado a plazo está sometida a un mercado paralelo de contratos a medida y que algunos expertos cifran en un sobrecoste de 500 millones de euros, en este mercado paralelo el procedimiento no está estandarizado.

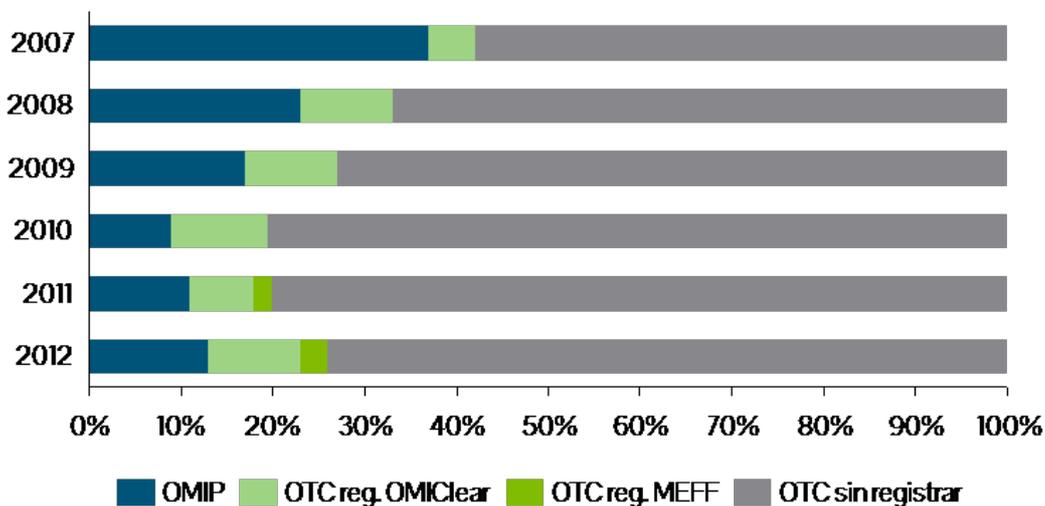


Imagen 47: Cuota OMIP y OTC (Energía y sociedad.2017)

11.2.2-MERCADO DIARIO Y MERCADOS DE CORTO PLAZO

El día anterior a la generación de la energía, compradores y vendedores realizan las ofertas de compra y venta respectivamente para cada una de las horas del día siguiente, existiendo por lo tanto 24 productos diferentes, uno para cada hora. Este mercado está gestionado por OMIE y está basado en un sistema de subastas con igualdad de condiciones para todos los usuarios. El OMIE se encargará de aportar total transparencia e igualdad al proceso de subastas y de construir las curvas de oferta y demanda a partir de las ofertas de compradores y vendedores para cada hora en concreto.

El cruce de la curva de oferta con la curva de demanda fijará un punto de equilibrio, con posibilidad de corrección si se retira alguna oferta de venta, estableciendo por lo tanto el precio de casación, que será el precio al que se remunerarán todas las tecnologías que hayan ofertado por debajo de dicho precio, esto es así al tratarse de un sistema marginalista. En la actualidad, se aplican unos

límites, esto se puede ver con más detalle en el apartado límites duros y blandos en el mercado.

Una vez se haya producido la casación, Red Eléctrica de España (a partir de ahora se hará referencia a ella llamándola REE) se encargará de determinar si para esas condiciones, el sistema eléctrico puede garantizar la calidad y la seguridad del suministro, esto se hará mediante simulaciones, en las que se estudiará el comportamiento de la red eléctrica y el estado en el que quedaría de darse la situación establecida por la subasta.

REE también se encargará de gestionar la banda primaria, secundaria y terciaria, con las cuales se pretende: garantizar la máxima seguridad del suministro cumpliendo además con los objetivos de mantener el equilibrio entre generación y demanda, cumplir con los compromisos de intercambio de energía entre zonas y que se mantenga la energía de reserva suficiente. Todo ello manteniendo la frecuencia de referencia del sistema, lo que lleva ya implícito garantizar la seguridad. A continuación se explican de forma más detallada cada una de las bandas, las cuales son también un producto en el mercado eléctrico:

La banda primaria es de obligado cumplimiento para todos los generadores, en ella se pretende que cualquier desvío o error que se de respecto de la frecuencia de referencia sea corregido, esta corrección es necesaria para garantizar el correcto funcionamiento de la red y de los elementos de consumo, ya que de no cumplirse se podría alterar el comportamiento de los receptores, los cuales están diseñados para trabajar en unas condiciones concretas.

La banda secundaria permite variar la potencia para resolver de forma automática cambios entre generación y demanda, esta banda funcionaría 15 minutos hasta ser remplazada por la banda terciaria.

La banda terciaria tiene como objetivo permitir la recuperación de la banda secundaria y es de cumplimiento obligatorio para los generadores que puedan ofrecerla, como requisito, los generadores deberán poder ofrecer una variación de producción en un tiempo inferior a 15 minutos y ser capaces de mantener dicha variación durante 2 horas.

Una vez queda garantizada la viabilidad técnica y la seguridad y calidad de suministro por parte de la REE, los precios quedan fijados y los posibles ajustes o modificaciones posteriores de compra y venta se dan en el mercado intradiario, un mercado a corto plazo, que actualmente está dividido en 6 sesiones y también está gestionado por OMIE.

El mercado intradiario se da el día del despacho y tiene un papel fundamental, en el, algunos compradores y vendedores revenden o compran más energía, y ante cualquier situación de avería o fallo de suministro por parte de algún productor, el mercado intradiario permite reajustar la situación. Al mismo tiempo, es REE la que se encarga de garantizar el suministro y por lo tanto la que determina si es necesario aumentar o bajar la energía inyectada. También se encargará de gestionar los posibles desvíos, debido a averías o fallos de previsión de producción por parte de los productores, los cuales deberán correr con los costes de los desvíos que se produzcan.

En caso de que los desvíos se produzcan en dirección contraria a la demanda se aplicarán los costes que supongan los desvíos, sin embargo, si los desvíos se producen en la misma dirección que la demanda, no se aplicarán costes.

Una situación de desvío en dirección contraria a la demanda se da cuando se ha producido menos de lo previsto por un productor y se ha tenido que optar por otra opción para satisfacer la demanda. También se aplican costes a cargo del productor cuando ha habido más producción que demanda. El caso contrario es por lo tanto, el caso en el que no se cobran gastos de desvíos, el cual corresponde a cuando la producción y la demanda son ambos mayores de lo previsto. Tampoco se aplicarían costes en caso de que se diera una menor producción y a su vez un menor consumo del previsto.

A continuación se muestra una imagen con datos que proporciona la REE en tiempo real sobre las previsiones y ajustes demanda-generación, mostrando también las tecnologías de generación previstas.

La curva roja escalonada corresponde a la energía programada.

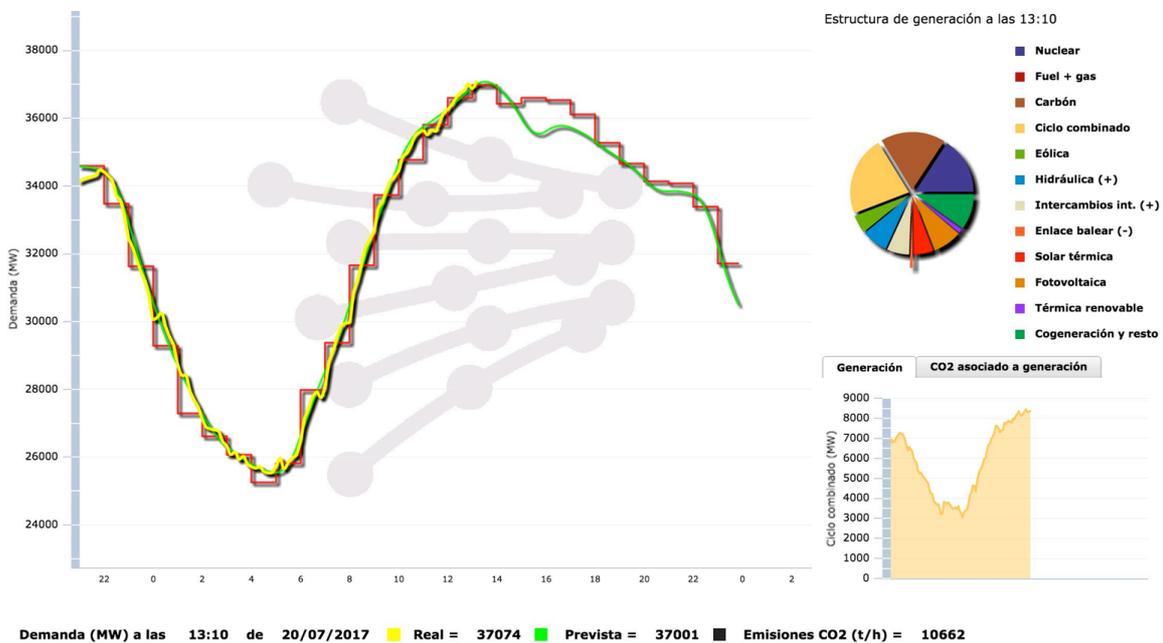


Imagen 48: Curvas de demanda, energía programada y prevista. (REE.2017)

En el mercado eléctrico las condiciones son exactamente iguales para todos los usuarios, de modo que un particular puede obtener ciertos beneficios en caso de comparar directamente en el lugar de hacerlo a la comercializadora, la cual está en igualdad de condiciones para la compra. Es decir, un particular que desee comprar directamente en el mercado mayorista compraría al mismo precio que las comercializadoras por lo que a priori obtendría un ahorro significativo para ello deberá hacer una estimación adecuada de la energía que se va a necesitar. Es necesario comentar que comparar a las comercializadoras evita un riesgo que estas sí están dispuestas a asumir por economía de escala.

En España la adquisición directa no es habitual y la mayoría de los consumidores tienen garantizado el suministro eléctrico por parte de las comercializadoras pero en otros países europeos esta práctica sí es frecuente, un ejemplo es Dinamarca.

A continuación se muestra una imagen en la que REE compara el precio pool (precio en el mercado mayorista) con el precio PVPC (Precio Voluntario al Pequeño Consumidor), esto es, el que ofrecen las comercializadoras y que únicamente está disponible para usuarios con una potencia inferior a 10kW.

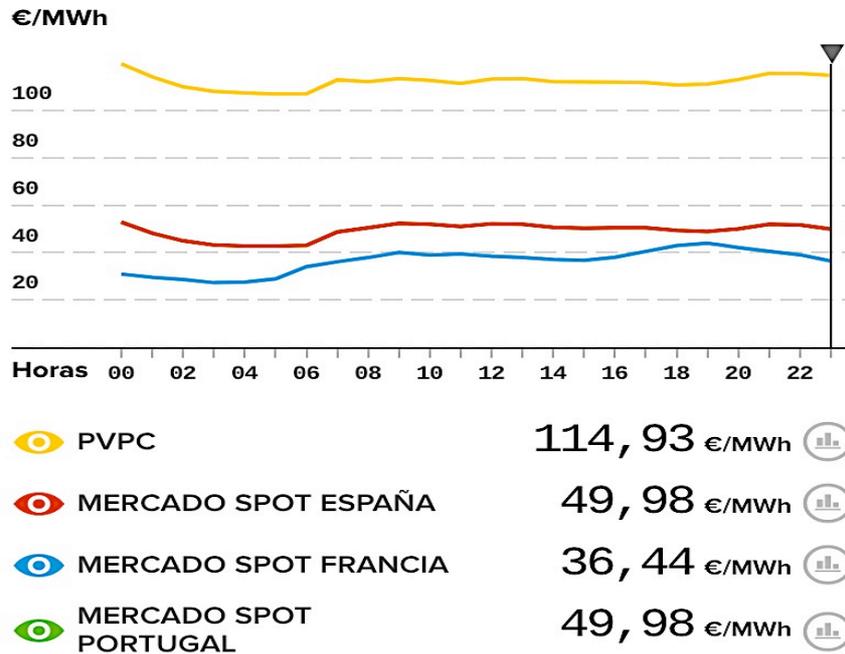


Imagen 49: Precios pool y pvpc (REE.2017)

11.2.2.1-MECANISMO DE SUBASTAS DEL MERCADO DIARIO

A continuación se pretende explicar de forma más detallada el mecanismo de subastas que determina el precio en el mercado diario.

La curva de la demanda empieza pujando por un valor de 180 €/MWh, que es el máximo fijado por ley. Lo que se busca con este precio es asegurar la adquisición, y en el caso de comercializadoras la adquisición para garantizar el suministro a los clientes, este precio va bajando progresivamente y va construyendo la curva de demanda. En la que los compradores potenciales ofertan el precio que están dispuestos a pagar.

Por otra parte empieza a construirse la curva de la oferta, en la que los generadores ofertan el MW a un precio concreto. Las primeras tecnologías que construyen la curva de la oferta son las que ofertan a precio más bajo debido al coste de oportunidad, estas son las tecnologías renovables, que ofertan siempre a precio 0 junto con la nuclear y la hidráulica fluyente, seguidamente entran los ciclos combinados competitivos y la hidráulica regulable que también puede entrar antes que los ciclos combinados pero suele tener un coste de oportunidad mayor, posteriormente, entrando en el hueco térmico, las centrales cuyo funcionamiento requiere de combustibles fósiles; gas, fuel, carbón y algunas centrales que por funcionamiento, obsolescencia u otros motivos, son menos competitivas.

A continuación se muestra la imagen que resumiría de forma aproximada la curva de oferta para una hora en concreto.

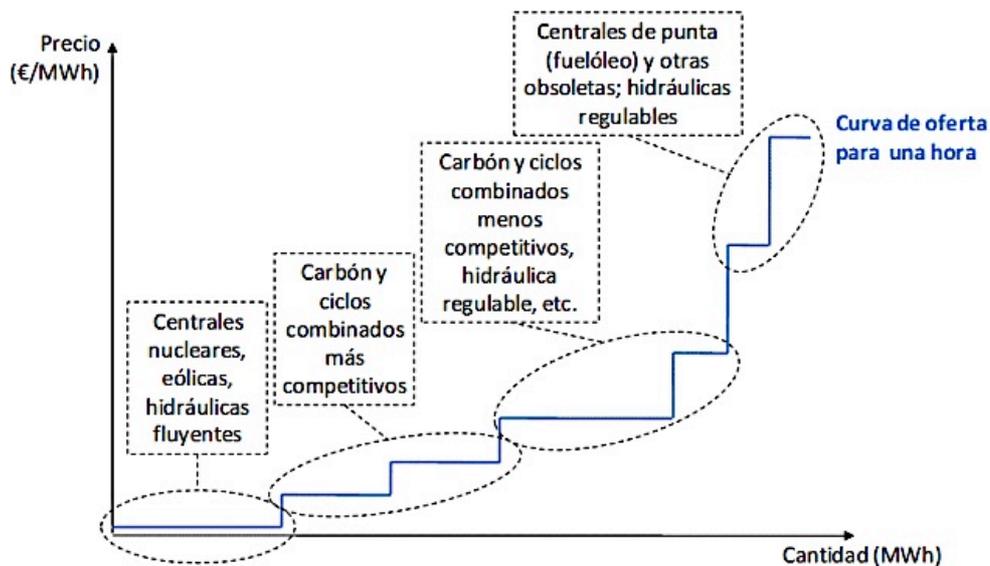


Imagen 50: Formación de la curva de oferta por tecnologías (Energía y sociedad.2017)

El precio al que ofertan como ya se ha comentado corresponde al coste de oportunidad, el cual refleja el coste que les supone a los productores destinar recursos a la producción y no a otro fin y por lo tanto producir energía en ese momento y no hacerlo en un período en el que la remuneración pueda ser mayor. De este modo es explicable entonces que las renovables oferten a cero porque no hay coste de oportunidad, lo habría en caso de almacenamiento de energía y es por esto por lo que el desarrollo de las baterías juega un papel crucial en el desarrollo renovable.

Las renovables tienen prioridad no solo por ofertar a 0, también porque las directrices europeas y los tratados sobre cambio climático como el acuerdo de París, pretenden reducir progresivamente las emisiones e imponer penalizaciones por emisiones de CO₂ y otros gases, de modo que el uso de las renovables permite en cierto modo evitar o como mínimo reducir de forma considerable estos vertidos.

El hecho de ofertar a 0 generalmente implica entrar en la subasta, en el caso de las nucleares la oferta también es a 0 y por lo tanto entran en la subasta a diferencia de por ejemplo las centrales de carbón, cuya entrada es algo más difícil debido a su coste de oportunidad.

A partir de las renovables, nucleares e hidráulicas fluyentes los precios pueden aumentar de forma considerable y sobre todo si países vecinos necesitan de la importación de energía.

Es necesario destacar el importante papel que tienen las centrales hidroeléctricas, las cuales pueden suponer una importante barrera para evitar el hueco térmico. Sin embargo hay que tener en cuenta el tipo de central hidroeléctrica y el coste de oportunidad que puedan tener, es decir, si los embalses están a una capacidad elevada y necesitan de forma obligada evacuar agua, su coste de oportunidad será 0 y ofertarán por lo tanto al mismo valor que el resto de renovables y la nuclear. Sin embargo, si el volumen del embalse es bajo o el embalse no necesita aliviar su volumen embalsado el coste de oportunidad es diferente de 0, y ese coste de oportunidad se estima por lo general elevado.

Se puede diferenciar entre diferentes tipos de hidroeléctricas, lo cual implica un diferente coste de oportunidad. Por una parte las centrales hidráulicas fluyentes, las cuales suelen construirse sobre los ríos y aprovechan el paso del agua para accionar las turbinas, lo que supondría ofertar a 0 en la subasta ya que si hay paso

de agua generan y si no hay paso de agua no generan. Por otra parte, las centrales hidráulicas de agua embalsada, que como se ha comentado pueden ofertar a 0 o no dependiendo del volumen embalsado. Por lo tanto, se puede concluir que las centrales hidráulicas fluyentes y de agua embalsada o regulables, suponen una barrera al incremento de precios que supondrá la entrada en subasta del hueco térmico, que tienen una rápida capacidad de generación y un mayor coste de generación y un mayor coste de oportunidad no solo por tratarse de energía gestionable la cual permitiría producir cuando mayor demanda y remuneración hubiese, sino porque el uso de los combustibles fósiles también supone una posibilidad de reventa o de destinación a otros fines que puedan reportar un beneficio a su propietario. Todas las centrales están obligadas a ofertar toda la capacidad de generación que tengan.

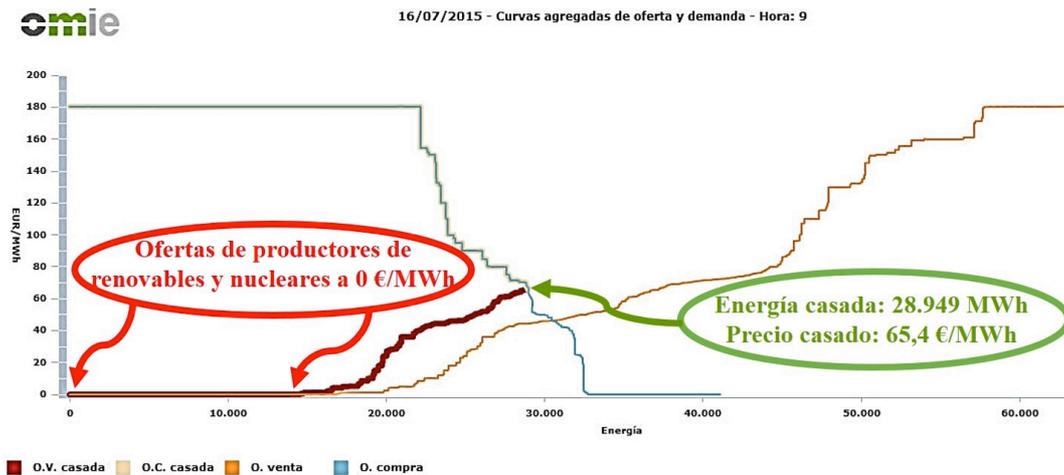


Imagen 51: Curvas oferta y demanda, casación (OMIE.2017)

Como se puede ver, la casación que se da en un primer momento es la que correspondería a la curva naranja (oferta de venta), sin embargo, es posible que a esta se le puede aplicar alguna corrección en caso de que alguno de los generadores alegue no cumplir los ingresos mínimos, en ese caso sus tramos de oferta se retiran y se obtiene la corrección del precio de casación y energía casada.

Este modelo marginalista en el que los productores son precio-aceptantes es frecuentemente criticado y lleva a reclamar por parte de ciertos sectores un cambio de modelo basado en el "pay as bid" en el que el productor recibiría exactamente el precio que ha ofertado.

Mientras, los defensores del modelo aseguran que el mercado marginalista, pretende proteger el mercado de supuestas ofertas de un generador dominante, que en caso de que se dieran ofertas libres podría ejercer poder de mercado como ocurre en países como Estados Unidos, Noruega o Inglaterra.

Lo cierto es, que a pesar de esto, y según la teoría económica, el resultado en cuanto a precios y cantidades sería el mismo de implementarse un sistema "pay as bid", que de mantener el sistema marginalista actual, ya que en el "pay as bid" también se ofertaría a coste de oportunidad pero este sería el máximo entre el precio esperado en el mercado eléctrico y el precio que se ofertaría en el mercado marginalista, por lo tanto se llegaría a la misma situación.

Por lo tanto, se puede concluir que las energías renovables suponen una importante rebaja de precios en el mercado y por lo tanto en el precio final de la factura ya que el uso de las renovables permite evitar la entrada dentro de la casación a centrales cuyo coste de oportunidad supone un aumento elevado del precio final de la electricidad debido a la configuración marginalista del mercado.

El principal problema de las renovables es que en su mayoría son energías no gestionables ya que no se puede controlar su combustible, y el almacenamiento del mismo por parte de baterías necesita todavía un mayor desarrollo, se podría considerar entonces, que las situaciones más desfavorables para el consumidor se darían en situaciones de días nublados con poco viento y con los volúmenes de embalse bajos o ríos secos y que no permitiesen accionar turbinas. En este caso, la principal barrera a la subida de precio la tendrían las nucleares cuyo coste de oportunidad es 0, sin embargo, ante esta situación la entrada de las centrales tradicionales de combustibles fósiles sería inevitable y si a este hecho se le añade la necesidad de los países vecinos de importar electricidad por un aumento de la demanda a la que no pueden hacer frente, el aumento en el precio de la electricidad estaría garantizado.

Las centrales tradicionales, las cuales en su gran mayoría son propiedad de las compañías eléctricas debido al coste que supone su construcción y desarrollo, a su vez son también comercializadoras, y en las subastas la entrada de estas centrales permite a las comercializadoras fijar un precio de oferta y también de demanda ya que al mismo tiempo producen y compran, lo que permitiría fijar en muchos casos un precio de casación a favor de sus intereses y dado el sistema marginalista este precio sería el que remuneraría también al resto de tecnologías que han entrado en la subasta inicialmente a un precio inferior al de casación. El pacto de precios está penalizado y es el CNMC el organismo encargado de evitar esos comportamientos, sin embargo es difícil demostrar que la fijación pactada de precios ha sido intencionada.

Las penalizaciones pueden llegar a los 1000 millones de euros.

Sabiendo que las centrales ofertan a coste de oportunidad es inevitable preguntarse como se recuperan entonces los costes fijos y porque se oferta a coste de oportunidad.

Ofertar a coste de oportunidad es necesario para mantener un mercado eficiente, ya que de ofertar a coste variable esa eficiencia se vería mermada.

En cuanto a la recuperación de los costes fijos hay que decir, que de recibir ingresos únicamente por ofertar a costes de oportunidad no se recuperaría la inversión y por lo tanto se generarían problemas como la falta de suministro y la no inversión en centrales por no recuperar la inversión, motivo que afectaría también a la estabilidad económica del país, no solo por tener un peso importante en el PIB y en todos los sectores, también por el aumento de la prima de riesgo que esto supondría.

De hecho, la inestabilidad del sector energético provocada por las políticas energéticas induce temor a los inversores y por lo tanto la prima de riesgo se suele ver incrementada.

Entonces, la recuperación de la inversión se da por varias vías. Por una parte debido al margen del mercado, y por otra parte debido a los pagos por capacidad.

El margen de mercado se establece como la diferencia entre el precio de mercado recibido y los costes variables de la central. Si se pretendiese recuperar toda la inversión por esta vía se daría un déficit de capacidad y la totalidad de los consumidores no podrían recibir suministro y el precio de mercado sería muy

superior ya que reflejaría la situación de disponibilidad de suministro y el valor real que tiene la misma para los consumidores, a esto se le llama comúnmente , mercado de solo energía, en el cual necesariamente se deberían dar situaciones en los que la demanda fuera superior a la oferta para poder recuperar los costes fijos. Para evitar caer frecuentemente en el mercado de solo energía surgen los pagos por capacidad.

Con los pagos por capacidad se reduce el tiempo de recuperación del coste fijo y por lo tanto se evita o como mínimo reduce la necesidad de déficit de horas para recuperar dicho coste.

Ahora bien, el pago por capacidad no debe permitir que las centrales recuperen su coste fijo únicamente por esta vía ya que ello supondría que no fuera necesaria ninguna hora de déficit de capacidad y que el precio de mercado lo fijara siempre el cruce entre oferta y demanda, garantizando la recuperación del coste fijo y motivando una inversión excesiva que a su vez provocaría un exceso de capacidad que debería ser sometida a algún tipo de restricción por parte del sistema eléctrico.

Por lo tanto, para la recuperación del coste fijo será necesario beneficiarse del margen de mercado y del pago por capacidad.

Una situación que se puede dar en el sistema de subastas es que todas las tecnologías que oferten a precio 0 cubran la demanda, y la casación se produzca a precio 0, esto no significa que no vayan a ser remuneradas, en casos como este se realizan algunos ajustes en la remuneración, actualmente hay unos topes que se explicarán con más de detalle en el apartado límites duros y blandos en el mercado.

En el caso de las renovables, las remuneraciones que se daban para ayudar en la recuperación de la inversión recibían el nombre de primas. Y por lo general, existe la tendencia de atribuir a estas el problema del déficit de tarifa y de los incrementos en la factura eléctrica. Algo que se desarrollará en los apartados déficit de tarifa e impacto en el déficit de tarifa.

11.3-MERCADO MINORISTA DE LA ELECTRICIDAD

El mercado minorista es el más recurrido, sobretodo por el sector doméstico.

En este mercado son las comercializadoras las que adquieren la electricidad en el mercado mayorista, ya sea a corto plazo, a largo plazo o mediante contratos bilaterales, y se encargan de estimar la demanda energética de los consumidores y garantizarles el suministro, evitando que sean estos los que tengan que comprar directamente en el mercado mayorista.

Se pueden distinguir principalmente dos tipos de clientes en el mercado minorista, por una parte los clientes que negocian libremente con la comercializadora precios y formas de pago, y por otra parte los clientes pequeños cuya potencia instalada es inferior a 10kW, en estos casos se aplican los precios horarios de la electricidad.

A estos consumidores les aparecerá reflejado en la factura el coste de la energía junto con los costes por pagos de capacidad, tarifas de accesos entre los que están los costes de transporte y distribución, incentivos a las renovables y los pagos por déficit de tarifa principalmente.

A continuación se ofrece un esquema del procedimiento:

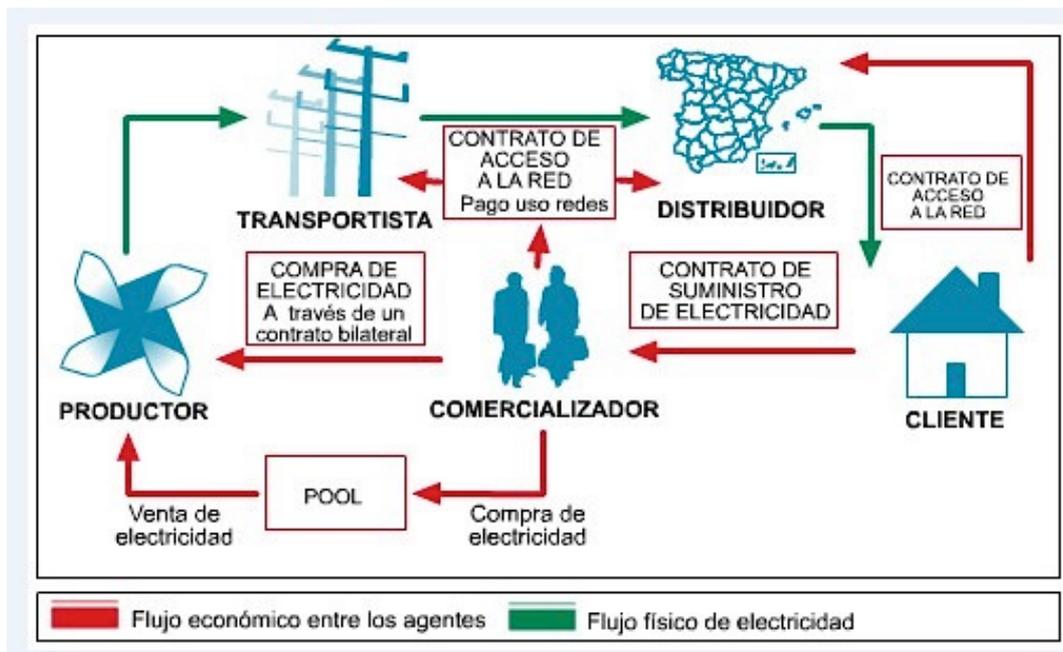


Imagen 52: Esquema de compra y venta de energía (i-ambiente.2017)

Es necesario comentar que los incentivos a las renovables suelen considerarse en la factura como un gasto más, sin embargo ese gasto permite ahorrar un coste importante a los consumidores y al estado como se ha comentado anteriormente.

El ahorro al estado no está basado únicamente en la utilización de combustible gratis, sino también en las penalizaciones que se imponen a las emisiones. Por lo tanto, cada W que se genera de renovable es un posible coste que se ahorra en combustible fósil, que además se quema. Es también un coste que se ahorra el estado y el sistema en general en penalizaciones por emisiones.

11.4-INTERCONEXIÓN

Por muchos expertos España es considerada como una isla energética debido a la escasez de recursos energéticos convencionales y a la baja interconexión que existe con el resto de países vecinos, también es cierto que la localización geográfica no es la más propicia, sin embargo la necesidad de mejorar la interconexión pasa a ser prácticamente una prioridad, básicamente por la necesidad de garantizar el suministro, para ello, en condiciones de baja interconexión, si las energías renovables no producen o no son suficientes para satisfacer la demanda se requiere por lo general de la actividad de las centrales tradicionales y el precio de la electricidad se encarece notablemente, además de incurrir en penalizaciones por emisiones.

Si la interconexión mejorara la garantía de suministro aumentaría y esto implicaría rebajar la utilización de las energías que tienen mayor impacto económico. El principal problema que presenta la interconexión es que en el caso de que algún país vecino interconectado tenga una demanda superior a la prevista y no pueda satisfacerla o directamente no pueda satisfacer la demanda por restricciones técnicas u otros, se debería exportar energía, lo que se traduce en una mayor demanda energética y por lo tanto en una subida de precios.

También existe el problema de que las centrales no puedan competir en las mismas condiciones debido a la diferente normativa entre países, por lo que se es importante homogeneizar las condiciones.

EXPORTACIONES E IMPORTACIONES POR INTERCONEXIÓN

[GWh]

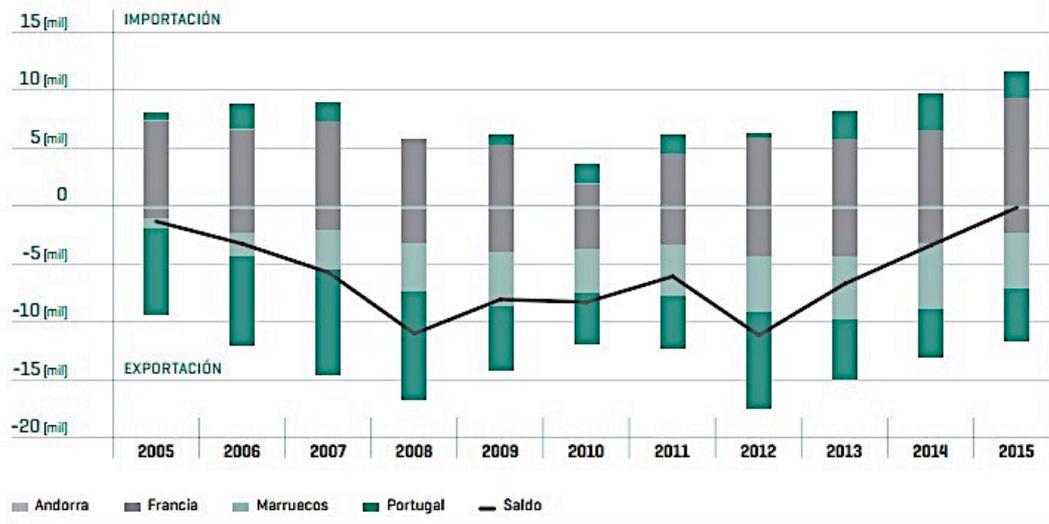


Imagen 53: Importaciones y exportaciones (REE.2017)

En 2020 se pretende que en Europa las interconexiones sean en cada país del 10% de la potencia de producción instalada, sin embargo según lo previsto, esta cifra no se alcanzará ni en Islandia ni España. A continuación se muestra el gráfico con la situación de interconexión prevista para 2020 según países.

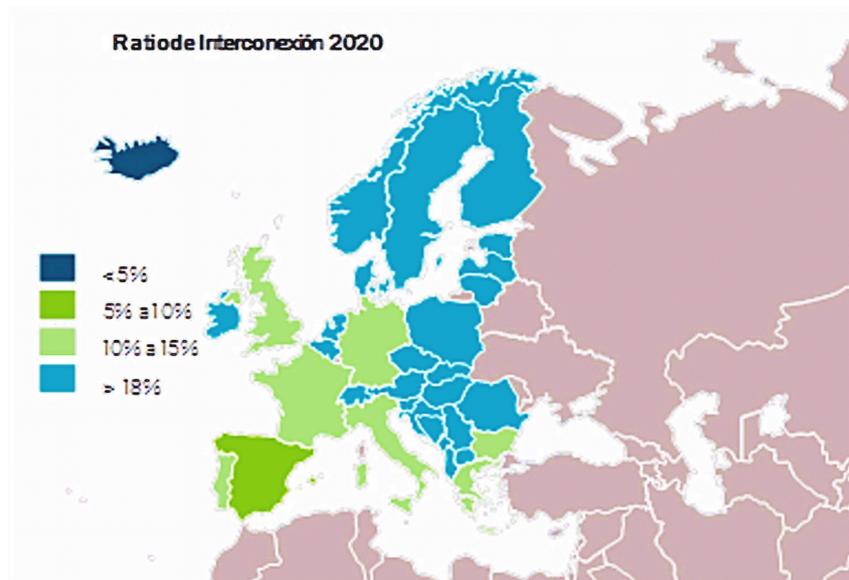


Imagen 54: Interconexión esperada en 2020 (Energía y sociedad.2017)

Las interconexiones han sido cuestionadas principalmente por parte de los afectados del impuesto al autoconsumo ya que la necesidad de interconexión está basada principalmente en la seguridad de suministro, la cual también podría verse aumentada si se fomentara el autoconsumo y se evitaran las leyes que lo penalizan.

11.5-DÉFICIT DE TARIFA

El déficit de tarifa se puede definir como la diferencia siempre negativa, entre ingresos por venta de electricidad y los costes por su suministro. Tiene su origen en 2002 debido a una sucesión de políticas energéticas nada acertadas y que de forma general han permitido a varios sectores atribuir el problema del déficit de tarifa en su totalidad a las energías renovables, pero la realidad permite culpar a la falta de previsión económica y social y a los intereses políticos.

El déficit de tarifa ha llegado a alcanzar los 40.000 millones de euros de deuda pública, el cual supone un incremento en el precio de la factura de la luz. Frecuentemente se critica el valor real de esa deuda ya que se la considera como una garantía para mantener o incrementar los beneficios de las compañías eléctricas, la mayoría de las cuales son a su vez comercializadoras y propietarias de gran cantidad de centrales de generación.

Las compañías eléctricas al igual que otras empresas no están obligadas a someterse a auditorías de costes de producción lo que genera opacidad y con ella las denuncias de un coste de producción a medida para no entrar en pérdidas y mantener o aumentar beneficios.

Como se ha comentado, el problema del déficit de tarifa se debe a las políticas energéticas, así pues, este déficit empieza a gestarse en el año 2002, cuando por intereses políticos se decide rebajar el precio de la factura y posponer un gasto a futuro, cuando en realidad la opción adecuada hubiera sido incrementar en ese momento el precio de la factura evitando por lo tanto parte de la cantidad total del déficit, además, aumentar la factura en la situación económica favorable que había en esos años hubiese permitido no solo reducir parte de ese déficit, sino también evitar subir el precio cuando la situación económica era desfavorable.

Lo que se decidió hacer ante el mayor coste de generación que de beneficios por ingresos fue posponer el pago a futuro, mientras, con la garantía del gobierno las eléctricas conseguirían esa diferencia por medio del adelanto que les otorgarían los bancos, en ese momento, como se ha dicho, la situación económica era favorable y el precio del barril de petróleo era relativamente barato, sin embargo el precio del barril aumentó de forma brusca, llegando en 2004 a 40 dólares y en 2008 a 140 de modo que el gasto a deber en un futuro se incrementó notablemente, por lo tanto la falta de previsión engordó el déficit, además, se produjeron varios hechos más que agravaron la situación, por una parte la compra de gas a Argelia a un precio desconocido y cuyo modelo de contrato era “take or pay”, es decir, independientemente de que se realizara o no el consumo se pagaría la cantidad establecida por contrato.

Esta compra se hizo en base a unas previsiones de consumo que no reflejaron la realidad, debido en parte a la crisis económica. La no previsión de la crisis o la previsión de la crisis y la no relación que se hizo con el consumo provocó que las previsiones energéticas fueran incorrectas.

Además, como consecuencia de la crisis los bancos que financiaban esta diferencia entre ingresos y costes de producción se arruinaron y dejaron de poder adelantar el dinero a las eléctricas por falta de liquidez, llegando en 2009 a convertir el déficit de tarifa en deuda pública.

A continuación se puede ver la evolución del precio en dólares del barril de petróleo:

EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL PETRÓLEO

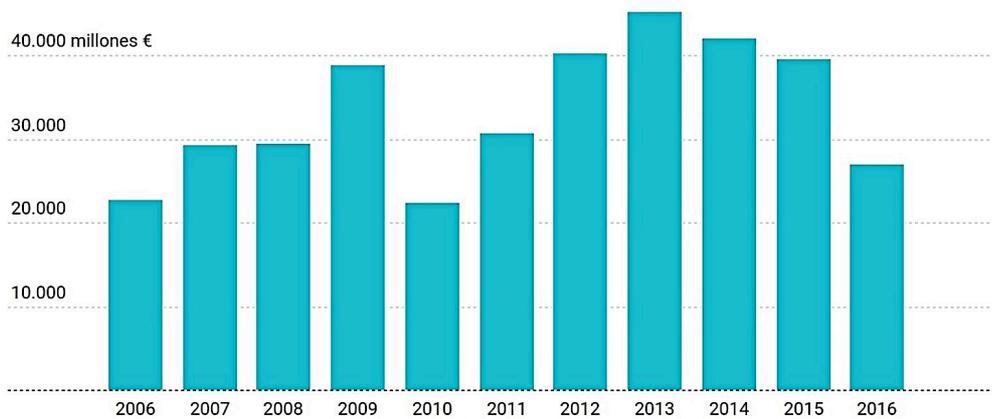
Precio del barril de Brent en \$. Dato del día 1 de cada mes.



FUENTE: Bloomberg Index.

Imagen 55: Evolución precio petróleo (20minutos.2017)

En la siguiente imagen se puede ver el gasto anual en importaciones de petróleo, es de interés comparar con las gráficas que aparecen en el apartado situación actual y balance energético y que muestran el impacto de las primas y la evolución del déficit.



– Gasto en importaciones de petróleo entre enero y noviembre

Imagen 56: Gasto en importaciones de petróleo cada año (s6-eestatic.2017)

Además, para cumplir con las directrices europeas de lucha contra el cambio climático, se estableció el Real Decreto 436/2004 en el que se fomentaban las instalaciones fotovoltaicas, las cuales serían retribuidas según una tarifa regulada convirtiendo a los propietarios en productores. Esto tuvo varios efectos, por una parte se atrajo a una cantidad excesiva de inversores que decidieron instalar tecnología fotovoltaica con la intención de obtener beneficios, con esto, en 2008 se produjo un aumento excesivo de la potencia instalada en fotovoltaica y la deuda con los productores de energía solar se incrementó.



Imagen 57: Evolución potencia instalada (Unef.2017)

Debido a la situación, en 2010 se implantó el Real Decreto 1565/2010 del 19 de Noviembre que limitaba las horas de producción y el tiempo a recibir remuneración, lo que provocó que muchos de los inversores vieran como algunas de las instalaciones podrían no reportar los beneficios esperados y por lo tanto, tampoco recuperaran la inversión en el plazo previsto.

Ante este cambio de normativa, unas 50.000 familias se vieron afectadas tras buscar financiación para invertir en fotovoltaica y luego no poder devolver la cuantía correspondiente, también hubo muchos inversores extranjeros que denunciaron la situación, de hecho España es uno de los países con más demandas ante el CIADI. Muchas de estas demandas previamente se llevaron a tribunales españoles donde las sentencias fallaron en contra de los inversores, y cuyo procedimiento de resolución ante la gran cantidad de demandas interpuestas supuso únicamente estudiar algunos casos y aplicar la misma resolución a todas las demandas que trataban el mismo problema, ante esta situación, las demandas se llevaron a tribunales internacionales. La lentitud del proceso todavía supone un problema ya que provocará el embargo de bienes a inversores aunque posteriormente la resolución les sea favorable.

Como consecuencia, habrá un coste adicional en concepto de indemnizaciones y pagos atrasados que se traducirán en más deuda pública.

Toda esta situación de inestabilidad política y jurídica que se dio en plena crisis económica dio de España la imagen de un país inseguro para invertir, motivo que afectó negativamente a la prima de riesgo.

A continuación se puede ver la cantidad de demandas internacionales impuestas a España ante el CIADI:

Demandas contra España

Banderas

11 ALEMANIA (Ubicación de las empresas que han demandado)

Caso	Tribunal que juzga			Bufete
	Pres.	Propuesta demandante	Propuesta demandado	
RWE				Allen & Overy
AS3				Allen & Overy
STEAG GmbH				Clifford Chance S.L
BayWa				Cuatrecasas
Frank Schumm				King & Spalding / Gómez-Acebo&Pombo
KS Invest				King & Spalding / Gómez-Acebo&Pombo
E.ON				Luther Rechtsanwaltsgesellschaft
SolEs Badajoz				Orrick Herrington & Sutcliffe / Pérez-Llorca
HSN Nordbank AG				McDermott Will & Emery Rechtsanwälte...
Portigon AG				Freshfields Bruckhaus Deringer
Gilatz Spain SL(1)				Freshfields Bruckhaus Deringer

(1): Conjunta con Reino Unido.

6 PAÍSES BAJOS

Caso	Tribunal que juzga			Bufete
Antin				Allen & Overy
Nextera				Skadden / Cuatrecasas
Cordoba Beheer B.V.				Allen & Overy
Northsea Spain (1)				Allen & Overy
Eurus Energy (2)				Freshfields Bruckhaus Deringer
Europe B.V.				Allen & Overy
Masdar Solar				

(1): Conjunta con Luxemburgo (2): Conjunta con Japón

5 LUXEMBURGO

Caso	Tribunal que juzga			Bufete
Renergy				Cuatrecasas
9REN				King & Spalding / Gómez-Acebo&Pombo
Cube Energy				King & Spalding / Gómez-Acebo&Pombo
Hydro Energy (1)				Three Crowns - Cuatrecasas
Infracapital (2)				Allen & Overy

(1): Conjunta con Suecia. (2): Conjunta con Países Bajos.

3 REINO UNIDO

Caso	Tribunal que juzga			Bufete
Eiser				Allen & Overy
RREEF				Allen & Overy
Infrared				Cuatrecasas

1 JAPÓN, MALTA/SUIZA Y PORTUGAL

Caso	Tribunal que juzga			Bufete
JGC Corp. (JPN)				Cuatrecasas / Nagashima Ohno & Tsunem.
OperaFund (SUI)				Cuatrecasas
Cavalum (POR)				King & Spalding

Durante aproximadamente la primera década del 2000 se invirtió en tecnología renovable de forma masiva, siendo el coste de estas inversiones muy alto.

En los años en los que se invirtió, el coste de instalación era unas siete veces mayor que en la actualidad. Sin embargo la inversión en renovables también tuvo ventajas, como la reducción del precio en el mercado de subastas, la rebaja de emisiones, la creación de empleo y el desarrollo de una tecnología que puso a España como líder en el sector. El principal problema para engordar el déficit en el caso de las renovables fueron unas primas desproporcionadas a mucha más potencia instalada de la que se preveía.

Actualmente la tecnología fotovoltaica al margen de las normativas es totalmente rentable sin primas, de hecho, antes de 2014 se alcanzó la paridad de red, en parte por la inversión que previamente se hizo.

Además, se han realizado estudios que reconocen que la entrada de las renovables en el mercado permitían ahorrar mínimo lo que costaban estas primas, por lo tanto, es erróneo atribuir la responsabilidad del déficit de tarifa únicamente a ellas.

11.6-REAL DECRETO 900/2015 DEL 9 DE OCTUBRE:

11.6.1-IMPUESTO AL AUTOCONSUMO:

A continuación se pretenden explicar algunos de los conceptos más relevantes del vigente impuesto al autoconsumo, el cual no será de aplicación para este proyecto al tratarse de una instalación de inyección a red y solo vertido. Para más información se puede consultar el Real Decreto 900/2015 del 9 de octubre en el BOE.

El impuesto al autoconsumo afecta a cualquier tipo de autoconsumo eléctrico que esté respaldado por la red eléctrica, es decir, una instalación aislada de la red en la que únicamente se puede recibir energía por parte de la instalación no estaría sometida al impuesto.

Tampoco estarían sometidos a este impuesto los paneles solares térmicos dedicados por lo general a calefacción, ya que no son instalaciones de generación eléctrica y por lo tanto no hay autoconsumo eléctrico.

Entre las instalaciones más afectadas se encuentra la fotovoltaica, precisamente por ser la tecnología más accesible y más socializada, motivo por el cual ha hecho que el impuesto adquiera de forma popular el nombre de impuesto al Sol.

A pesar del impuesto, las instalaciones siguen siendo rentables, la principal diferencia es el tiempo de recuperación de la inversión, la cual ha variado notablemente

El impuesto al autoconsumo recibe oficialmente el nombre de peaje de respaldo, el cual justifica su implantación con la necesidad de que todos los usuarios de la red deban pagar por hacer uso de ella pero independientemente de las veces que se recurra a su utilización, por lo tanto este impuesto permite recaudar de los autoconsumidores conectados a red tanto si se hace uso de la red como si no.

Además, los usuarios no podrán tener instalada una potencia de autoconsumo superior a la potencia contratada con la compañía eléctrica, fijando un máximo de 100kW de instalación para el caso de una instalación no dada de alta el RAIPRE y sin límite para las instalaciones dadas de alta el registro.

Por lo tanto, se aplicarán cargos por la potencia contratada y consumida de la red pero además se aplicarán cargos por el consumo de energía generada con la propia instalación en caso de que la potencia contratada sea superior a 10kW.

Los autoconsumidores dados de alta en el registro de productores y que viertan a la red, podrán ser remunerados, mientras que los no registrados podrán verter pero no recibirán remuneración por la energía inyectada, dando lugar a la inyección 0 de muchos usuarios.

Se pretende por lo tanto justificar con este impuesto, la necesidad de mantener la red entre todos independientemente de cuanto se use solo por el hecho de disponer de ella, alegando que si este impuesto no se diera habría usuarios que deberían pagar más en su factura por estar permanentemente conectados, de modo que si se incrementan los autoconsumidores y no se paga el peaje de respaldo cada vez habría menos usuarios que pagarían el coste de la red y verían incrementados los precios, llegando por lo tanto a ser esto un bucle que más comúnmente se llama espiral de la muerte.

España es actualmente el único país que obliga a pagar un impuesto de este tipo.

Frecuentemente se suele relacionar este impuesto a la necesidad de recuperar la inversión que en su día hicieron compañías eléctricas y grupos de inversión en algunas centrales tradicionales, sobretodo ciclo combinado debido a unas previsiones de consumo que no reflejaron la realidad.

La accesibilidad de la fotovoltaica y minieólica puede suponer una amenaza a esas inversiones.

11.6.2-CONCEPTO DE INYECCIÓN CERO Y BALANCE NETO

Actualmente con el Real Decreto de 2015 expuesto anteriormente se permite inyectar y recibir remuneración si se cumple el requisito de formar parte del registro como productor, en el caso de no estar registrado se puede inyectar energía a la red pero sin derecho a remuneración por esa cantidad de energía vertida. Esto plantea que muchos productores opten por la inyección 0, es decir, que la energía excedente prefiera no inyectarse si no va a ser remunerada, lo que en realidad supone un desperdicio de energía y un coste de oportunidad para rebajar el precio en el sistema eléctrico.

Una opción de remuneración del excedente de autoconsumo que se planteaba para el vertido de energía a la red era el balance neto, el cual planteaba no un pago directo, sino una rebaja en la factura de la luz basada en la diferencia entre el consumo y la producción de energía inyectada.

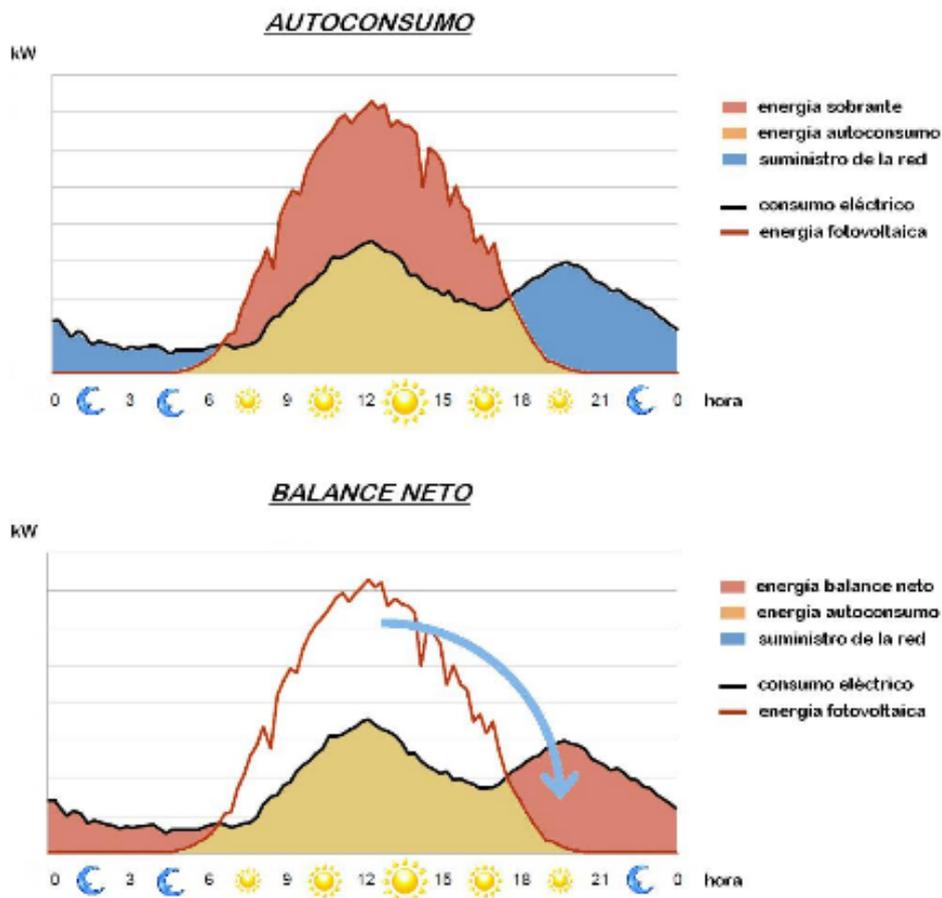


Imagen 58: Balance neto (Wikipedia.2017)

Desde ese punto de vista, la opción del balance neto presentaría tres problemas fundamentales y que ya se han dado en Estados Unidos.

Por una parte el productor-consumidor vería descontada una cantidad en la factura que podría no corresponderse a la realidad debido a la variación de precios en el mercado para cada hora del día, por lo tanto no se debería valorar la inyección simplemente como una cantidad sino como una cantidad concreta para cada hora en concreto, de este modo se evita otro problema, que sería fomentar el consumo a cualquier hora del día ya que de no tener en cuenta el precio para cada hora, el consumidor-productor sería ajeno al coste que se aplicaría al resto de usuarios de la red, lo que podría implicar un mayor consumo en horas en las que las renovables no producen y por lo tanto esto supondría una demanda a cubrir por otras centrales, entre ellas las tradicionales, las cuales suponen un mayor coste.

Por último, otro problema que se daría si se aplicara el balance neto como tal, sería el posible "coste 0" en caso de inyectar a la red la misma cantidad de energía que se produce, lo que supondría que no se hiciera ningún pago por el uso de la red eléctrica.

Por lo tanto, si en el balance neto se tiene en cuenta el valor de mercado para cada hora en su aplicación, se solucionarían dos problemas, y si además se descontara el precio a pagar por el uso de la red en las dos direcciones, los principales problemas que da el balance neto desaparecerían con todos los beneficios que esto supondría para el sistema eléctrico.

11.7-SITUACIÓN ACTUAL Y BALANCE ENERGÉTICO 2016

11.7.1-NORMATIVA FOTOVOLTAICA:

RD 900/2015
RD 738/2015
Circular 3/2014
RD 1699/2011
RD 1110/2007
RD 1955/2000
Ley 15/2012
RD 413/2014
RDL 9/2013
Orden IET/1168/2014

No existe regulación autonómica en la Comunidad Valenciana.

11.7.2-SUCESIÓN DE LAS PRINCIPALES NORMATIVAS NO TÉCNICAS

La situación del sistema eléctrico actual ha sido marcada principalmente por la siguiente sucesión de normativas:

Real Decreto-ley 1/2012 del 27 de enero, en el que se explica que las instalaciones que se realicen posteriores a la aplicación del decreto ya no tendrán derecho a recibir las primas.

Después se establece la Ley 15/2012 del 27 de diciembre en la que se crea un impuesto del 7% a la producción con la justificación de alcanzar un equilibrio en el sistema eléctrico.

Posteriormente se aplica el Real Decreto-ley 2/2013, el cual se rebajaba la actualización de las primas de las renovables inscritas antes del 27 de enero de 2012.

Real Decreto-Ley 9/2013 del 12 de Julio en el cual todas las primas a las renovables quedan eliminadas y se sustituyen por la rentabilidad razonable, la cual se explicará a continuación, con lo que las inversiones realizadas independientemente de la fecha de su puesta en marcha se verían afectadas.

11.7.3-RENTABILIDAD RAZONABLE

Con el nuevo decreto se pretende remunerar de varias formas a las instalaciones. Por una parte está la retribución específica, la cual engloba una retribución por inversión y una retribución a la operación, por otra parte está la retribución de mercado la cual variará debido a la aplicación de unos límites duros y blandos que posteriormente se comentarán.

La retribución a la inversión está basada en un modelo tipo de instalación, el cual será un modelo de instalación ficticio creado a medida por el gobierno y que

servirá para retribuir a todas las instalaciones que el gobierno considere del mismo tipo. Este tipo de instalación dependerá de muchos factores, entre ellos el valor de la inversión inicial, años desde la puesta en marcha hasta el inicio del período regulatorio, ingreso total por unidad de potencia de la instalación tipo, coste de explotación por unidad de potencia de la instalación tipo, tasa de retribución revisable, vida residual de la instalación y un coeficiente de ajuste basado a su vez en una estimación del ingreso y coste a futuro y cuyo valor se encuentra entre 0 y 1.

Esta retribución se dará solo si se supera un número concreto de horas de funcionamiento.

Y por otra parte la retribución a la operación, la cual pretende retribuir si los costes estimados de explotación son superiores a los precios estimados de mercado.

Además en el caso del sistema extra peninsular se retribuirá un plus por desplazamiento de otras energías.

A todo esto habrá que añadir un impuesto de producción del 7% según la Ley 15/2012 del 27 de diciembre, que hace patente una diferencia regulatoria con el resto de Europa, mermando la competitividad y generando una clara desventaja frente al resto de compañías europeas exentas de este pago y que podrían operar con ventaja en caso de interconexión.

11.7.4-LÍMITES DUROS Y BLANDOS EN EL MERCADO

Como se ha dicho se deberá tener en cuenta la imposición de un ajuste de ingresos en el mercado, el cual consiste en la fijación de unos topes y no está basado en un proyecto tipo, por lo tanto estos topes son aplicados a la instalación real.

Se fijan entonces los topes blandos superiores e inferiores y los topes duros superiores e inferiores, de modo que si se realiza el cálculo del precio medio anual de mercado y resulta que este pasa unos topes blandos superiores, la central deberá devolver el 50% de este exceso al mercado, y en caso de pasar el duro se devolvería el 100% del exceso sobre el duro y el 50% del exceso sobre el blando.

El procedimiento es el inverso en los topes inferiores, es decir, si no se llega al tope blando inferior, se abona a la central por parte del sistema un 50% de ese déficit, y en caso de no llegar al tope duro se abona el 100% del déficit hasta llegar al tope duro más el 50% del déficit de tope blando inferior.

AJUSTE DE INGRESOS EN EL MERCADO

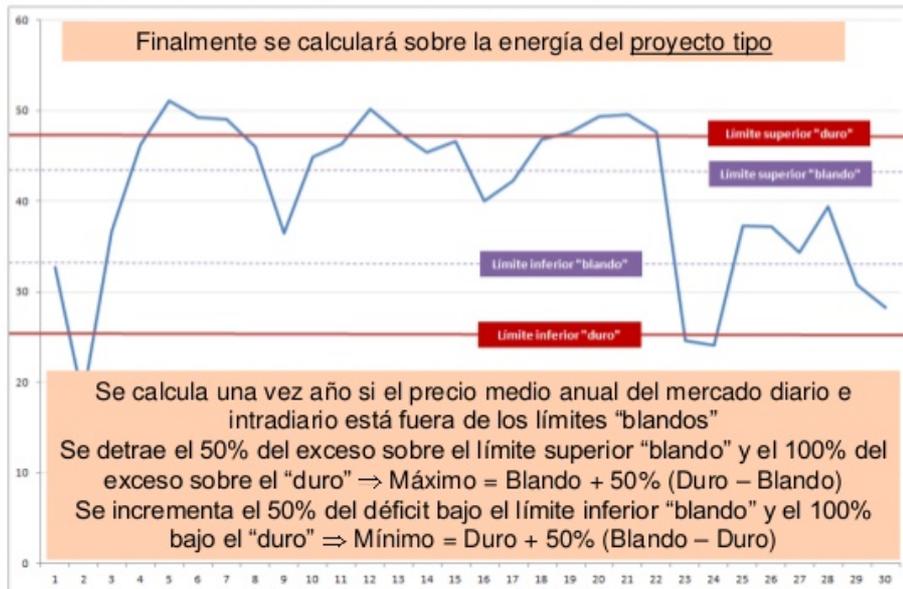


Imagen 59: Límites duros y blandos (Morales de Labra.2017)

Por lo tanto, con este nuevo sistema las perjudicadas son las centrales con coste de oportunidad 0, entre las que se incluyen las renovables, las cuales rebajan el precio medio anual de mercado sobre el que se fijan los límites, por lo tanto, se está reduciendo parte del déficit de tarifa a costa de las centrales con coste de oportunidad 0.

De momento con estas medidas las renovables han dejado de ingresar en el primer semiperiodo regulatorio unos 600 millones de euros.

11.7.4.1-REVISIÓN POR PERÍODOS REGULATORIOS

El tema de la rentabilidad razonable se estudia cada 6 años, con dos subperíodos de 3 años en los cuales la rentabilidad se puede reajustar. En principio la rentabilidad razonable se estima antes de impuestos como la deuda pública a 10 años más un diferencial del 3%.

11.7.5-ACTUALIDAD Y DÉFICIT DE TARIFA

Actualmente, el déficit de tarifa del que se ha hablado anteriormente ha parado de incrementarse, el cual llegó aproximadamente a acumular la cifra de 40.000 millones de euros en el 2013, actualmente esta situación se está empezando a corregir, pero perjudicando en cierta forma a las renovables, las cuales a pesar de los beneficios que induce ven perjudicados sus intereses en comparación con otras tecnologías, principalmente por lo que supone la rentabilidad razonable y su aplicación real ya que además, como se ha comentado cada ciertos períodos pueden haber ajustes, los cuales crean incertidumbre y permiten a costa de las centrales eléctricas fijar valores para que el balance de situación sea positivo independientemente del perjuicio que puedan generar a los inversores. Por lo tanto, se crean dos principales problemas, la incertidumbre por esos ajustes y la creación ficticia y a medida de una instalación tipo por parte del gobierno que clasificará la central real y que puede no reflejar la situación real.

Con el nuevo decreto de 2013, se han llegado a recortar 910 millones del déficit, resultado del superávit de tarifa anual de 550 millones en 2014, de 250 millones en 2015 y de los aproximadamente 110 millones de 2016, Los recortes a la retribución de las renovables podrían ser menos agresivos si se rebajaran los pagos por capacidad, los cuales provocan que los consumidores paguen 725 millones por los 390 millones que cuesta, con este pago de más por capacidad se reduce el déficit y se dan resultados de superávits anuales y que están pagando los consumidores y las renovables. A continuación se puede ver la evolución del déficit en la primera imagen y la evolución de las primas en la segunda:

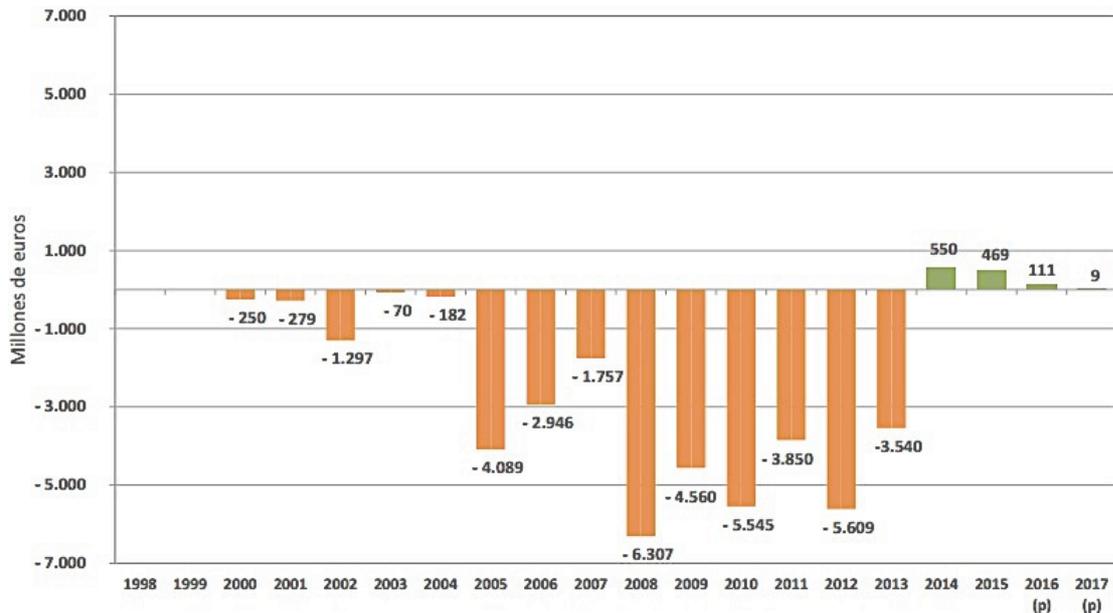


Imagen 60: Evolución déficit de tarifa (Magnuscmd.2017)

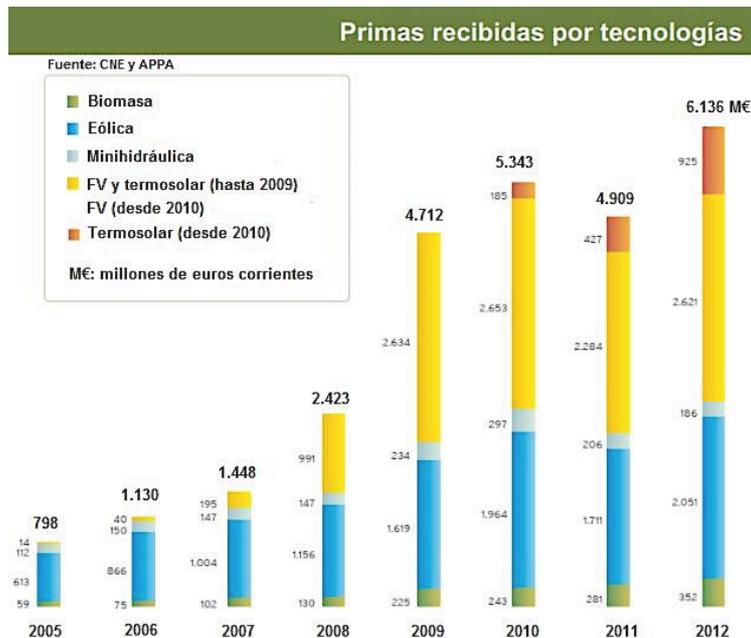
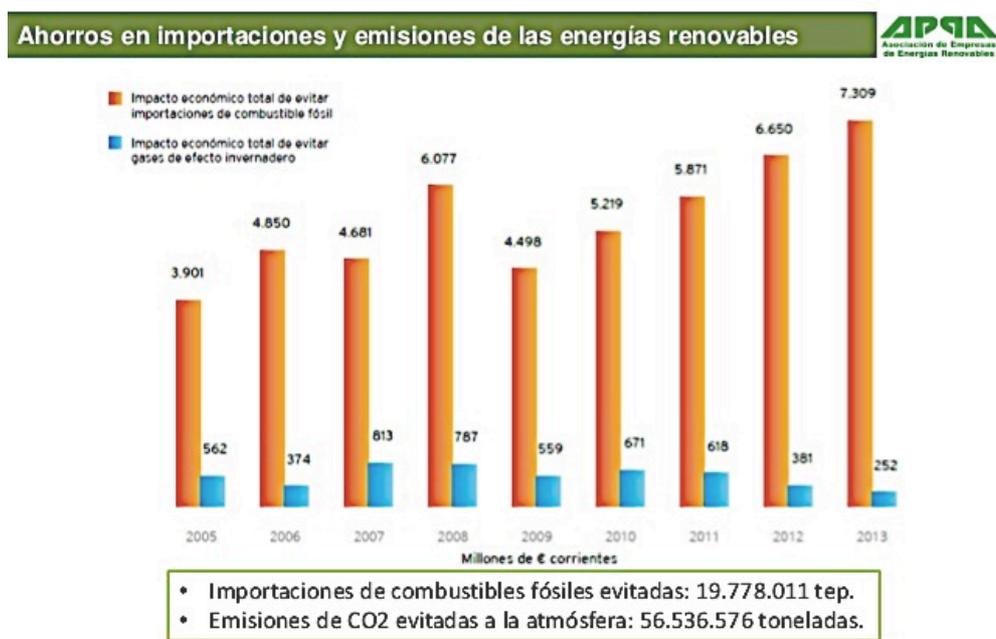


Imagen 61: Primas por tecnologías (energías-renovables.2017)

Si se comparan se ve que la evolución de las primas a las renovables hasta el año 2012, tiene una tendencia positiva prácticamente en forma de rampa, sin embargo, el déficit de tarifa presenta variaciones irregulares, lo que induce como mínimo a pensar que la relación entre el déficit de tarifa y primas a las renovables no es tan estrecha, más bien parece adaptarse al comportamiento que muestra la imagen que recoge la evolución del precio del barril del petróleo y que se ha mostrado en el apartado correspondiente al déficit de tarifa.

Estas imágenes se pueden comparar a su vez con la imagen que se muestra a continuación, en la que se puede comprobar el ahorro que han supuesto las renovables, el cual ha sido mayor que el coste que han supuesto las primas.



Fuente: APPA

Las energías renovables eléctricas y térmicas ahorraron 7.309 millones de euros en importaciones de combustible fósil y 252 millones en emisiones de CO₂. 26

Imagen 62: Ahorro de las renovables hasta el 2013 (Slideshare.2017)

11.7.6-BALANCE

Si se hace un balance general del año 2016, se puede ver como España ha pasado de tener un saldo neto exportador a un saldo neto importador, lo cierto es que en 2015 las exportaciones se veían reducidas frente a otros años y siguiendo esta tendencia, definitivamente ha sido en 2016 cuando las importaciones se han visto superadas por las exportaciones, todo esto después de 13 años. El saldo de las importaciones fue de 7667 GWh.

	2015	2016	% Variación (2016/2015)
PRODUCCIÓN NETA	267.936	262.105	-2,2
Consumo en bombeo	4.520	4.819	6,6
Saldo internacional	-133	7.667	-
ENERGÍA DISPONIBLE MERCADO	263.283	264.953	0,6
Pérdidas red	26.730	26.900	0,6
CONSUMO FINAL	236.553	238.053	0,6

Imagen 63: Balance (Club Español de la Energía.2017)

El hecho de que en 2016 se de esta situación tras 13 años de exportaciones, marca un punto de inflexión al igual que en 2003, año en el que las tecnologías renovables tras cierto desarrollo empiezan a incrementar la potencia instalada, haciendo de España un país energéticamente menos dependiente. Con el impulso de las renovables debido a las condiciones climatológicas totalmente favorables la dependencia externa se vio disminuida y aunque a pesar de poder considerar a España como una isla energética por las bajas interconexiones y siendo un país cuyos recursos energéticos tradicionales como los combustibles fósiles y uranio dependen de las importaciones, la seguridad de suministro se garantizó llegando durante 13 años consecutivos a exportar. El hecho de que ahora se haya dado un saldo importador vuelve a centrar el foco en haber frenado el desarrollo renovable y penalizar el autoconsumo.

La dependencia energética del exterior se sitúa alrededor del 70%, lo que supone un 20% más que el resto de Europa.

En 2016 se ha dado un ligero incremento en el consumo de la electricidad, devolviendo valores de demanda a los niveles de 2004, este incremento ya se da en 2015 y se espera que se siga la tendencia.

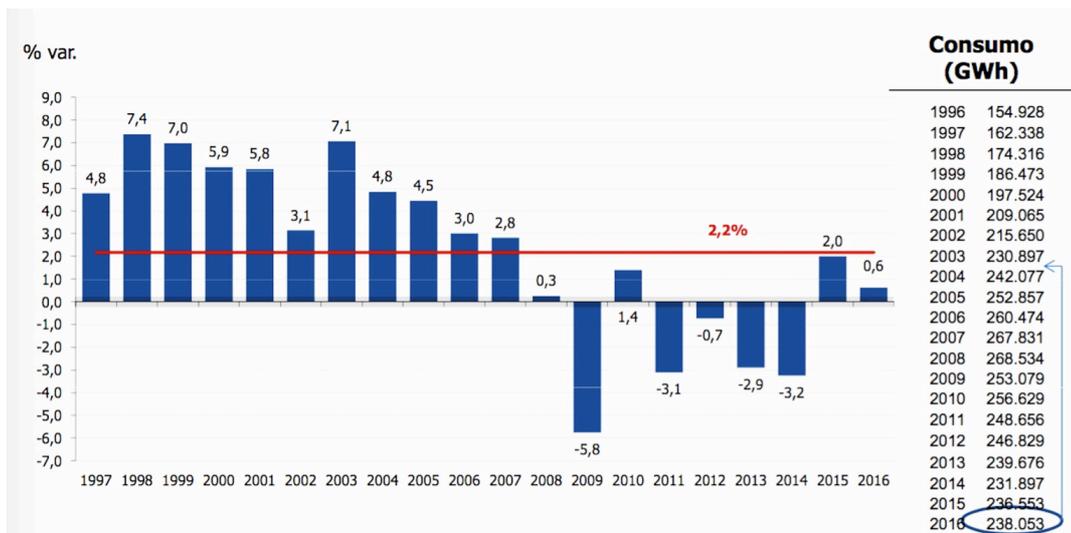


Imagen 64: Evolución del consumo. ((CNMC, REE, UNESA). Club Español de la energía.2017)

La producción con energías renovables ha supuesto el 39% del total, llegando a una producción libre de CO₂ que alcanza el 60% del total de producción, esto se da gracias a las centrales renovables y a la nuclear, la cual ha abarcado el 21,4% del total.

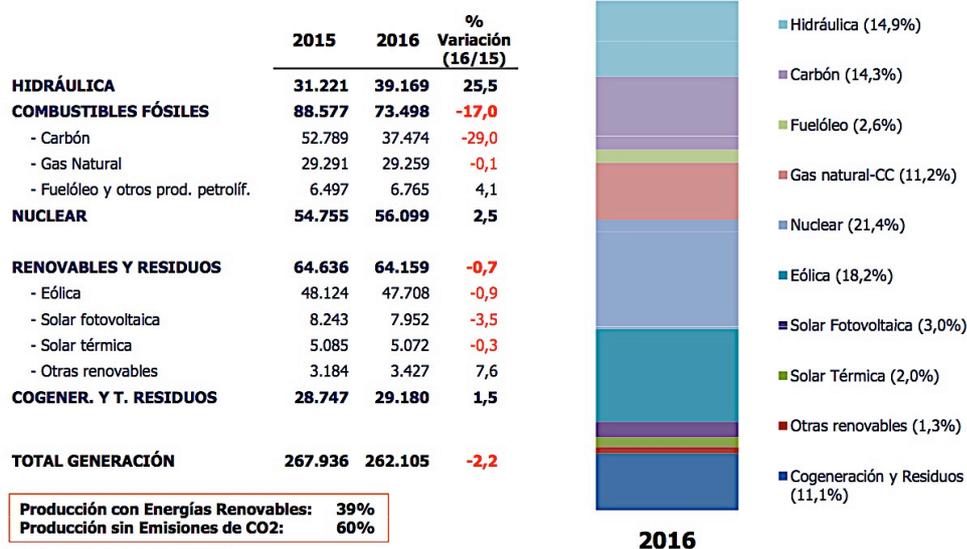


Imagen 65: Producción (Club español de la energía.2017)

Como dato relevante hay que comentar la menor utilización de combustibles fósiles. En concreto esta ha disminuido en un 17% respecto al 2015, debido en parte a la variación negativa de la producción con carbón cuya utilización ha disminuido un 29% en 2016 respecto al año anterior.

Hay que añadir además que se ha dado la finalización de la vida útil de algunas centrales de carbón que suponían una potencia total de 932MW los cuales por lo tanto ya están fuera de uso.

Con esto, la potencia total instalada por tecnología y las horas de funcionamiento de cada una queda de la siguiente forma:

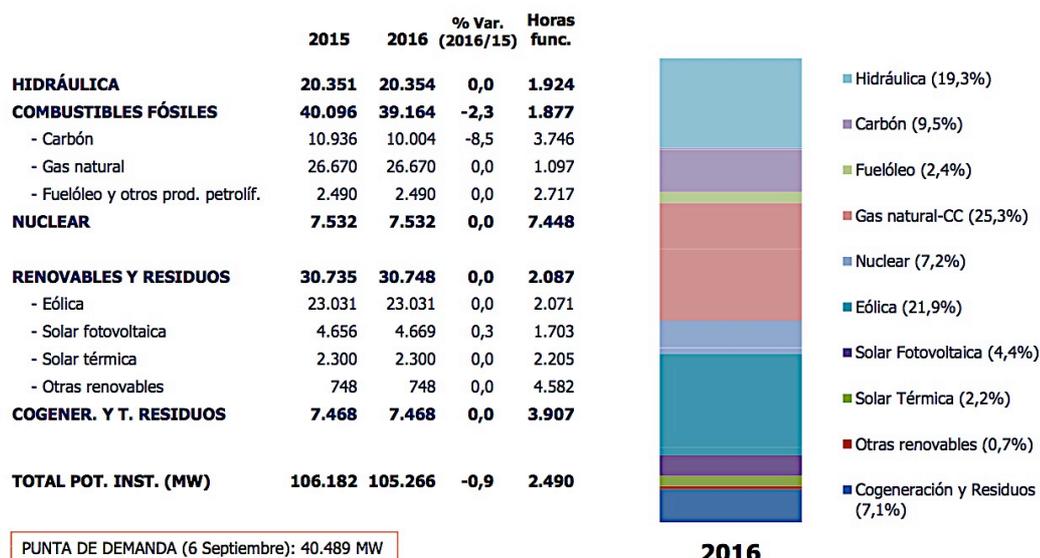


Imagen 66: Horas de funcionamiento por tecnologías (Club español de la energía.2017)

En cuanto a la variación de renovables y residuos también se ha dado una variación negativa situándose en un 0,7% menos respecto al año anterior. Al final, el total de producción neta ha supuesto una variación negativa del 2,2% respecto al 2015, este hecho junto con la mayor demanda experimentada, cuya variación ha sido de un 0,6% positiva respecto a 2015 ha supuesto la importación energética después de 13 años con saldo exportador como se ha comentado. En cuanto al precio de la electricidad para uso doméstico e industrial respectivamente, Eurostat aporta para el primer semestre los siguientes datos:

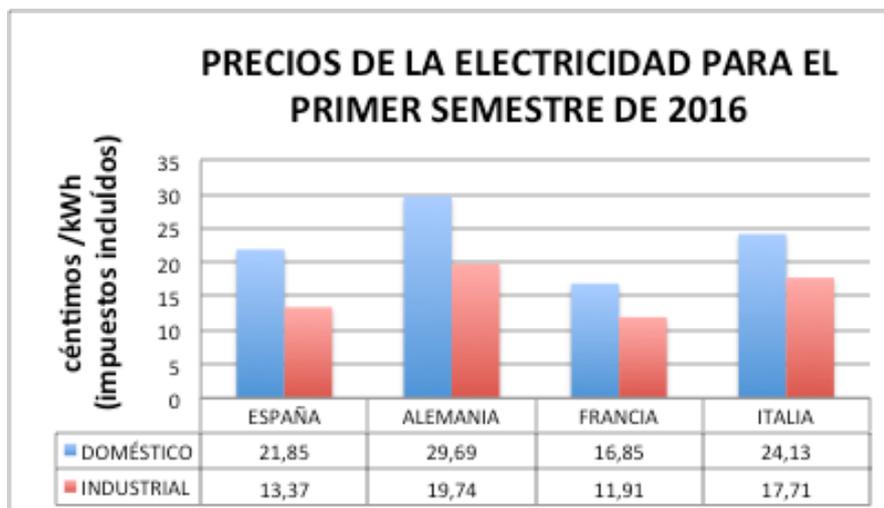


Imagen 67: Precio por países (Elaboración propia.: Fuente: Club de la Energía.2017)

Siendo para el sector doméstico un consumo anual entre 2500 y 5000 kWh y para el sector industrial entre 500 y 2000 MWh.

Los precios durante el primer semestre de 2016 han experimentado una ligera variación respecto a los del primer semestre de 2015.

En 2015 en España el precio para uso doméstico se situaba en 22,53 céntimos el kWh y el precio para uso industrial en 15,07 céntimos el kWh, siendo la media en Europa 20,47 céntimos el kWh y 15,27 céntimos el kWh respectivamente.

En la siguiente gráfica se puede ver la tecnología mas utilizada para generación en algunos países, lo que permitirá extraer conclusiones sobre la relación entre tecnología utilizada y precio:

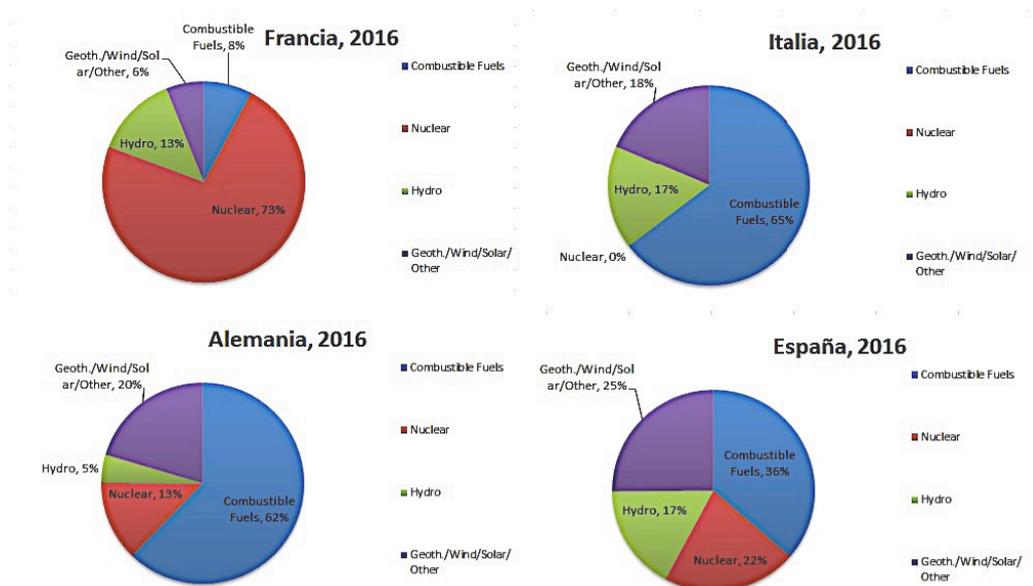


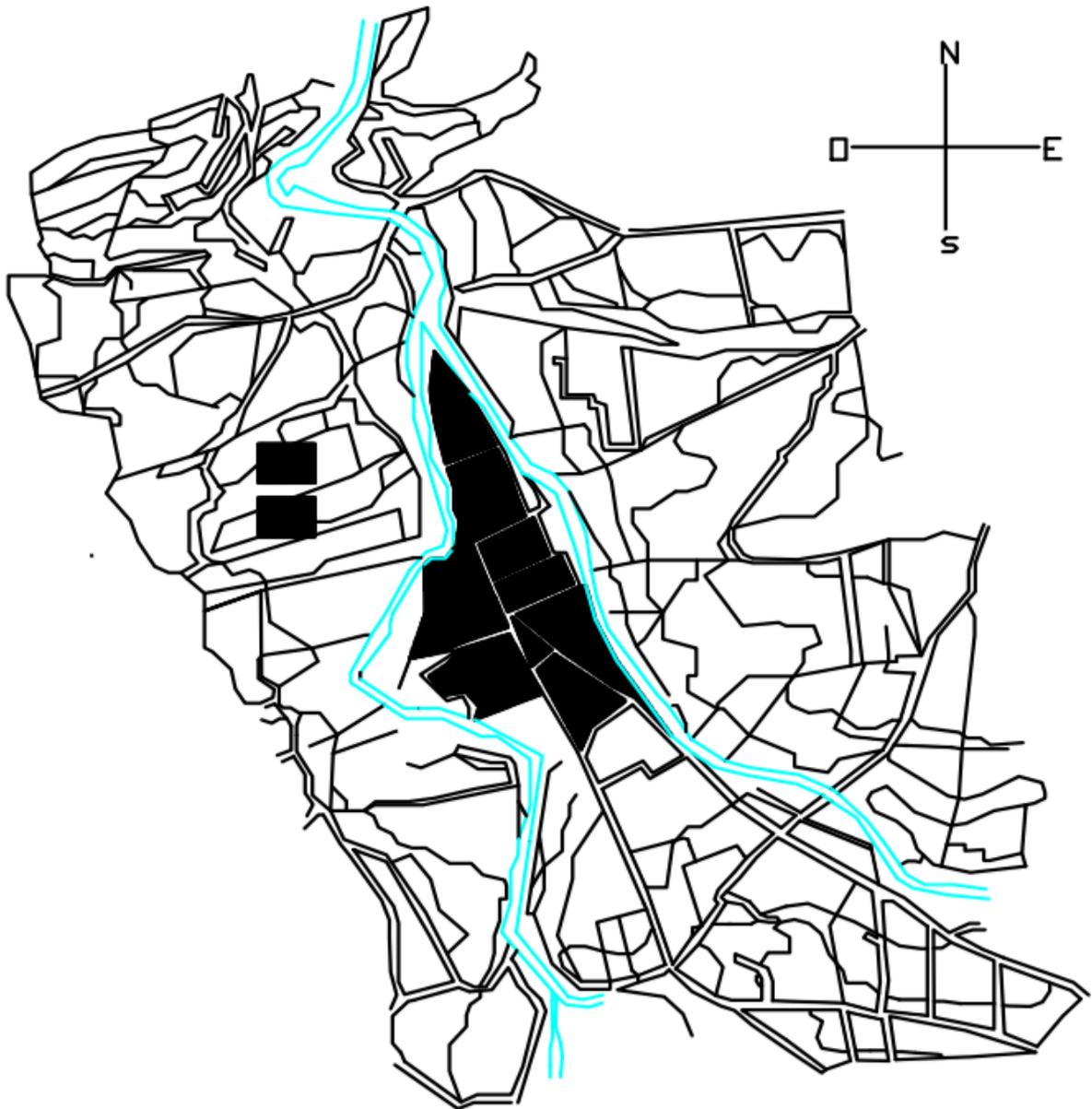
Imagen 68: Tecnología por países (ipsom.2017)

Viendo las siguientes gráficas, se puede destacar que los países con mayor utilización de combustible fósil presentan un precio elevado en la factura eléctrica. El caso de Francia es destacable por la gran cantidad de tecnología nuclear y la baja cantidad de combustibles fósiles, los cuales representan solo el 8% del total. El resultado es una energía relativamente barata, sin embargo esto son solo consecuencias directas, esto es, habría que tener en cuenta el mantenimiento de estas centrales, tratamiento de residuos y degradación de la zona, entre otras.

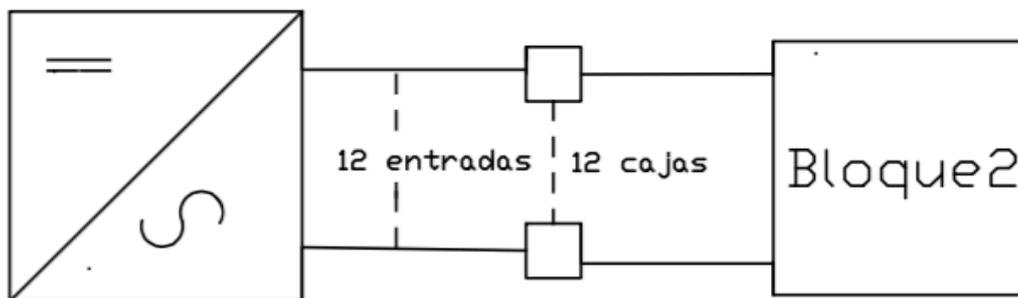
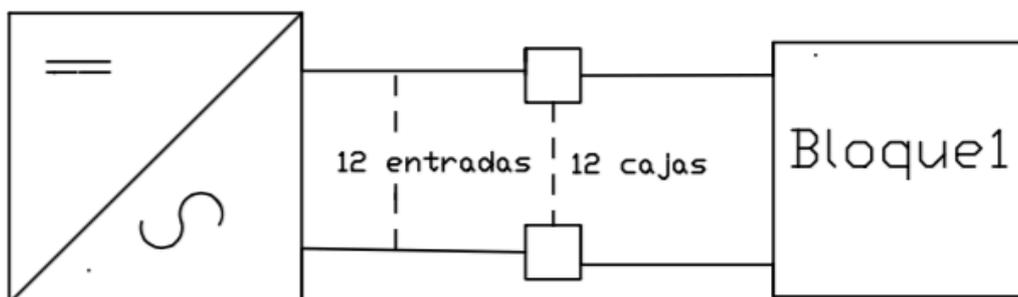
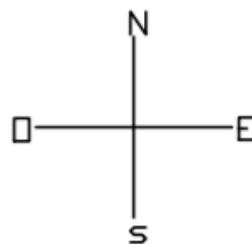
Actualmente se prevé un nuevo impulso en el sector renovable ya que hay varias subastas programadas.

En la última, a 7 de Mayo de 2017 se subastaron 3000MW, de los cuales fueron prácticamente todos adjudicados al sector eólico y solamente 1MW fue adjudicado a la fotovoltaica. Esta diferencia supuso las críticas del sector ya que las condiciones de la subasta no eran igualitarias debido a la condición que establecía que en caso de empate la adjudicación se le haría a la tecnología que ofreciera mayor tiempo de producción, lo cual beneficiaba a la eólica.

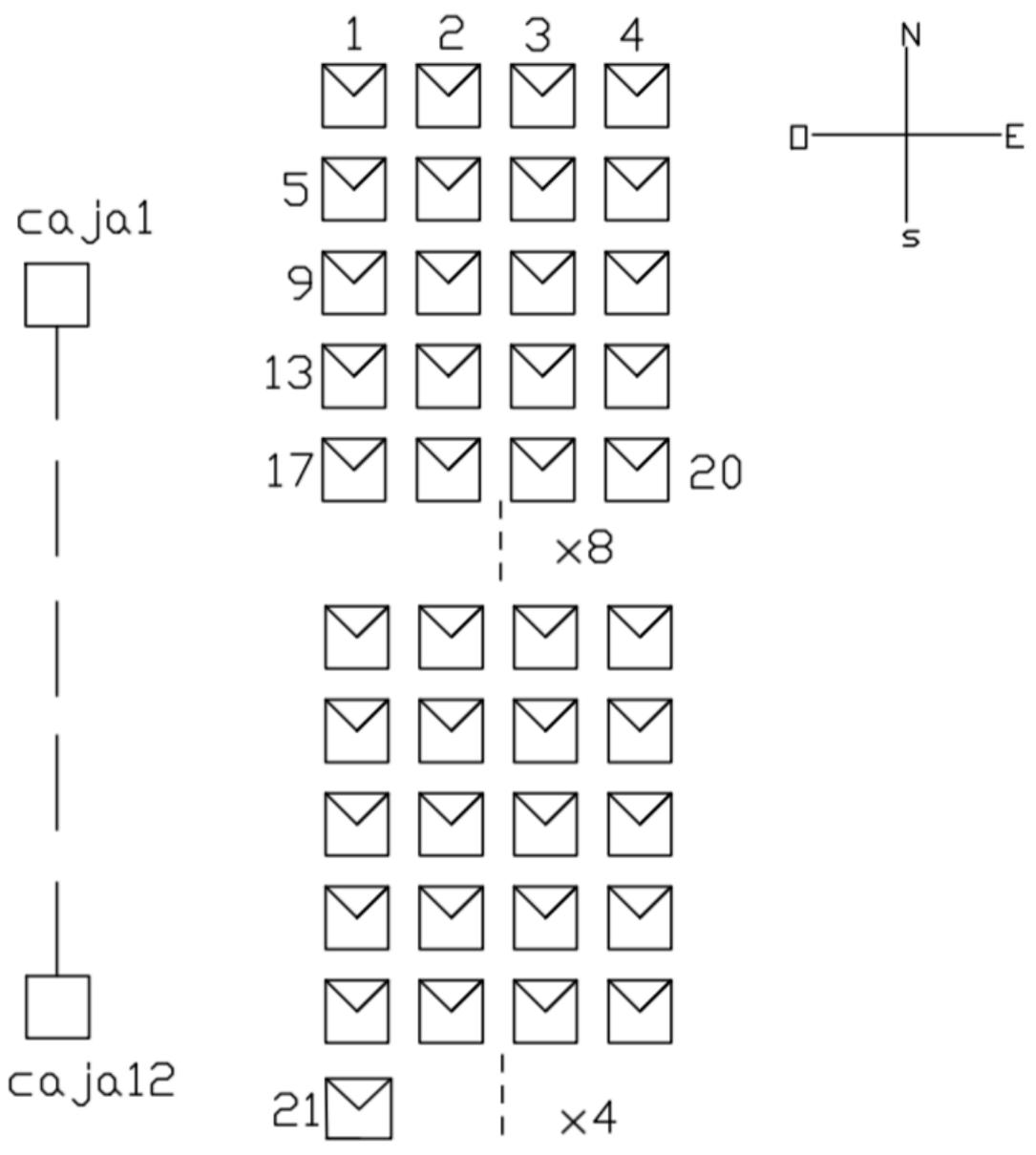
12-PLANOS



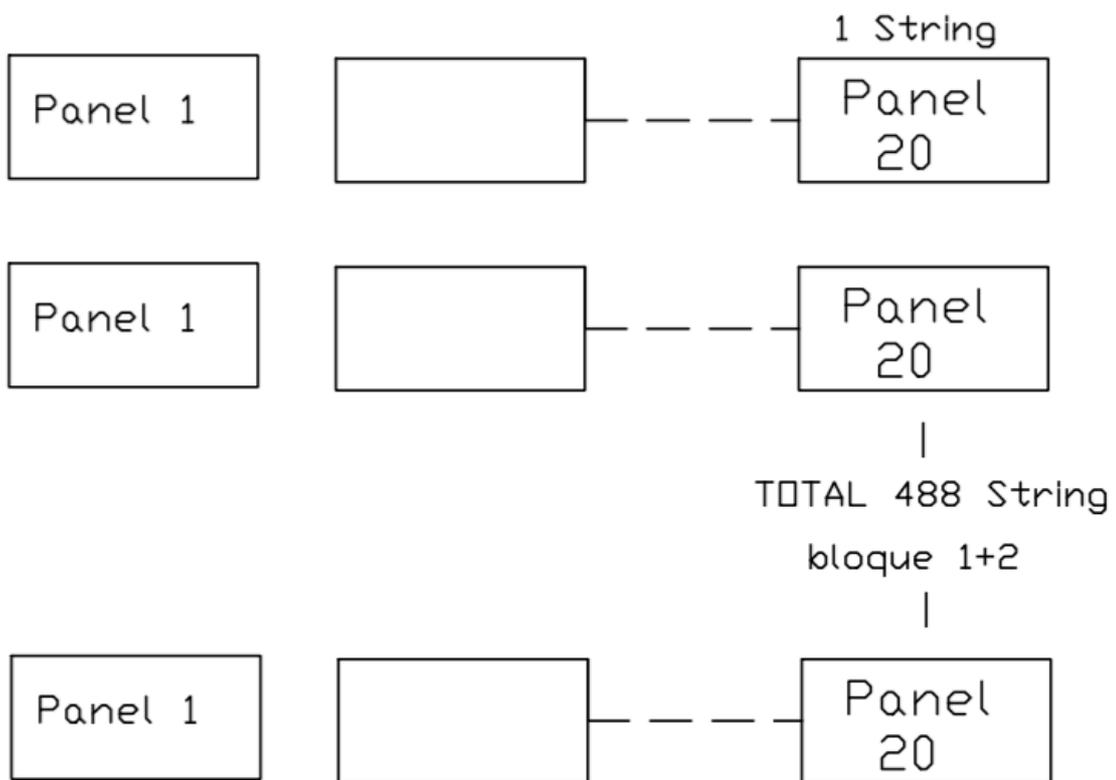
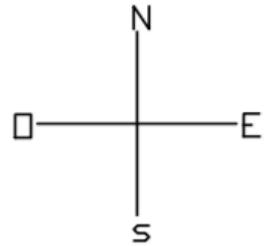
AUTOR:	MARC BERMEJO MOMPÓ	CURSO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED SITUADA SOBRE UN EMBALSE
GRADO:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA	2016-2017	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA			ESCALA: S/E PLANO Nº: 1



AUTOR:	MARC BERMEJO MOMPÓ	CURSO: 2016-2017	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED SITUADA SOBRE UN EMBALSE
GRADO:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		<i>ESCALA: S/E</i>	
		<i>PLANO Nº: 2</i>	



AUTOR:	MARC BERMEJO MOMPÓ	CURSO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED SITUADA SOBRE UN EMBALSE
GRADO:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA	2016-2017	
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		ESCALA: S/E
			PLANO Nº: 3



AUTOR:	MARC BERMEJO MOMPÓ	CURSO: 2016-2017	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED SITUADA SOBRE UN EMBALSE
GRADO:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA		ESCALA: S/E	
		PLANO Nº: 4	

13-ANEXOS

1-MODELADO.....	133
2-ÁNGULO MENSUAL ÓPTIMO.....	139
3-ÁNGULO ÓPTIMO PARA DOBLE INCLINACIÓN E INCLINACIÓN FIJA.....	140
4- PVGIS.....	146
5-COMPORTAMIENTO DEL PANEL.....	153
6-CÁLCULO Y VALORACIÓN DE OPCIONES DE POTENCIA E INVERSORES.....	156
7- CÁLCULO OCUPACIÓN.....	163
8-PRODUCCIÓN.....	164
9-FACTURACIÓN.....	188
10-SECCIONES CABLEADO.....	232
11-CÁLCULO Y VALIDACIÓN FUSIBLES.....	234
12-CÁLCULO PUESTA A TIERRA.....	235
13-CARGA DEL VIENTO.....	235
14-LABVIEW.....	236
15-DATASHEETS INVERSORES.....	238
16-CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR ELEGIDO POR DEFECTO DEL FABRICANTE.....	240

1-MODELADO:

Se ha modelado el comportamiento de la irradiación en función del ángulo para cada mes con la finalidad de obtener cual sería la mejor doble inclinación.

Al mismo tiempo, el modelado ha permitido verificar los valores correspondientes a los mejores ángulos para inclinación mensual y también para inclinación fija óptima.

Para realizar el modelado se han obtenido los datos de irradiación a intervalos de 10°, ya que como se ha comentado en el proyecto, el redondeo a la unidad 0 no permite mayor resolución.

Por lo tanto, una vez obtenida la ecuación que define el comportamiento se ha procedido a su validación, para ello, se han obtenido los errores correspondientes para cada uno de los ángulos del intervalo.

En algunos casos los errores que se daban tras la interpolación de Excel eran altos y ha sido necesario trocear la función con la finalidad de reducir el error.

Sin embargo, en algunos meses, a pesar del error, se ha decidido no mejorar el modelo si este ya era válido para los ángulos de interés. Esto es, a modo de ejemplo: si el modelo en junio presentaba un error alto para inclinación de 90° no se ha procedido a mejorarlo, ya que dicho ángulo no es de interés para ese mes.

A continuación se exponen las ecuaciones del modelado para cada mes junto a los errores.

ENERO:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
9,00E-08	-7,00E-06	-0,0021	-0,2913	61,156	2360

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	2360	0
10	2940	0,269
20	3450	-1,032
30	3870	2,327
40	4200	-2,944
50	4410	1,425
60	4510	-3,656
70	4480	-3,557
80	4330	-8,848
90	4060	-14,219

FEBRERO:

[0 50]°						
x^6	x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
2,00E-09	-6,00E-07	8,00E-05	-0,0074	-0,2297	59,018	3199,9

[50 80] ^e			
x^3	x^2	x	1
-0,0033	-1,3	112,67	2210

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error irradi.corregido
0	3200	-0,1
10	3760	0,452
20	4240	0,188
30	4620	-4,412
40	4870	0
50	5010	0
60	5010	-7,18
70	4870	-11,41
80	4610	-17,04
90	4220	-24,27

MARZO:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
-3,00E-08	3,00E-05	-0,0044	-0,4271	51,668	4650

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error irradiación
0	4650	0
10	5120	-0,133
20	5480	2,024
30	5720	0,421
40	5810	15,488
50	5770	23,775
60	5580	47,592
70	5240	94,649
80	4780	147,696
90	4190	234,163

ABRIL:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
9,00E-08	-8,00E-07	-0,001	-0,6258	34,372	5500

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	5500	0
10	5780	0,141
20	5930	-0,72
30	5940	2,479
40	5820	-3,232
50	5550	2,225
60	5150	3,056
70	4630	-1,325
80	3990	4,784
90	3270	4,453

MAYO:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
-1,00E-08	3,00E-05	-0,0029	-0,6196	16,785	6599,3

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error irradiación
0	6600	-0,7
10	6700	2,589
20	6670	-1,272
30	6490	0,967
40	6160	9,516
50	5690	21,425
60	5090	40,464
70	4380	67,003
80	3560	127,892
90	2690	196,341

JUNIO:

x^6	x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
8,00E-09	-2,00E-06	0,0003	-0,015	-0,4312	5,6755	7429,8

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	7430	-0,2
10	7430	1,243
20	7290	2,942
30	6980	27,217

40	6510	92,868
50	5900	235,575
60	5150	534,058
70	4300	1051,997
80	3370	1905,712
90	2410	3227,603

JULIO:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
5,00E-08	7,00E-06	0,0002	-0,92	17,189	7600

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	7600	0
10	7680	0,165
20	7580	-1,34
30	7300	-0,045
40	6850	1,4
50	6250	-6,175
60	5500	-7,86
70	4620	-4,065
80	3660	-19,92
90	2620	-24,675

AGOSTO:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
-6,00E-08	4,00E-05	-0,0036	-0,6977	33,411	6519,9

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	6520	-0,1
10	6780	1,034
20	6890	-3,552
30	6820	8,042
40	6600	5,876
50	6210	17,45
60	5660	46,984
70	4980	84,698
80	4180	146,092
90	3280	241,226

SEPTIEMBRE:

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	5000	-0,1
10	5430	0,772
20	5740	-0,272
30	5910	2,548
40	5930	12,932
50	5810	20,1
60	5530	47,832
70	5110	84,948
80	4560	137,228
90	3900	210,772

OCTUBRE:

x^5	x^4	x^3	x^2	x	1
-3,00E-08	3,00E-05	-0,0052	-0,31	57,587	3750

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error irradiación
0	3750	0
10	4290	-0,033
20	4740	0,844
30	5080	1,781
40	5290	8,408
50	5370	12,475
60	5300	31,492
70	5100	48,369
80	4760	81,056
90	4300	122,183

NOVIEMBRE:

[0 50]º				
x^4	x^3	x^2	x	1
2,00E-05	-0,0042	-0,2424	58,848	2560

[50 70]º		
x^2	x	1
-0,65	78,5	2200

[70 90]º		
x^2	x	1
-0,55	64,5	2690

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error irrad. corregido
0	2560	0
10	3120	0,24
20	3610	-0,4
30	4010	0,08
40	4310	-1,52
50	4500	0
60	4570	0
70	4510	0
80	4330	0
90	4040	0

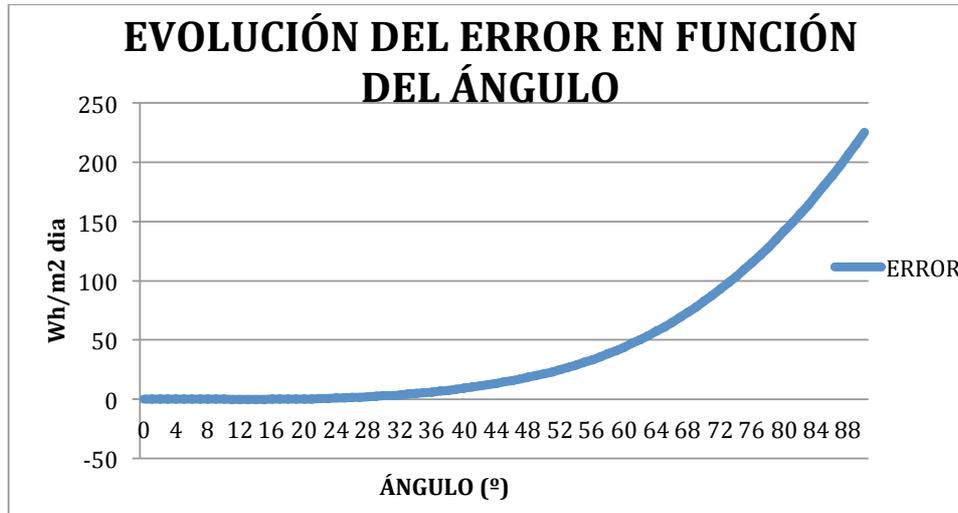
DICIEMBRE:

x^3	x^2	x	1
-0,0013	-0,3293	59,396	2054,6

ÁNGULO	IRRADIACIÓN	error de irradiación
0	2060	-5,4
10	2610	4,33
20	3090	10,4
30	3510	-4,99
40	3830	-9,64
50	4050	-11,35
60	4160	-7,92
70	4160	-7,15
80	4050	-16,84
90	3820	-34,79

De todas formas, se ha comprobado que los errores de interpolación incluso antes de trocear la función para mejorar la exactitud ya eran pequeños, y no interferían en el resultado final. El error de los modelos aumentaba a medida que lo hacía

también el ángulo, obteniendo los errores más altos en valores altos pero que no eran de interés.



Se ha podido comprobar que el error de interpolación en Excel para este cálculo es pequeño para los ángulos de interés, y que las modificaciones de los modelos realmente solo mejoran notablemente la exactitud en los ángulos más grandes. En definitiva, independientemente de mejorar o no la exactitud en el modelo que rige el valor de irradiación en función del ángulo y teniendo en cuenta el error respecto a la magnitud del valor de irradiación para cada mes, los valores obtenidos para doble inclinación son los mismos, con un error de máximo 1º.

2-ÁNGULO MENSUAL ÓPTIMO:

Para obtener el mejor ángulo mensual se ha procedido a derivar las ecuaciones correspondientes al modelado, obteniendo así los máximos de la función de irradiación. Por lo tanto, despejando la variable independiente se ha obtenido el mejor ángulo para cada uno de los meses con un error máximo de 1º respecto a los valores enteros del PVGIS.

Se demuestra entonces la validez del cálculo:

MES	ÁNGULO(º)
enero	62,63
febrero	55
marzo	42,68
abril	25,97
mayo	12,6
junio	5,31
julio	9,38
agosto	21,47
septiembre	37,11
octubre	51,21
noviembre	60,38
diciembre	65,09

3-ÁNGULO ÓPTIMO PARA DOBLE INCLINACIÓN Y PARA INCLINACIÓN FIJA :

Para obtener la mejor combinación posible de doble inclinación se ha considerado un ángulo para el período invernal de octubre a marzo, ambos incluidos, y por otra parte un ángulo para el período estival de abril a septiembre ambos incluidos. Por lo tanto, para determinar el valor de estos ángulos se han calculado todos los valores de irradiación para cada mes a partir de las ecuaciones de modelado, cuya variable independiente barre el intervalo [0 90]. Haciendo el sumatorio de todos estos valores de irradiación para el mismo ángulo y para los meses de cada período, se ha obtenido la opción óptima para cada uno de ellos.

Del mismo modo se ha podido verificar el mejor ángulo fijo óptimo, la única diferencia respecto el caso anterior es que el sumatorio no se ha separado por períodos.

A continuación se muestra la tabla con los datos de irradiación para cada mes en función del ángulo:

ÁNGULO	PERÍODO INVIERNAL						TOTAL
	enero	febrero	marzo	octubre	noviembre	diciembre	
0	2360	3199,9	4650	3750	2560	2054,6	18574,5
1	2420,862593	3258,680979	4701,23653	3807,27183	2618,60142	2113,6654	18920,31875
2	2481,129891	3316,959261	4751,592879	3863,892879	2676,69312	2172,0644	19262,33243
3	2540,789055	3374,693236	4801,043723	3919,833023	2734,25062	2229,7892	19600,39886
4	2599,8271	3431,843074	4849,564449	3975,062849	2791,24992	2286,832	19934,37939
5	2658,230906	3488,370656	4897,131156	4029,553656	2847,6675	2343,185	20264,13888
6	2715,987228	3544,239508	4943,720647	4083,277447	2903,48032	2398,8404	20589,54555
7	2773,082706	3599,414731	4989,310426	4136,206926	2958,66582	2453,7904	20910,47101
8	2829,503877	3653,862943	5033,878697	4188,315497	3013,20192	2508,0272	21226,79013
9	2885,237187	3707,552213	5077,404359	4239,577259	3067,06702	2561,543	21538,38104
10	2940,269	3760,452	5119,867	4289,967	3120,24	2614,33	21845,125
11	2994,585608	3812,533093	5161,246898	4339,460198	3172,70022	2666,3804	22146,90642
12	3048,173243	3863,767553	5201,525015	4388,033015	3224,42752	2717,6864	22443,61275
13	3101,018089	3914,128658	5240,682991	4435,662291	3275,40222	2768,2402	22735,13445
14	3153,106292	3963,590845	5278,703145	4482,325545	3325,60512	2818,034	23021,36495
15	3204,423969	4012,129656	5315,568469	4528,000969	3375,0175	2867,06	23302,20056
16	3254,95722	4059,721689	5351,262623	4572,667423	3423,62112	2915,3104	23577,54047
17	3304,69214	4106,344541	5385,769934	4616,304434	3471,39822	2962,7774	23847,28667
18	3353,614829	4151,976764	5419,075393	4658,892193	3518,33152	3009,4532	24111,3439
19	3401,711402	4196,597812	5451,164647	4700,411547	3564,40422	3055,33	24369,61963
20	3448,968	4240,188	5482,024	4740,844	3609,6	3100,4	24622,024
21	3495,370802	4282,728452	5511,640407	4780,171707	3653,90302	3144,6554	24868,46979
22	3540,906035	4324,201061	5540,001471	4818,377471	3697,29792	3188,0884	25108,87236

23	3585,559984	4364,588446	5567,09544	4855,44474	3739,76982	3230,6912	25343,14963
24	3629,319004	4403,873912	5592,911201	4891,357601	3781,30432	3272,456	25571,22204
25	3672,169531	4442,041406	5617,438281	4926,100781	3821,8875	3313,375	25793,0125
26	3714,098092	4479,075486	5640,666839	4959,659639	3861,50592	3353,4404	26008,44638
27	3755,091315	4514,961277	5662,587663	4992,020163	3900,14662	3392,6444	26217,45144
28	3795,135941	4549,68444	5683,192169	5023,168969	3937,79712	3430,9792	26419,95784
29	3834,218836	4583,231137	5702,472396	5053,093296	3974,44542	3468,437	26615,89808
30	3872,327	4615,588	5720,421	5081,781	4010,08	3505,01	26805,207
31	3909,447577	4646,742097	5737,031255	5109,220555	4044,68982	3540,6904	26987,8217
32	3945,567867	4676,680904	5752,297047	5135,401047	4078,26432	3575,4704	27163,68159
33	3980,675338	4705,39228	5766,212868	5160,312168	4110,79342	3609,3422	27332,72827
34	4014,757636	4732,864434	5778,773817	5183,944217	4142,26752	3642,298	27494,90563
35	4047,802594	4759,085906	5789,975594	5206,288094	4172,6775	3674,33	27650,15969
36	4079,798244	4784,045539	5799,814495	5227,335295	4202,01472	3705,4304	27798,43869
37	4110,732829	4807,732459	5808,287411	5247,077911	4230,27102	3735,5914	27939,69303
38	4140,594813	4830,136052	5815,391825	5265,508625	4257,43872	3764,8052	28073,87524
39	4169,372891	4851,245948	5821,125804	5282,620704	4283,51062	3793,064	28200,93997
40	4197,056	4871,052	5825,488	5298,408	4308,48	3820,36	28320,844
41	4223,633331	4889,544268	5828,477644	5312,864944	4332,34062	3846,6854	28433,54621
42	4249,094339	4906,713004	5830,094543	5325,986543	4355,08672	3872,0324	28539,00755
43	4273,428753	4922,54864	5830,339077	5337,768377	4376,71302	3896,3932	28637,19107
44	4296,626588	4937,041773	5829,212193	5348,206593	4397,21472	3919,76	28728,06187
45	4318,678156	4950,183156	5826,715406	5357,297906	4416,5875	3942,125	28811,58713
46	4339,574076	4961,963688	5822,850791	5365,039591	4434,82752	3963,4804	28887,73607
47	4359,305284	4972,374406	5817,62098	5371,42948	4451,93142	3983,8184	28956,47997
48	4377,863045	4981,40648	5811,029161	5376,465961	4467,89632	4003,1312	29017,79217
49	4395,238965	4989,051205	5803,079073	5380,147973	4482,71982	4021,411	29071,64804
50	4411,425	4995,3	5793,775	5382,475	4500	4038,65	29121,625
51	4426,413466	5000,144405	5783,121772	5383,447072	4512,85	4054,8404	29160,81712
52	4440,197051	5003,57608	5771,124759	5383,064759	4524,4	4069,9744	29192,33705
53	4452,768827	5005,586806	5757,789865	5381,329165	4534,65	4084,0442	29216,16886
54	4464,12226	5006,168488	5743,123529	5378,241929	4543,6	4097,042	29232,29821
55	4474,251219	5005,313156	5727,132719	5373,805219	4551,25	4108,96	29240,71231
56	4483,149988	5003,012973	5709,824927	5368,021727	4557,6	4119,7904	29241,40001
57	4490,813278	4999,26024	5691,208168	5360,894668	4562,65	4129,5254	29234,35176
58	4497,236237	4994,047404	5671,290977	5352,427777	4566,4	4138,1572	29219,5596
59	4502,41446	4987,367068	5650,082401	5342,625301	4568,85	4145,678	29197,01723
60	4506,344	4979,212	5627,592	5331,492	4570	4152,08	29166,72
61	4509,02138	4969,575148	5603,829841	5319,033141	4569,85	4157,3554	29128,66491
62	4510,443603	4958,449652	5578,806495	5305,254495	4568,4	4161,4964	29082,85064
63	4510,608162	4945,828859	5552,533034	5290,162334	4565,65	4164,4952	29029,27759
64	4509,513052	4931,706339	5525,021025	5273,763425	4561,6	4166,344	28967,94784
65	4507,156781	4916,075906	5496,282531	5256,065031	4556,25	4167,035	28898,86525
66	4503,53838	4898,931634	5466,330103	5237,074903	4549,6	4166,5604	28822,03542
67	4498,657413	4880,26788	5435,176777	5216,801277	4541,65	4164,9124	28737,46575
68	4492,513989	4860,079304	5402,836073	5195,252873	4532,4	4162,0832	28645,16544
69	4485,108774	4838,360897	5369,32199	5172,43889	4521,85	4158,065	28545,14555
70	4476,443	4815,108	5334,649	5148,369	4510	4152,85	28437,419

71	4466,518475	4790,316337	5298,832049	5123,053349	4496,95	4146,4304	28322,10061
72	4455,337595	4763,98204	5261,886551	5096,502551	4482,8	4138,7984	28199,30714
73	4442,903356	4736,101677	5223,828382	5068,727682	4467,55	4129,9462	28069,0573
74	4429,219364	4706,672286	5184,673881	5039,740281	4451,2	4119,866	27931,37181
75	4414,289844	4675,691406	5144,439844	5009,552344	4433,75	4108,55	27786,27344
76	4398,119652	4643,157112	5103,143519	4978,176319	4415,2	4095,9904	27633,787
77	4380,714287	4609,068046	5060,802605	4945,625105	4395,55	4082,1794	27473,93944
78	4362,079901	4573,423461	5017,435249	4911,912049	4374,8	4067,1092	27306,75986
79	4342,223309	4536,223252	4973,060038	4877,050938	4352,95	4050,772	27132,27954
80	4321,152	4497,468	4927,696	4841,056	4330	4033,16	26950,532
81	4298,874149	4457,159012	4881,362598	4803,941898	4305,95	4014,2654	26761,55306
82	4275,398627	4415,298364	4834,079727	4765,723727	4280,8	3994,0804	26565,38084
83	4250,735011	4371,888941	4785,867711	4726,417011	4254,55	3972,5972	26362,05587
84	4224,893596	4326,934489	4736,747297	4686,037697	4227,2	3949,808	26151,62108
85	4197,885406	4280,439656	4686,739656	4644,602156	4198,75	3925,705	25934,12188
86	4169,722204	4232,410045	4635,866375	4602,127175	4169,2	3900,2804	25709,6062
87	4140,416502	4182,852258	4584,149454	4558,629954	4138,55	3873,5264	25478,12457
88	4109,981573	4131,773953	4531,611305	4514,128105	4106,8	3845,4352	25239,73014
89	4078,431463	4079,183893	4478,274747	4468,639647	4073,95	3815,999	24994,47875
90	4045,781	4025,092	4424,163	4422,183	4040	3785,21	24742,429

	PERÍODO ESTIVAL						TOTAL
	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	
0	5500	6599,3	7429,8	7600	6519,9	4999,9	38648,9
1	5533,745199	6615,46253	7435,029598	7616,269207	6552,60974	5047,84687	38800,96314
2	5566,23279	6630,36888	7439,310937	7630,699714	6583,903038	5094,788304	38945,30366
3	5597,456757	6644,002728	7442,56452	7643,292979	6613,759725	5140,69375	39081,77046
4	5627,411087	6656,34847	7444,717585	7654,050643	6642,160579	5185,534216	39210,22258
5	5656,089781	6667,391219	7445,703875	7662,974531	6669,087313	5229,282219	39330,52894
6	5683,486863	6677,116802	7445,463421	7670,066661	6694,522573	5271,911725	39442,56805
7	5709,596392	6685,511762	7443,942327	7675,329247	6718,449932	5313,398102	39546,22776
8	5734,412472	6692,563352	7441,092561	7678,76471	6740,853874	5353,71806	39641,40503
9	5757,929266	6698,25954	7436,871754	7680,375679	6761,719797	5392,849608	39728,00564
10	5780,141	6702,589	7431,243	7680,165	6781,034	5430,772	39805,944
11	5801,041982	6705,541119	7424,17467	7678,13574	6798,783677	5467,465688	39875,14288
12	5820,626606	6707,105992	7415,640224	7674,291194	6814,95691	5502,912276	39935,5332
13	5838,889368	6707,274417	7405,618028	7668,634892	6829,542662	5537,094477	39987,05384
14	5855,824871	6706,037902	7394,091188	7661,170603	6842,530771	5569,996067	40029,6514
15	5871,427844	6703,388656	7381,047375	7651,902344	6853,911938	5601,601844	40063,28
16	5885,693143	6699,319594	7366,478666	7640,834381	6863,677725	5631,897586	40087,9011
17	5898,61577	6693,824331	7350,381387	7627,97124	6871,820549	5660,870017	40103,48329
18	5910,19088	6686,897184	7332,755962	7613,31771	6878,333666	5688,50676	40110,00216
19	5920,413792	6678,533169	7313,606769	7596,878852	6883,211174	5714,796312	40107,44007
20	5929,28	6668,728	7292,942	7578,66	6886,448	5739,728	40095,786
21	5936,785184	6657,478089	7270,773527	7558,666772	6888,039894	5763,291952	40075,03542
22	5942,925222	6644,780544	7247,116775	7536,905074	6887,983422	5785,479064	40045,1901
23	5947,696198	6630,633167	7221,990601	7513,381104	6886,275959	5806,28097	40006,258
24	5951,094415	6615,034454	7195,417176	7488,101363	6882,915683	5825,690014	39958,2531
25	5953,116406	6597,983594	7167,421875	7461,072656	6877,901563	5843,699219	39901,19531
26	5953,758943	6579,480466	7138,033174	7432,302101	6871,233357	5860,302264	39835,11031
27	5953,019049	6559,525641	7107,28255	7401,797132	6862,911606	5875,493457	39760,02944
28	5950,894008	6538,120376	7075,204386	7369,56551	6852,937618	5889,267717	39675,98962
29	5947,381379	6515,266619	7041,835889	7335,615324	6841,313471	5901,620542	39583,03322
30	5942,479	6490,967	7007,217	7299,955	6828,042	5912,548	39481,208
31	5936,185007	6465,224838	6971,390327	7262,593305	6813,126791	5922,046702	39370,56697
32	5928,497838	6438,044136	6934,401071	7223,539354	6796,572174	5930,113788	39251,16836
33	5919,416249	6409,429576	6896,296958	7182,802617	6778,383216	5936,746909	39123,07552
34	5908,939319	6379,386526	6857,128187	7140,392923	6758,565715	5941,944217	38986,35689
35	5897,066469	6347,921031	6816,947375	7096,320469	6737,126188	5945,704344	38841,08588
36	5883,797463	6315,039818	6775,809507	7050,595821	6714,071869	5948,026397	38687,34087
37	5869,132427	6280,75029	6733,771897	7003,229925	6689,410703	5948,909944	38525,20519
38	5853,071856	6245,060528	6690,894155	6954,23411	6663,15133	5948,355009	38354,76699
39	5835,616625	6207,979288	6647,238152	6903,620097	6635,303088	5946,362058	38176,11931
40	5816,768	6169,516	6602,868	6851,4	6605,876	5942,932	37989,36

41	5796,527649	6129,680768	6557,850032	6797,586337	6574,880768	5938,066178	37794,59173
42	5774,897654	6088,484368	6512,25279	6742,192034	6542,328766	5931,766367	37591,92198
43	5751,880519	6045,938246	6466,147018	6685,230429	6508,232033	5924,034775	37381,46302
44	5727,479183	6002,054518	6419,605663	6626,715283	6472,603267	5914,874036	37163,33195
45	5701,697031	5956,845969	6372,703875	6566,660781	6435,455813	5904,287219	36937,65069
46	5674,537903	5910,32605	6325,519023	6505,081541	6396,803661	5892,277826	36704,546
47	5646,006106	5862,50888	6278,130709	6441,992617	6356,66144	5878,849797	36464,14955
48	5616,106424	5813,40924	6230,620788	6377,40951	6315,044402	5864,007517	36216,59788
49	5584,844132	5763,042578	6183,0734	6311,348169	6271,968425	5847,75582	35962,03252
50	5552,225	5711,425	6135,575	6243,825	6227,45	5830,1	35700,6
51	5518,255312	5658,573277	6088,2144	6174,85687	6181,506225	5811,04582	35432,4519
52	5482,94187	5604,50484	6041,082813	6104,461114	6134,154798	5790,599523	35157,74496
53	5446,29201	5549,237775	5994,273903	6032,655542	6085,41401	5768,767846	34876,64109
54	5408,313607	5492,79083	5947,883842	5959,458443	6035,302739	5745,558031	34589,30749
55	5369,015094	5435,183406	5902,011375	5884,888594	5983,840438	5720,977844	34295,91675
56	5328,405463	5376,435562	5856,757884	5808,965261	5931,047133	5695,035591	33996,64689
57	5286,494284	5316,568009	5812,227464	5731,70821	5876,943417	5667,740136	33691,68152
58	5243,291712	5255,602112	5768,527004	5653,13771	5821,550434	5639,100921	33381,20989
59	5198,808498	5193,559887	5725,766271	5573,274542	5764,889882	5609,127988	33065,42707
60	5153,056	5130,464	5684,058	5492,14	5706,984	5577,832	32744,534
61	5106,046194	5066,337767	5643,517993	5409,755902	5647,855562	5545,224268	32418,73769
62	5057,791686	5001,205152	5604,265221	5326,144594	5587,52787	5511,316775	32088,2513
63	5008,30572	4935,090765	5566,421932	5241,328954	5526,024747	5476,122203	31753,29432
64	4957,602191	4868,019862	5530,113766	5155,332403	5463,370531	5439,653961	31414,09271
65	4905,695656	4800,018344	5495,469875	5068,178906	5399,590063	5401,926219	31070,87906
66	4852,601343	4731,112754	5462,623048	4979,892981	5334,708685	5362,953932	30723,89274
67	4798,335163	4661,330279	5431,709843	4890,499702	5268,752234	5322,752881	30373,3801
68	4742,91372	4590,698744	5402,870725	4800,02471	5201,747026	5281,339701	30019,59463
69	4686,354325	4519,246617	5376,250207	4708,494214	5133,719859	5238,731922	29662,79714
70	4628,675	4447,003	5351,997	4615,935	5064,698	5194,948	29303,256
71	4569,894497	4373,997636	5330,264169	4522,374435	4994,709179	5150,007362	28941,24728
72	4510,032302	4300,260904	5311,209292	4427,840474	4923,781582	5103,930443	28577,055
73	4449,108651	4225,823814	5294,994624	4332,361667	4851,943844	5056,738726	28210,97133
74	4387,144535	4150,718014	5281,787273	4235,967163	4779,225043	5008,454788	27843,29682
75	4324,161719	4074,975781	5271,759375	4138,686719	4705,654688	4959,102344	27474,34063
76	4260,182743	3998,630026	5265,088277	4040,550701	4631,262717	4908,706289	27104,42075
77	4195,230941	3921,714288	5261,956727	3941,590095	4556,079491	4857,292752	26733,86429
78	4129,330448	3844,262736	5262,55307	3841,83651	4480,135778	4804,889137	26363,00768
79	4062,506211	3766,310166	5267,071446	3741,322187	4403,462756	4751,524182	25992,19695
80	3994,784	3687,892	5275,712	3640,08	4326,092	4697,228	25621,788
81	3926,190419	3609,044286	5288,68109	3538,143467	4248,055476	4642,032142	25252,14688
82	3856,752918	3529,803696	5306,191507	3435,546754	4169,385534	4585,969647	24883,65006
83	3786,499801	3450,207524	5328,462701	3332,324679	4090,114901	4529,075095	24516,6847
84	3715,460239	3370,293686	5355,721005	3228,512723	4010,276675	4471,384671	24151,649
85	3643,664281	3290,100719	5388,199875	3124,147031	3929,904313	4412,936219	23788,95244
86	3571,142863	3209,667778	5426,140129	3019,264421	3849,031629	4353,769302	23429,01612
87	3497,92782	3129,034638	5469,790194	2913,902387	3767,692788	4293,925269	23072,2731

88	3424,051896	3048,241688	5519,406358	2808,09911	3685,92229	4233,44731	22719,16865
89	3349,548758	2967,329936	5575,25303	2701,893459	3603,754973	4172,380527	22370,16068
90	3274,453	2886,341	5637,603	2595,325	3521,226	4110,772	22025,72

Sumando ambos períodos se tiene que:

Mejor ángulo para inclinación fija =35°

Mejores ángulos para doble inclinación: 56°-18° , siendo 56° para período invernal y 18° para el estival.

4-PVGIS

A continuación se mostrará la diferencia entre tener en cuenta los días concretos para su mes correspondiente o directamente optar por 30 días al mes, opción que considera el PVGIS por defecto:

MES	IRRADIACIÓN 35º (Wh/m2 dia)	Irradiación 35º días exactos (kWh/m2 mes)	Irradiación 35º 30 días al mes (kWh/m2 mes)
Ene	4050	125,55	121,5
Feb	4760	133,28	142,8
Mar	5780	179,18	173,4
Abr	5900	177	177
Mayo	6340	190,2	190,2
Jun	6760	202,8	202,8
Jul	7100	220,1	213
Ago	6730	208,63	201,9
Sep	5940	178,2	178,2
Oct	5200	161,2	156
Nov	4170	125,1	125,1
Dic	3680	114,08	110,4
MEDIA AÑO	5540	167,9433333	166,025

La media al año según PVGIS es de 5540 Wh/m² dia, sin embargo si se hace la media sin el redondeo a la unidad 0 superior que se ha comentado a lo largo del documento se tienen 5534,17 Wh/m².

Y la relación entre días exactos al mes y 30 días por defecto es de alrededor del 1%. Los datos obtenidos correspondientes al análisis de irradiancia para cada punto cardinal y para cada optación de configuración no se expondrán ya que la extensión sería desproporcionada, para ello, se mostrarán únicamente las tablas resultado a partir de las que se demostrará la mejor orientación y la comparación entre configuraciones:

Observaciones:

Las columnas de la derecha muestran el sumatorio de las irradiancias.

DOBLE INCLINACIÓN:

SUR	DOBLE INCLINACIÓN 55-18
ENERO	17982
FEBRERO	20149
MARZO	22762
ABRIL	23622
MAYO	26733

JUNIO	29335
JULIO	30497
AGOSTO	27568
SEPTIEMBRE	22794
OCTUBRE	21460
NOVIEMBRE	18264
DICIEMBRE	16559
TOTAL	277725

ESTE	DOBLE INCLINACIÓN 55-18
ENERO	8386
FEBRERO	11183
MARZO	15835
ABRIL	21472
MAYO	25676
JUNIO	28857
JULIO	29579
AGOSTO	25412
SEPTIEMBRE	19554
OCTUBRE	12974
NOVIEMBRE	9024
DICIEMBRE	7424
TOTAL	215376

OESTE	DOBLE INCINACIÓN 55-18
ENERO	8386
FEBRERO	11083
MARZO	15835
ABRIL	21446
MAYO	25652
JUNIO	28834
JULIO	29540
AGOSTO	25412
SEPTIEMBRE	19554
OCTUBRE	12881
NOVIEMBRE	9024
DICIEMBRE	7299
TOTAL	214946

NORTE	DOBLE INCLINACIÓN 55-18
ENERO	2640
FEBRERO	3362
MARZO	5292
ABRIL	18817
MAYO	24177
JUNIO	27964
JULIO	28189
AGOSTO	22825
SEPTIEMBRE	15828
OCTUBRE	4036
NOVIEMBRE	2832
DICIEMBRE	2360
TOTAL	158322

VARIACIÓN MENSUAL:

SUR	VARIACIÓN MENSUAL
ENERO	18142
FEBRERO	20149
MARZO	23260
ABRIL	23804
MAYO	26811
JUNIO	29830
JULIO	30783
AGOSTO	27610
SEPTIEMBRE	23816
OCTUBRE	21516
NOVIEMBRE	18338
DICIEMBRE	16786
TOTAL	280845

ESTE	VARIACIÓN MENSUAL
ENERO	7976
FEBRERO	11183
MARZO	16931
ABRIL	21027
MAYO	25982
JUNIO	29648
JULIO	30226
AGOSTO	25189
SEPTIEMBRE	18356
OCTUBRE	13273
NOVIEMBRE	8760
DICIEMBRE	6983
TOTAL	215534

OESTE	VARIACIÓN MENSUAL
ENERO	7976
FEBRERO	11083
MARZO	16931
ABRIL	20990
MAYO	25964
JUNIO	29640
JULIO	30204
AGOSTO	25189
SEPTIEMBRE	18356
OCTUBRE	13185
NOVIEMBRE	8760
DICIEMBRE	6846
TOTAL	215124

NORTE	VARIACIÓN MENSUAL
ENERO	2390
FEBRERO	3362
MARZO	6831
ABRIL	16984
MAYO	24969
JUNIO	29451
JULIO	29612

AGOSTO	22097
SEPTIEMBRE	10256
OCTUBRE	4218
NOVIEMBRE	2670
DICIEMBRE	2088
TOTAL	154928

SEGUIMIENTO SOLAR A DOS EJES:

	SEGUIMIENTO
ENERO	20890
FEBRERO	24431
MARZO	29856
ABRIL	31844
MAYO	36397
JUNIO	40758
JULIO	42360
AGOSTO	37474
SEPTIEMBRE	31100
OCTUBRE	26678
NOVIEMBRE	21470
DICIEMBRE	19083
TOTAL	362341

FIJO:

SUR	FIJO
ENERO	16258
FEBRERO	19089
MARZO	23126
ABRIL	23590
MAYO	25336
JUNIO	27069
JULIO	28441
AGOSTO	26984

SEPTIEMBRE	23812
OCTUBRE	20851
NOVIEMBRE	16752
DICIEMBRE	14781
TOTAL	266089

ESTE	FIJO
ENERO	9067
FEBRERO	12173
MARZO	17445
ABRIL	20352
MAYO	24132
JUNIO	26907
JULIO	27567
AGOSTO	23848
SEPTIEMBRE	18532
OCTUBRE	14212
NOVIEMBRE	9772
DICIEMBRE	7967
TOTAL	211974

OESTE	FIJO
ENERO	9067
FEBRERO	12103
MARZO	17445
ABRIL	20303
MAYO	24087
JUNIO	26865
JULIO	27498
AGOSTO	23848
SEPTIEMBRE	18532
OCTUBRE	14147
NOVIEMBRE	9772
DICIEMBRE	7879
TOTAL	211546

NORTE	FIJO
ENERO	3198
FEBRERO	3929
MARZO	9298
ABRIL	14657
MAYO	20532
JUNIO	24369
JULIO	24031
AGOSTO	18151
SEPTIEMBRE	10888
OCTUBRE	5518
NOVIEMBRE	3434
DICIEMBRE	2866
TOTAL	140871

Según el intervalo que ofrece PVGIS para ángulos de orientación, el 180 y -180 son el mismo punto, Norte, sin embargo se tiene que para -180:

NORTE	FIJO
ENERO	3175
FEBRERO	3906
MARZO	9278
ABRIL	14622
MAYO	20512
JUNIO	24346
JULIO	24031
AGOSTO	18134
SEPTIEMBRE	10876
OCTUBRE	5494
NOVIEMBRE	3416
DICIEMBRE	2850
TOTAL	140640

Es importante comentar que en todos los puntos cardinales, el norte que se ha tenido en cuenta es el correspondiente a 180°. Por lo tanto, queda demostrado que la orientación Sur es la más adecuada. Esto es 0° en la gráfica y 0° en PVGIS.

5-COMPORTAMIENTO DEL PANEL:

TEMPERATURA	TENSIÓN CIRCUITO ABIERTO	INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	POTENCIA
85	38,06966813	9,402939996	248,5863598
84	38,18422079	9,399180324	249,634826
83	38,29911815	9,395422155	250,6877144
82	38,41436123	9,391665489	251,7450436
81	38,52995108	9,387910325	252,8068323
80	38,64588875	9,384156662	253,8730993
79	38,76217528	9,3804045	254,9438636
78	38,87881171	9,376653839	256,019144
77	38,99579911	9,372904677	257,0989596
76	39,11313852	9,369157014	258,1833296
75	39,23083102	9,36541085	259,2722731
74	39,34887765	9,361666183	260,3658095
73	39,46727949	9,357923014	261,4639581
72	39,5860376	9,354181341	262,5667384
71	39,70515306	9,350441165	263,67417
70	39,82462694	9,346702484	264,7862723
69	39,94446032	9,342965298	265,9030652
68	40,06465429	9,339229606	267,0245684
67	40,18520992	9,335495408	268,1508017
66	40,3061283	9,331762703	269,2817852
65	40,42741053	9,32803149	270,4175389
64	40,5490577	9,32430177	271,5580828
63	40,67107092	9,32057354	272,7034373
62	40,79345127	9,316846801	273,8536225
61	40,91619987	9,313121553	275,0086589
60	41,03931782	9,309397794	276,1685668
59	41,16280624	9,305675523	277,333367
58	41,28666624	9,301954742	278,5030799
57	41,41089894	9,298235447	279,6777264
56	41,53550546	9,29451764	280,8573271
55	41,66048692	9,29080132	282,0419031
54	41,78584445	9,287086485	283,2314753
53	41,91157919	9,283373136	284,4260648
52	42,03769226	9,279661271	285,6256927
51	42,16418482	9,275950891	286,8303803
50	42,29105799	9,272241994	288,0401489
49	42,41831293	9,26853458	289,25502
48	42,54595078	9,264828649	290,4750151
47	42,6739727	9,261124199	291,7001557

46	42,80237984	9,257421231	292,9304637
45	42,93117336	9,253719743	294,1659607
44	43,06035442	9,250019735	295,4066687
43	43,1899242	9,246321207	296,6526097
42	43,31988385	9,242624157	297,9038057
41	43,45023455	9,238928585	299,1602788
40	43,58097748	9,235234492	300,4220515
39	43,71211383	9,231541875	301,6891459
38	43,84364476	9,227850735	302,9615845
37	43,97557147	9,22416107	304,23939
36	44,10789516	9,220472881	305,5225848
35	44,24061701	9,216786167	306,8111918
34	44,37373823	9,213100926	308,1052338
33	44,50726001	9,209417159	309,4047337
32	44,64118356	9,205734865	310,7097145
31	44,77551009	9,202054044	312,0201993
30	44,91024081	9,198374694	313,3362114
29	45,04537694	9,194696815	314,6577741
28	45,1809197	9,191020407	315,9849107
27	45,31687031	9,187345469	317,3176448
26	45,45323	9,183672	318,656
25	45,72677	9,18	320
24	45,86395031	9,176328	321,344
23	46,00154216	9,172657469	322,6936448
22	46,13954679	9,168988406	324,0489581
21	46,27796543	9,16532081	325,4099637
20	46,41679932	9,161654682	326,7766856
19	46,55604972	9,15799002	328,1491477
18	46,69571787	9,154326824	329,5273741
17	46,83580502	9,150665094	330,9113891
16	46,97631244	9,147004827	332,3012169
15	47,11724138	9,143346026	333,696882
14	47,2585931	9,139688687	335,0984089
13	47,40036888	9,136032812	336,5058222
12	47,54256999	9,132378399	337,9191467
11	47,6851977	9,128725447	339,3384071
10	47,82825329	9,125073957	340,7636284
9	47,97173805	9,121423927	342,1948356
8	48,11565326	9,117775358	343,6320539
7	48,26000022	9,114128248	345,0753086
6	48,40478022	9,110482596	346,5246249
5	48,54999457	9,106838403	347,9800283
4	48,69564455	9,103195668	349,4415444
3	48,84173148	9,09955439	350,9091989
2	48,98825668	9,095914568	352,3830175

1	49,13522145	9,092276202	353,8630262
0	49,28262711	9,088639292	355,3492509
-1	49,43047499	9,085003836	356,8417178
-2	49,57876642	9,081369834	358,340453
-3	49,72750272	9,077737286	359,8454829
-4	49,87668522	9,074106192	361,3568339
-5	50,02631528	9,070476549	362,8745326
-6	50,17639423	9,066848358	364,3986057
-7	50,32692341	9,063221619	365,9290798
-8	50,47790418	9,05959633	367,4659819
-9	50,62933789	9,055972492	369,0093391
-10	50,7812259	9,052350103	370,5591783
-11	50,93356958	9,048729163	372,1155268
-12	51,08637029	9,045109671	373,678412
-13	51,2396294	9,041491627	375,2478614
-14	51,39334829	9,037875031	376,8239024
-15	51,54752833	9,034259881	378,4065628
-16	51,70217092	9,030646177	379,9958703
-17	51,85727743	9,027033918	381,591853
-18	52,01284926	9,023423105	383,1945388
-19	52,16888781	9,019813735	384,8039558
-20	52,32539448	9,01620581	386,4201325
-21	52,48237066	9,012599328	388,043097
-22	52,63981777	9,008994288	389,672878
-23	52,79773722	9,00539069	391,3095041
-24	52,95613044	9,001788534	392,953004
-25	53,11499883	8,998187819	394,6034066
-26	53,27434382	8,994588543	396,260741
-27	53,43416686	8,990990708	397,9250361
-28	53,59446936	8,987394312	399,5963212
-29	53,75525276	8,983799354	401,2746258
-30	53,91651852	8,980205834	402,9599792
-31	54,07826808	8,976613752	404,6524111
-32	54,24050288	8,973023106	406,3519512
-33	54,40322439	8,969433897	408,0586294
-34	54,56643406	8,965846124	409,7724757
-35	54,73013337	8,962259785	411,4935201
-36	54,89432377	8,958674881	413,2217929
-37	55,05900674	8,955091411	414,9573244
-38	55,22418376	8,951509375	416,7001451
-39	55,38985631	8,947928771	418,4502858
-40	55,55602588	8,944349599	420,207777

6-CÁLCULO Y VALORACIÓN DE OPCIONES DE POTENCIA E INVERSORES:

A continuación se procede a calcular las diferentes opciones propuestas:

CÁLCULOS CON INVERSORES DE 1,3MW:

A continuación se harán los cálculos con el inversor de 1,3MW diseñado por GAMESA, el cual presenta la siguiente hoja de características:

Una característica importante a comentar es la diferencia del valor de potencia nominal de salida y la potencia nominal de entrada. La potencia nominal de entrada que se da en las características suele ser en la mayoría de casos alrededor de un 20% mayor que la potencia nominal de salida, es decir, en cierto modo se permite un sobredimensionamiento del campo fotovoltaico, esto es, se da un aumento de potencia en placas que permite compensar pérdidas. Con este inversor se tiene que $1,3\text{MW}/1,1\text{MW} = 1,1818$, esto es 18,18%. Por lo tanto, se da la posibilidad de conectar en el campo fotovoltaico un 18,18% más de potencia de la que aparece para la salida en la hoja de características. Lo que al mismo tiempo supone compensar un 15,38% de pérdidas debido a ese aumento, esto es: $(1,3 - 1,1)/1,3 \cdot 100 = 15,38\%$.

OPCIÓN DE 20MW con INVERSORES de 1,3MW

Para esta opción se pretende ir desarrollando el cálculo e ir explicando al mismo tiempo los pasos que se han seguido. En las siguientes opciones únicamente se desarrollará el cálculo y solo se comentará lo necesario, ya que el procedimiento es el mismo en la mayoría de las opciones propuestas.

Teniendo en cuenta que la potencia de salida del inversor es de 1,1MW y que la instalación es de 20MW se necesitan: $20\text{MW}/1,1\text{MW} = 18,18$ inversores. En este caso se redondeará a 19 inversores, alcanzando por lo tanto los 20,9MW, mientras que de haber elegido 18 se tendrían 19,8MW. Por lo tanto, con 19 inversores realmente se opta a 20,9MW en lugar de los 20MW previstos.

Para satisfacer esos 1,3MW a la entrada para cada inversor, se necesitará calcular el campo fotovoltaico, de modo que para cada inversor en particular y considerando la P_{mpp} del panel se tiene $1300000\text{W}/320\text{W} = 4062,5$ paneles por inversor que se redondean en 4062 para no sobrepasar el límite de entrada.

A continuación se procede a calcular el número máximo de paneles en serie. Para ello, será necesario tener en cuenta el V_{mpp} del panel, el cual es de 37,97V para una potencia de panel de 320W, y también será necesario tener en cuenta el rango de tensión MPPT, es decir, el rango de valores de la tensión de instalación que permiten al seguidor trabajar en el punto de máxima potencia, con esto se tiene que: $910\text{V}/37,97\text{V}$, se ha utilizado el valor más alto de tensión que se daba en el rango permitido para trabajar en el punto de máxima potencia porque determinará el máximo de placas serie que se pueden colocar para esas condiciones de V_{mpp} . El cociente da 23,96 placas en serie, lo que se redondea a 23 placas serie máximo. En realidad, si se colocaran 24 placas en serie no habría

problema por varios motivos. Por una parte es un valor cercano al valor exacto que se ha calculado y por otra parte, raramente se darán las condiciones como para que se llegue al valor de ese V_{mpp} , debido a factores como temperatura, suciedad y otras pérdidas en general, por lo tanto si el redondeo se da a un valor superior, mientras que no sea excesivamente grande no debe haber problemas, sin embargo eso ya es decisión del proyectista, el cual asume la responsabilidad del cálculo y otorga la seguridad que considere.

Por eso a la hora de calcular este valor también se tienen en cuenta otros factores, como son la tensión de vacío, e incluso la temperatura. De modo que teniendo en cuenta la tensión de vacío del panel y el valor máximo que soporta el inversor, el número máximo de placas serie serían $1000V/45,59V = 21,93$ placas, redondeando a 21 placas en serie como máximo. Por lo tanto un valor más restrictivo que el anterior. Si se tiene en cuenta una temperatura de 0° para el diseño, se otorgará todavía más fiabilidad y seguridad a la instalación ya que para la zona de interés este valor de temperatura difícilmente se dará, por lo tanto, teniendo en cuenta el valor máximo que admite el inversor y la tensión del panel que se ha calculado en el apartado de este proyecto dedicado a la placa de AXITEC, para ese valor de temperatura se tiene que $1000V/49,29V = 20,28$ paneles serie, esto es 20 placas en serie como máximo.

Se debe recalcar que esas restricciones se dan según el proyectista y es importante no sobrepasarse en las restricciones para no infrautilizar la capacidad del inversor. En este caso esa temperatura de 0° puede parecer excesiva sabiendo que difícilmente el panel trabaje por debajo de 25° en la zona mencionada, se dan por lo tanto 25° de margen, que pueden parecer excesivos, sin embargo la restricción considerada no es tan fuerte ni infrautiliza el inversor, teniendo en cuenta además que el agua del embalse permitirá refrigerar y trabajar a una temperatura inferior de lo que se haría en una zona árida.

Teniendo en cuenta los 4062 paneles por inversor y los 20 paneles en serie se calculan las líneas en paralelo: $4062/20 = 203,1$ líneas, esto es 203 líneas en paralelo o strings para cada inversor. En este caso redondear a una línea más se considera inadecuado por varios motivos, por una parte, el redondeo sería de casi una línea más ya que hay una diferencia importante a redondear y hacerlo supondría incrementar la V de la instalación de forma considerable, además de añadir una nueva rama por la que circulará corriente, lo cual puede sobrepasar el límite de un inversor que ya está trabajando prácticamente al máximo de sus posibilidades recomendadas debido a la posibilidad de sobredimensionamiento, por lo tanto forzar más el inversor es un riesgo que el proyectista no debería asumir y que en este caso como es evidente, no se asume.

Entonces, considerando 19 inversores la potencia pico instalada en placas será de $4060 \cdot 320 \cdot 19 = 24684800$ Wpico.

En caso de utilizar 18 inversores se tendrían 23385600 Wpico.

Se puede ver por lo tanto que en ambos casos se tiene una potencia en el campo fotovoltaico superior a 20MW. Por lo que es importante tener en cuenta que la potencia instalada en la planta diferirá de la potencia de salida, ya no solo por las pérdidas, sino porque el inversor a su salida ofrecía 1,1MW, lo que suponía 19,8MW para 18 inversores y 20,9MW de salida para 19 inversores.

En cuanto a la Intensidad máxima se tiene que : $I_{max} = I_{pico} \cdot N^{\circ} \text{lineas}$, esto es $8,58 \cdot 203 = 1741,74$ Amperios, un valor por debajo del máximo permitido por el inversor, el cual es de 1800 A.

La tensión pico de trabajo se calcula como $V_{pico} = N^{\circ} \text{placas en serie } V_{pico} \text{ de la placa}$, esto es $V_{pico} = 20 * 37,97 = 747,8V$, un valor inferior al máximo permitido para trabajar en el punto de máxima potencia, este es de 910V tal y como se da en la hoja de características.

En cuanto a la intensidad del campo fotovoltaico se tiene que:

Intensidad campo fotovoltaico = $I_{pico} * N^{\circ} \text{líneas paralelo} * N^{\circ} \text{inversores}$, de modo que para 19 inversores se tiene $I \text{ campo fotov.} = 8,58 * 203 * 19 = 33093,06 \text{ A}$, mientras que para 18 inversores se tiene 31351,32 A.

OPCIÓN DE 50MW con INVERSORES de 1,3MW

Para este caso se tiene que: $50MW / 1,1MW = 45,45$ inversores, por lo tanto posibilidad de 45 inversores o 46 inversores. Para la primera opción se tendrían $45 * 1,1MW = 49,5MW$ y para la segunda $46 * 1,1MW = 50,6MW$. Teniendo en cuenta que el inversor es el mismo que en el caso anterior se tiene el mismo número de placas serie y líneas paralelo.

La potencia pico de placas por inversor es de $4060 * 320 = 1299200Wp$, por lo tanto para 45 inversores se tienen 58464000Wp y para 46 inversores se tienen 59763200 Wp.

Con esto la $I_{max} = 1741,74 \text{ A} < 1800 \text{ A}$ y la $V_{trabajo} = 747,8V < 910V$.

La intensidad del campo fotovoltaico es, para 45 inversores de: $8,58 * 203 * 45 = 78378,3 \text{ A}$ y para 46 inversores se tiene que: $8,58 * 203 * 46 = 80120,04 \text{ A}$.

OPCIÓN DE 80MW con INVERSORES de 1,3MW

Para este caso se tiene que: $80MW / 1,1MW = 72,72$ inversores, esto es, para el caso de 72 inversores se tienen 93542400 Wp y para el caso de 73 inversores se tienen 94841600Wp. Los valores de I_{max} y $V_{trabajo}$ siguen siendo los mismos que para el caso anterior y la $I_{campo \text{ fotovoltaico}} = 125405,28 \text{ A}$ para 72 inversores y de 127147,02 A para 73 inversores.

OPCIÓN DE 100MW con INVERSORES de 1,3MW

Se tiene que $100MW / 1,1MW = 90,90$ inversores, esto es 99MW para el caso de 90 inversores o 100,1MW para el caso de 91 inversores.

El número de paneles por inversor: $1300000 \text{ W} / 320 \text{ W} = 4062,5$ paneles, esto es 4062 paneles a priori.

$N^{\circ} \text{máximo de placas en serie: } 910V / 37,97V = 23,96$ placas, esto es 23 placas en serie.

Teniendo en cuenta tensión límite y de vacío, se tiene : $1000V / 45,59V = 21,93$ placas serie, esto es 21 placas serie.

Y teniendo en cuenta la temperatura a 0° , se tiene que. $1000V / 49,29V = 20,28$ placas, esto es 20 placas en serie como máximo. Siendo este el valor definitivo por ser el más restrictivo.

En cuanto a líneas en paralelo se tiene: $4062 / 20 = 203,1$ líneas, esto es 203 líneas paralelo. Por lo tanto se tiene $203 * 20 = 4060$ paneles por inversor.

Y la potencia instalada sería para 91 inversores de $4060 \times 320 \times 91 = 118227200$ Wp
Y de $40 \times 320 \times 90 = 116928000$ Wp para el caso de 90 inversores. Y de una
Intensidad de campo fotovoltaico de 158498,34 A y 156756,6 A respectivamente.
Cumpliendo los límites con una I_{max} de 1741,74 A y una V_{pico} de trabajo de
747,8V.

CÁLCULOS CON INVERSORES DE 1,4MW:

A continuación se harán los cálculos con el inversor de 1,4MW diseñado por
GAMESA:

En este caso se puede ver que se tiene la posibilidad de conectar en el campo
fotovoltaico una potencia recomendada que abarca desde los 1,4MW hasta los
1,8MW, es decir, para el caso de 1,8MW se tiene una capacidad de potencia
instalada a la entrada del inversor un 31,38% superior de la que se puede dar a la
salida, la cual es de 1,37MW por inversor, lo que supone que se llegue a
sobredimensionar compensando un 23,88% de pérdidas. Esto es,
 $1,8MW/1,37MW = 1,3138$ es decir un 31,38% y $1,8 - 1,37/1,8 = 23,88\%$.

Se puede adelantar que esa compensación de pérdidas no será la definitiva ya que
para el uso de estos inversores, ha sido necesario la eliminación de algunas líneas
para no superar la intensidad límite permitida, por lo tanto el número de paneles
máximos recomendados para el inversor se ha visto reducido y ha supuesto que
esa compensación de pérdidas quede realmente en 12,27%.

Es importante comentar que en el inversor de 1,3MW no se daba un rango de
potencia recomendada, únicamente se daba un valor. En este caso sí se da un rango
de valores, con ello, la elección es aprovechar el valor máximo recomendado
garantizado por el fabricante, esto es, 1,8MW ya que en caso de optar por el valor
mínimo recomendado únicamente se sobredimensionaría para cubrir un 2,14% de
pérdidas además de incurrir en el riesgo de trabajar por debajo del valor
recomendado, ya que no se trabaja en condiciones ideales ni tampoco se ha tenido
en cuenta para ese 2,14% la reducción de líneas. Con la que sí se estaría forzando a
trabajar por debajo del rango de valores recomendados por el fabricante.

OPCIÓN DE 20MW con INVERSORES de 1,4MW

Se tiene que el número de paneles que admite el inversor es de 1800000 W/320
W=5625 paneles. El número máximo de paneles en serie es de
 $910V/37,97V = 23,96$ paneles, redondeando a 23 placas serie máximo.

Teniendo en cuenta la tensión límite y la tensión vacío del panel se tiene:
 $1000V/45,59V = 21,93$ paneles, esto es 21 paneles serie máximo.

Si se tiene también en cuenta la temperatura, fijando un valor de 0° se tiene que
 $1000V/49,29V = 20,28$ paneles, que se redondean en 20 paneles en serie máximo.

Con esto se procede a obtener el número de líneas paralelo: $5625/20 = 281,25$
líneas, esto es, 281 líneas paralelo.

Por lo tanto se tienen $20 \times 281 = 5620$ paneles por inversor lo que se traduce en una
potencia pico en placas para cada inversor de 1798400 Wpico.

El número de inversores es de $20\text{MW}/1,37\text{MW} = 14,59$ inversores, por lo tanto para el caso de 14 inversores se tienen 19,18MW y para 15 inversores se tienen 20,55MW.

Ahora bien, se calcula la I máxima y se tiene un problema: $8,58 \cdot 281 = 2410,98$ A. Este valor es superior al que permite el inversor en su hoja de características, esto es $2410,98 \text{ A} > 2100 \text{ A}$, por lo tanto se tienen que eliminar líneas para solucionar el problema. Se procede a determinar el nuevo número de líneas:

$2410,98 - 2100 / 8,58 = 36,24$ líneas, esto es, 37 líneas a eliminar, por lo tanto $281 - 37 = 244$ líneas en paralelo para cada inversor.

Con lo que se tiene una I_{max} de $8,58 \cdot 244 = 2093,52$ A la cual es bastante próxima a la máxima que permite el fabricante.

La V_{pico} de trabajo es de $20 \cdot 37,39 = 747,8\text{V} < 910\text{V}$.

Con el valor de las líneas recalculadas y las placas en serie máximas se tiene que cada inversor pasa de admitir 5625 paneles a 4880 paneles.

De modo que para 14 inversores se tendría una potencia instalada de $4880 \cdot 320 \cdot 14 = 21862400$ Wp y una Intensidad en el campo fotovoltaico de $8,58 \cdot 244 \cdot 14 = 29309,28$ A.

Y para 15 inversores se tendría: $4880 \cdot 320 \cdot 15 = 23424000$ Wp y una intensidad en el campo fotovoltaico de 31402,8 A.

Se tiene entonces que cada inversor no tendría a su entrada el valor máximo recomendado, esto es, se tendrían $4880 \cdot 320 = 1561600\text{W}$, valor que por cierto sigue estando dentro del rango recomendado de 1,4MW-1,8MW. Esta reducción debido a las restricciones que se han impuesto supone también que la compensación de pérdidas quede en lugar del 23,88% inicial en $1561600\text{W} - 1370000 / 1561600 = 12,27\%$, lo cual supone una reducción significativa respecto al valor inicial.

OPCIÓN DE 2,74MW con INVERSORES de 1,4MW

Para esta opción se tendrán $2740000 / 1370000 = 2$ inversores

Igual que en los casos anteriores para 1,4MW, se tienen 244 líneas paralelo, esto es, 244 strings con 20 placas serie.

Un total de $4880 \cdot 320 \cdot 2 = 3.123.200\text{Wp}$

$I_{\text{campo fotovoltaico}} = 8,58 \cdot 244 \cdot 2 = 4187,04$ A

Igual que en el resto de opciones con inversores de 1,4 MW $I_{\text{max}} = 2093,52$ A y una V_{pico} de 747,8 V.

Total de paneles: $4880 \cdot 2 = 9760$ paneles

Total de líneas paralelo = $244 \cdot 2 = 488$ strings

OPCIÓN DE 50MW con INVERSORES de 1,4MW

En este caso se tiene $50\text{MW} / 1,37\text{MW} = 36,49$ inversores para hacer frente a esa potencia, lo que supone que para el caso de 36 inversores se tengan 49,32MW de salida, y para el caso de 37 inversores se tengan 50,69 MW.

Teniendo en cuenta la eliminación de líneas y la hoja de características se tienen igual que en el caso anterior, 244 líneas en paralelo con 20 placas en serie, lo que supone para 36 inversores una potencia instalada de $4880 \cdot 320 \cdot 36 = 56217600$ Wp y para 37 inversores $4880 \cdot 320 \cdot 37 = 57779200$ Wp. Con una I del campo

fotovoltaico de $8,58 \cdot 244 \cdot 36 = 75366,72$ A para 36 inversores y de $8,58 \cdot 244 \cdot 37 = 77460,24$ A para 37 inversores.

Obteniendo los mismos valores de I_{max} y V_{pico} de trabajo que para el resto de casos propuestos para este inversor.

OPCIÓN DE 80MW con INVERSORES de 1,4MW

Número de inversores: $80MW/1,37MW = 58,39$, redondeando a 58 se tienen 79,46MW y redondeando a 59 se tienen 80,83MW.

Teniendo en cuenta la eliminación de líneas, para 58 inversores se tiene: $4880 \cdot 320 \cdot 58 = 90572800$ Wp con una intensidad de campo fotovoltaico de $8,58 \cdot 244 \cdot 58 = 121424,16$ A.

Para 59 inversores se tiene $4880 \cdot 320 \cdot 59 = 90624000$ Wp de potencia instalada en el campo fotovoltaico y una I de campo fotovoltaico de $8,58 \cdot 244 \cdot 59 = 123517,68$ A. Obteniendo los mismos valores de I_{max} y V_{pico} de trabajo que para el resto de casos propuestos para este inversor.

OPCIÓN DE 100MW con INVERSORES de 1,4MW

Se tiene que $100MW/1,37MW = 72,99$, esto es 73 inversores, obteniendo 100,01MW.

Teniendo en cuenta la eliminación de líneas y demás restricciones se tienen 20 placas serie como máximo y 244 líneas paralelo, obteniendo los mismos valores de I_{max} y V_{pico} de trabajo que para el resto de casos propuestos para este inversor. El total de paneles por inversor sería de 4880 paneles, y por lo tanto habría un total de 356240 paneles y por lo tanto con una potencia instalada para esos 73 inversores de 113996800Wpico y una intensidad de campo fotovoltaico de 152826,96 A.

CÁLCULOS CON INVERSORES DE 2,25MW

A continuación se harán los cálculos con el inversor de 2,25MW, diseñado por GAMESA, en este caso solo se plasmarán para la opción de 100MW ya que el uso de este inversor queda descartado por algunos de los datos que presenta la hoja de características y que se comentarán a medida que se desarrolle el cálculo.

Utilizando estos inversores se tendría la posibilidad de colocar un $2,7MW/2,25MW = 20\%$ más de potencia continua en el campo fotovoltaico que de potencia nominal de salida en corriente alterna del inversor, con lo que se compensarían pérdidas por valor de $2700 - 2250 / 2700 = 16,67\%$.

Hay que destacar en este caso el dato principal que tras desarrollar el cálculo permite catalogar esta opción como descartable. Este es el rango de tensión MPPT, el cual se sitúa entre 935V y 1250V y una tensión límite de 1500 V la cual no se puede aprovechar al máximo porque el límite de tensión del sistema para el panel es de 1000V por lo tanto este es el valor máximo a considerar, siendo un valor relativamente cercano a los 935V mínimos para garantizar que se trabaje en el punto de máxima potencia, por lo que se tiene en principio un margen de 65V para evitar dañar la instalación y para que esta trabaje en el MPPT. Según el proyectista

un margen de 65V puede considerarse aceptable en según que instalaciones, pero hay que tener en cuenta que el valor de V_{mpp} que se considera en los cálculos corresponde a unas condiciones favorables que se darán únicamente en momentos puntuales, por lo tanto esos 65V suponen un margen algo ajustado para esta instalación, de todas formas se ha procedido a desarrollar el cálculo para valorar también posibles modificaciones que mejoren la situación.

OPCIÓN DE 100MW con INVERSORES de 2,25MW

Se tiene que $100\text{MW}/2,25\text{MW}=44,44$ inversores, esto es, 99MW para 44 inversores y 101,25MW para 45 inversores.

El número de paneles serie de $2700000/320 = 8437,5$ paneles, esto es, 8437 paneles por inversores.

Limitando la tensión a 1000V y redondeando se tiene que $1000\text{V}/49,29\text{V}= 20,28$ paneles, esto es 20 placas máximo en serie.

Obteniendo $8437/20=421,85$ líneas paralelo, esto es 421 líneas paralelo por inversor.

Siendo por lo tanto el total de placas por inversor, de $20*421=8420$ paneles, con una potencia pico instalada en placas de $8420*320*44=118553600\text{Wpico}$ para 44 inversores y de $8430*320*45=12124800\text{Wpico}$ para 45 inversores.

En cuanto a la I_{max} se tiene un problema: $8,58*421=3612,8\text{ A} >2500\text{ A}$, por lo tanto es necesario eliminar líneas.

En cuanto a la V_{pico} de trabajo se tiene que: $n^{\circ}\text{placas serie}*V_{pico}\text{ placa}=747,8\text{V}<1250\text{V}$ y por lo tanto se da otro problema, y es que este valor esta fuera del rango MPPT ya que no forma parte del intervalo [935-1250]V.

Entonces, con el fin de solucionar estos problemas y por lo tanto mejorar la viabilidad de esta opción se procede de la siguiente forma:

Se prueba a eliminar la restricción de la temperatura a 0° , esto ya supone una menor fiabilidad en lo que a seguridad se refiere, y se tiene: $1000\text{V}/45,59\text{V}=21,93$ paneles, esto es 21 paneles en serio máximo, lo que supondría $21*27,39=785,19\text{V}$, es decir, sigue fuera del rango MPPT, incluso redondeando a 22 paneles quedaría fuera de ese rango. Para poder estar situarse en valores que permitan trabajar en el punto de máxima potencia, se necesitarán mínimo: $935\text{V}/37,39\text{V}=25,0066$ paneles, esto es 26 paneles en serie mínimo.

Con el V_{mpp} del panel, se tiene que $1000\text{V}/37,97\text{V}=26,33$ paneles, esto es 26 paneles en serie máximo, que por lo tanto supondría que el máximo posible obtenido coincida con el mínimo necesario, lo que supone una situación de riesgo, además, hay que tener en cuenta, que se ha utilizado el V_{mpp} , y no la tensión en circuito abierto, ya que de utilizarse, el cociente que determina las placas serie máximo sería menor, por lo tanto se estaría obviando la situación de tensión en circuito abierto.

Con estos valores se obtendrían $8437/26=324,5$ líneas, esto es 324 líneas paralelo por inversor y $26*324=8424$ paneles por inversor.

Lo que supondría una potencia pico instalada de $8424*320*45=118609920\text{Wpico}$ para 44 inversores y $8424*320*45=121305600\text{Wpico}$ para el caso de 45 inversores. Esto es una potencia pico en placas por inversor de $8424*320=2695680\text{Wpico}$.

En cuanto al V_{pico} de trabajo se tendría que $n^{\circ}\text{placas serie}*V_{pico}\text{ placa}=987,22\text{V}$, esto es, un valor inferior a los 1000V límite y que están dentro del rango [935-

1000]V, por lo tanto se trabajaría en el MPPT ya que su rango es de [935-1250]V. El principal inconveniente que se da es que es un valor muy cercano a 1000V, pero al hacer los cálculos con las condiciones óptimas será difícil superar incluso alcanzar esos 987,22V.

En cuanto a la I_{max} recalculada se tendría $8,58 \cdot 324 = 2779,92$ A, por lo tanto, el valor de I_{max} ha sido rebajado pero sigue siendo $2779,92$ A > 2500 A, por lo tanto para solucionar el problema es necesario eliminar líneas.

Se calcula el número de líneas sobrantes tal que:

N° líneas sobrantes = $(I_{max} \text{ campo fotovoltaico} - I_{max} \text{ inversor}) / I_{pico} = 2780 - 2500 / 8,58 = 32,63$ líneas, esto es 33 líneas a eliminar, con lo que se finalmente se tendrían: $324 - 33 = 291$ líneas en paralelo, lo que supondría $26 \cdot 291 = 7566$ paneles por inversor, que supone una potencia en placas por inversor de $7566 \cdot 320 = 2421120$ Wp, por lo tanto para 44 inversores se tendrá una potencia total de 10652980 Wp y para el caso de 45 inversores se tendrá 108950400 Wp.

Y la I_{max} quedaría definitivamente en $8,58 \cdot 291 = 2496,78$ A < 2500 A, es decir, la I_{max} no supera el valor límite, pero es muy cercano a ese valor, ya que el margen es inferior a los solo 4 A y por lo tanto es otro riesgo a tener en cuenta.

Y la Intensidad del campo fotovoltaico que se tendría para 44 inversores sería de $8,58 \cdot 45 \cdot 291 = 112355,1$ A pico, mientras que para 45 inversores se tendrían 109858,32 A pico.

7-CÁLCULO OCUPACIÓN:

-INVERSORES:

Sabiendo lo que ocupa cada inversor y la separación entre ellos se tiene que el ancho y la profundidad es de 4,45 metros y 3,035 metros respectivamente. Por lo tanto: $4,45 \cdot 3,035 = 13,51 \text{m}^2$

-PANELES:

A continuación se calculará la distancia entre filas de paneles en función de la latitud con la finalidad de evitar sombras, se calculará primero para la opción de panel vertical y posteriormente para la opción de panel horizontal teniendo como las imágenes del apartado ocupación de paneles e inversores.

PANEL VERTICAL:

$h = \text{altura del panel} \cdot \sin(\alpha)$, esto es: $h = 1,956 \cdot \sin(35^{\circ}) = 1,13 \text{m}$

$m = \text{altura del panel} \cdot \cos(\alpha)$, esto es: $m = 1,956 \cdot \cos(35^{\circ}) = 1,61 \text{m}$

Para la obtención de l se tiene en cuenta la latitud, ya que en caso de obviarla los paneles podrían hacerse sombra.

En este caso la latitud del embalse es de valor inferior pero muy cercano a 39° , por lo tanto su valor de K servirá.

Se tiene entonces que: $l = 2,475 \cdot 1,13 = 2,8 \text{m}$ y por lo tanto $s = 1,61 + 2,8 = 4,41 \text{m}$

PANEL HORIZONTAL:

Se realiza el mismo procedimiento que en el caso anterior:

$h = \text{altura del panel} \cdot \sin(\alpha)$, esto es: $h = 0,992 \cdot \sin(35^\circ) = 0,57\text{m}$

$m = \text{altura del panel} \cdot \cos(\alpha)$, esto es: $m = 0,992 \cdot \cos(35^\circ) = 0,82\text{m}$

$l = K \cdot h$

$l = 2,475 \cdot 0,57 = 1,41\text{m}$

$s = 0,82 + 1,41 = 2,23\text{ m}$

Considerando también una separación lateral de 0,05m, lo que al final supondrá 0,1m de separación entre paneles de la misma línea, se obtiene una superficie de: $2,056 \cdot 2,23 = 4,59\text{m}^2$

8-PRODUCCIÓN:

OPCIÓN DE 20MW CON ÁNGULO FIJO

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 19 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 15 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	125,55	33093,06	4154833,683	31402,8	3942621,54
FEBRERO	133,28	33093,06	4410643,037	31402,8	4185365,184
MARZO	179,18	33093,06	5929614,491	31402,8	5626753,704
ABRIL	177	33093,06	5857471,62	31402,8	5558295,6
MAYO	196,54	33093,06	6504110,012	31402,8	6171906,312
JUNIO	202,8	33093,06	6711272,568	31402,8	6368487,84
JULIO	220,1	33093,06	7283782,506	31402,8	6911756,28
AGOSTO	208,63	33093,06	6904205,108	31402,8	6551566,164
SEPTIEMBRE	178,2	33093,06	5897183,292	31402,8	5595978,96
OCTUBRE	161,2	33093,06	5334601,272	31402,8	5062131,36
NOVIEMBRE	125,1	33093,06	4139941,806	31402,8	3928490,28
DICIEMBRE	114,08	33093,06	3775256,285	31402,8	3582431,424
SUMA	2021,66		66902915,68		63485784,65
			50030000345		47474669760

PARA INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 66902915,68 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $66902915,68 * 747,8 = 50030000345$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 24684800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $50030000345 / 24684800 = 2026,75332$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $50030000345 * 0,815 = 40774450281$ Wh/año , esto es **40774450,28 kWh/año.**

HSP real= $40774450281 / 24684800 = 1651,803956$.

PARA INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 63485784,65 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $63485784,65 * 747,8 = 47474669760$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 23424000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $47474669760 / 23424000 = 2026,75332$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $47474669760 * 0,815 = 38691855854$ Wh/año , esto es **38691855,85 kWh/año.**

HSP real= $38691855854 / 23424000 = 1651,803956$ HSP

OPCIÓN DE 20MW CON DOBLE INCLINACIÓN:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 19 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 15 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	138,88	33093,06	4595964,173	31402,8	4361220,864
FEBRERO	140,56	33093,06	4651560,514	31402,8	4413977,568
MARZO	176,39	33093,06	5837284,853	31402,8	5539139,892
ABRIL	177,3	33093,06	5867399,538	31402,8	5567716,44
MAYO	207,39	33093,06	6863169,713	31402,8	6512626,692
JUNIO	219,9	33093,06	7277163,894	31402,8	6905475,72

JULIO	235,91	33093,06	7806983,785	31402,8	7408234,548
AGOSTO	213,28	33093,06	7058087,837	31402,8	6697589,184
SEPTIEMBRE	170,7	33093,06	5648985,342	31402,8	5360457,96
OCTUBRE	165,85	33093,06	5488484,001	31402,8	5208154,38
NOVIEMBRE	136,5	33093,06	4517202,69	31402,8	4286482,2
DICIEMBRE	127,72	33093,06	4226645,623	31402,8	4010765,616
SUMA	2110,38		69838931,96		66271841,06
			52225553322		49558082748

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 69838931,96 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= 69838931,96 *747,8= 52225553322 Wh/año

La potencia instalada en placas es de 24684800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: 52225553322 /24684800 = 2115,696839 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=52225553322*0,815= **42563825957 Wh/año** , esto es **42563825,96 kWh/año**.

HSP real= 42563825957 /24684800 = 1724,292923 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 66271841,06 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= 66902915,68*747,8 = 49558082748 Wh/año

La potencia instalada en placas es de 23424000Wp con lo que se calcula el valor Wh/Wpico: 49558082748/23424000= 2115,696839 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= 49558082748*0,815= **40389837439 Wh/año** , esto es 40389837,44 kWh/año.

HSP real=40389837439 /23424000 =1724,292923 HSP

OPCIÓN DE 20MW CON INCLINACIÓN MENSUAL:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 19 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 15 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN

ENERO	139,81	33093,06	4626740,719	31402,8	4390425,468
FEBRERO	140,56	33093,06	4651560,514	31402,8	4413977,568
MARZO	180,11	33093,06	5960391,037	31402,8	5655958,308
ABRIL	178,5	33093,06	5907111,21	31402,8	5605399,8
MAYO	208,01	33093,06	6883687,411	31402,8	6532096,428
JUNIO	223,5	33093,06	7396298,91	31402,8	7018525,8
JULIO	238,08	33093,06	7878795,725	31402,8	7476378,624
AGOSTO	213,59	33093,06	7068346,685	31402,8	6707324,052
SEPTIEMBRE	178,2	33093,06	5897183,292	31402,8	5595978,96
OCTUBRE	166,47	33093,06	5509001,698	31402,8	5227624,116
NOVIEMBRE	137,1	33093,06	4537058,526	31402,8	4305323,88
DICIEMBRE	129,58	33093,06	4288198,715	31402,8	4069174,824
SUMA	2133,51		70604374,44		66998187,83
			52797951207		50101244858

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 70604374,44 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $70604374,44 * 747,8 = 52797951207$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 24684800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $52797951207 / 24684800 = 2138,885112$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $52797951207 * 0,815 = 43030330233$ Wh/año, esto es **43030330,23kWh/año.**

HSP real= $43030330233 / 24684800 = 1743,191366$ HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 66998187,83 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $66998187,83 * 747,8 = 50101244858$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 23424000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **50101244858** /23424000 = 2138,885112 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**50101244858***0,815= 40832514559 Wh/año , esto es **40832514,56 kWh/año.**

HSP real = 40832514559 /23424000 = 1743,191366 HSP

OPCIÓN DE 20MW CON SEGUIMIENTO:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 19 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 15 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	161,51	33093,06	5344860,121	31402,8	5071866,228
FEBRERO	170,8	33093,06	5652294,648	31402,8	5363598,24
MARZO	231,57	33093,06	7663359,904	31402,8	7271946,396
ABRIL	239,1	33093,06	7912550,646	31402,8	7508409,48
MAYO	282,41	33093,06	9345811,075	31402,8	8868464,748
JUNIO	305,4	33093,06	10106620,52	31402,8	9590415,12
JULIO	327,98	33093,06	10853861,82	31402,8	10299490,34
AGOSTO	289,85	33093,06	9592023,441	31402,8	9102101,58
SEPTIEMBRE	232,8	33093,06	7704064,368	31402,8	7310571,84
OCTUBRE	206,46	33093,06	6832393,168	31402,8	6483422,088
NOVIEMBRE	160,5	33093,06	5311436,13	31402,8	5040149,4
DICIEMBRE	147,56	33093,06	4883211,934	31402,8	4633797,168
SUMA:	2755,94		91202487,78		86544232,63
			68201220359		6471777162

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 91202487,78 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= 91202487,78 *747,8= 68201220359 Wh/año

La potencia instalada en placas es de 24684800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: 68201220359 /24684800 = 2762,883246 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=68201220359*0,815= **55583994593 Wh/año** , esto es **55583994,59 kWh/año.**

HSP real= 55583994593 /24684800 = 2251,749846 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= 86544232,63 Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= 86544232,63 *747,8= 64717777162 Wh/año
 La potencia instalada en placas es de 23424000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: 64717777162 /23424000 = 2762,883246 h/año
 Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:
 Producción=64717777162*0,815= **52744988387 Wh/año** , esto es **52744988,39 kWh/año**.
 HSP real= 64717777162 /23424000 = 2251,749846 HSP

OPCIÓN DE 2,74 MW CON ÁNGULO FIJO

		INVERSOR DE 1,4MW con 2 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	125,55	4187,04	525682,872
FEBRERO	133,28	4187,04	558048,6912
MARZO	179,18	4187,04	750233,8272
ABRIL	177	4187,04	741106,08
MAYO	196,54	4187,04	822920,8416
JUNIO	202,8	4187,04	849131,712
JULIO	220,1	4187,04	921567,504
AGOSTO	208,63	4187,04	873542,1552
SEPTIEMBRE	178,2	4187,04	746130,528
OCTUBRE	161,2	4187,04	674950,848
NOVIEMBRE	125,1	4187,04	523798,704
DICIEMBRE	114,08	4187,04	477657,5232
SUMA	2021,66		8464771,286
			6329955968

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **8464771,286 Ah/año**
 La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:
 Producción anual= **8464771,286*747,8= 6329955968 Wh/año**

La potencia instalada en placas es de 3123200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $6329955968/3123200= 2026$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $6329955968 * 0,815= 5158914114$ Wh/año , esto es **5158914,11 kWh/año.**

HSP real= $5158914114/3123200 = 1651,80$ HSP

OPCIÓN DE 2,74MW CON DOBLE INCLINACIÓN:

		INVERSOR DE 1,4MW con 2 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	138,88	4187,04	581496,1152
FEBRERO	140,56	4187,04	588530,3424
MARZO	176,39	4187,04	738551,9856
ABRIL	177,3	4187,04	742362,192
MAYO	207,39	4187,04	868350,2256
JUNIO	219,9	4187,04	920730,096
JULIO	235,91	4187,04	987764,6064
AGOSTO	213,28	4187,04	893011,8912
SEPTIEMBRE	170,7	4187,04	714727,728
OCTUBRE	165,85	4187,04	694420,584
NOVIEMBRE	136,5	4187,04	571530,96
DICIEMBRE	127,72	4187,04	534768,7488
SUMA	2110,38		8836245,475
			6607744366

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **8836245,475** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $8836245,475 * 747,8= 6607744366$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 3123200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $6607744366/3123200 = 2115,69$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $6607744366 * 0,815 = 5385311658$ Wh/año, esto es **5385311,66 kWh/año.**

HSP real= $5385311658/3123200 = 1724,29$ HSP

OPCIÓN DE 2,74MW CON INCLINACIÓN MENSUAL:

		INVERSOR DE 1,4MW con 2 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	139,81	4187,04	585390,0624
FEBRERO	140,56	4187,04	588530,3424
MARZO	180,11	4187,04	754127,7744
ABRIL	178,5	4187,04	747386,64
MAYO	208,01	4187,04	870946,1904
JUNIO	223,5	4187,04	935803,44
JULIO	238,08	4187,04	996850,4832
AGOSTO	213,59	4187,04	894309,8736
SEPTIEMBRE	178,2	4187,04	746130,528
OCTUBRE	166,47	4187,04	697016,5488
NOVIEMBRE	137,1	4187,04	574043,184
DICIEMBRE	129,58	4187,04	542556,6432
SUMA	2133,51		8933091,71
			6680165981

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **8933091,71** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $8933091,71 * 747,8 = 6680165981$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 3123200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $6680165981/3123200 = 2138,88$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **6680165981***0,815= 5444335275 Wh/año , esto es **5444335,27 kWh/año**.

HSP real= 5444335275/3123200 = 1743,19 HSP

OPCIÓN DE 2,74MW CON SEGUIMIENTO:

		INVERSOR DE 1,4MW con 2 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	161,51	4187,04	676248,8304
FEBRERO	170,8	4187,04	715146,432
MARZO	231,57	4187,04	969592,8528
ABRIL	239,1	4187,04	1001121,264
MAYO	282,41	4187,04	1182461,966
JUNIO	305,4	4187,04	1278722,016
JULIO	327,98	4187,04	1373265,379
AGOSTO	289,85	4187,04	1213613,544
SEPTIEMBRE	232,8	4187,04	974742,912
OCTUBRE	206,46	4187,04	864456,2784
NOVIEMBRE	160,5	4187,04	672019,92
DICIEMBRE	147,56	4187,04	617839,6224
SUMA	2755,94		11539231,02
			8629036955

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **11539231,02** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **11539231,02***747,8= **8629036955**Wh/año

La potencia instalada en placas es de 3123200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **8629036955/3123200= 2762,88h/año**

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **8629036955***0,815= 7032665118 Wh/año , esto es **7032665,118 kWh/año**.

HSP real= 7032665118/3123200 = 2251,75 HSP

OPCIÓN DE 50MW CON ÁNGULO FIJO:

		INVERSOR DE 1,3MW con 46 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 37 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN

ENERO	125,55	80120,04	10059071,02	77460,24	9725133,132
FEBRERO	133,28	80120,04	10678398,93	77460,24	10323900,79
MARZO	179,18	80120,04	14355908,77	77460,24	13879325,8
ABRIL	177	80120,04	14181247,08	77460,24	13710462,48
MAYO	196,54	80120,04	15746792,66	77460,24	15224035,57
JUNIO	202,8	80120,04	16248344,11	77460,24	15708936,67
JULIO	220,1	80120,04	17634420,8	77460,24	17048998,82
AGOSTO	208,63	80120,04	16715443,95	77460,24	16160529,87
SEPTIEMBRE	178,2	80120,04	14277391,13	77460,24	13803414,77
OCTUBRE	161,2	80120,04	12915350,45	77460,24	12486590,69
NOVIEMBRE	125,1	80120,04	10023017	77460,24	9690276,024
DICIEMBRE	114,08	80120,04	9140094,163	77460,24	8836664,179
SUMA	2021,66		161975480,1		156598268,8
			1,21125E+11		1,17104E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **161975480,1** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **161975480,1** *747,8= **1,21125E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 59763200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,21125E+11** / 59763200 = 2026,75332 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **1,21125E+11** *0,815= 98717090155 **Wh/año** , esto es **98717090,15 kWh/año**.

HSP real= 98717090155 /59763200 = 1651,803956 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **156598268,8** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **156598268,8** *747,8= **1,17104E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 57779200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,17104E+11** /57779200 = 2026,75332 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $1,17104E+11 * 0,815 = 95439911107 \text{ Wh/año}$, esto es **95439911,11 kWh/año**.

HSP real= $95439911107 / 57779200 = 1651,803956 \text{ HSP}$

OPCIÓN DE 50MW CON DOBLE INCLINACIÓN:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 46 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 37 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	138,88	80120,04	11127071,16	77460,24	10757678,13
FEBRERO	140,56	80120,04	11261672,82	77460,24	10887811,33
MARZO	176,39	80120,04	14132373,86	77460,24	13663211,73
ABRIL	177,3	80120,04	14205283,09	77460,24	13733700,55
MAYO	207,39	80120,04	16616095,1	77460,24	16064479,17
JUNIO	219,9	80120,04	17618396,8	77460,24	17033506,78
JULIO	235,91	80120,04	18901118,64	77460,24	18273645,22
AGOSTO	213,28	80120,04	17088002,13	77460,24	16520719,99
SEPTIEMBRE	170,7	80120,04	13676490,83	77460,24	13222462,97
OCTUBRE	165,85	80120,04	13287908,63	77460,24	12846780,8
NOVIEMBRE	136,5	80120,04	10936385,46	77460,24	10573322,76
DICIEMBRE	127,72	80120,04	10232931,51	77460,24	9893221,853
SUMA	2110,38		169083730		163470541,3
			1,26441E+11		1,22243E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **169083730 Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $169083730 * 747,8 = 1,26441E+11 \text{ Wh/año}$

La potencia instalada en placas es de 59763200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $1,26441E+11 / 59763200 = 2115,696839$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $1,26441E+11 * 0,815 = 1,03049E+11$ Wh/año , esto es **103049262,8 kWh/año.**

HSP real= $1,03049E+11 / 59763200 = 1724,292923$ HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **163470541,3** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $163470541,3 * 747,8 = 1,22243E+11$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 57779200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $1,22243E+11 / 57779200 = 2115,696839$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $1,22243E+11 * 0,815 = 99628265684$ Wh/año , esto es **99628265,68 kWh/año.**

HSP real= $99628265684 / 57779200 = 1724,292923$ HSP

OPCIÓN DE 50MW CON INCLINACIÓN MENSUAL:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 46 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 37 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	139,81	80120,04	11201582,79	77460,24	10829716,15
FEBRERO	140,56	80120,04	11261672,82	77460,24	10887811,33
MARZO	180,11	80120,04	14430420,4	77460,24	13951363,83
ABRIL	178,5	80120,04	14301427,14	77460,24	13826652,84
MAYO	208,01	80120,04	16665769,52	77460,24	16112504,52
JUNIO	223,5	80120,04	17906828,94	77460,24	17312363,64
JULIO	238,08	80120,04	19074979,12	77460,24	18441733,94
AGOSTO	213,59	80120,04	17112839,34	77460,24	16544732,66
SEPTIEMBRE	178,2	80120,04	14277391,13	77460,24	13803414,77
OCTUBRE	166,47	80120,04	13337583,06	77460,24	12894806,15

NOVIEMBRE	137,1	80120,04	10984457,48	77460,24	10619798,9
DICIEMBRE	129,58	80120,04	10381954,78	77460,24	10037297,9
SUMA	2133,51		170936906,5		165262196,6
			1,27827E+11		1,23583E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **170936906,5** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **170936906,5***747,8= **1,27827E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 59763200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,27827E+11**/ 59763200 = 2138,885112h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**1,27827E+11** *0,815= 1,04179E+11 **Wh/año** , esto es **104178694,2 kWh/año.**

HSP real= 1,04179E+11 /59763200 = 1743,191366 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **165262196,6** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **165262196,6** *747,8= **1,23583E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 57779200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,23583E+11** /57779200 = 2138,885112 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **1,23583E+11** *0,815= 1,0072E+11 **Wh/año** , esto es **100720202,6 kWh/año.**

HSP real= 1,0072E+11 /57779200 = 1743,191366 HSP

OPCIÓN DE 50MW CON SEGUIMIENTO:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 46 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 37 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	161,51	80120,4	12940245,8	77460,24	12510603,36
FEBRERO	170,8	80120,4	13684564,32	77460,24	13230208,99
MARZO	231,57	80120,4	18553481,03	77460,24	17937467,78
ABRIL	239,1	80120,4	19156787,64	77460,24	18520743,38
MAYO	282,41	80120,4	22626802,16	77460,24	21875546,38
JUNIO	305,4	80120,4	24468770,16	77460,24	23656357,3
JULIO	327,98	80120,4	26277888,79	77460,24	25405409,52
AGOSTO	289,85	80120,4	23222897,94	77460,24	22451850,56
SEPTIEMBRE	232,8	80120,4	18652029,12	77460,24	18032743,87

OCTUBRE	206,46	80120,4	16541657,78	77460,24	15992441,15
NOVIEMBRE	160,5	80120,4	12859324,2	77460,24	12432368,52
DICIEMBRE	147,56	80120,4	11822566,22	77460,24	11430033,01
SUMA:	2755,94		220807015,2		213475773,8
			1,65119E+11		1,59637E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **220807015,2**Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **220807015,2***747,8= **1,65119E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 59763200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,65119E+11**/ 59763200 = 2762,895661 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**1,65119E+11** *0,815= 1,34572E+11 **Wh/año** , esto es **134572381 kWh/año**.

HSP real= 1,34572E+11 /59763200 = 2251,759963 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **213475773,8** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **213475773,8***747,8= **1,59637E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 57779200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,59637E+11** /57779200 = 2762,883246 h/año

h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **1,59637E+11** *0,815= 1,30104E+11 **Wh/año** , esto es **130104304,7kWh/año**.

HSP real= 1,30104E+11 /57779200 = 2251,749846 HSP

OPCIÓN DE 80MW CON ÁNGULO FIJO:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 73 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 59 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	125,55	127147,02	15963308,36	123517,68	15507644,72
FEBRERO	133,28	127147,02	16946154,83	123517,68	16462436,39
MARZO	179,18	127147,02	22782203,04	123517,68	22131897,9
ABRIL	177	127147,02	22505022,54	123517,68	21862629,36

MAYO	196,54	127147,02	24989475,31	123517,68	24276164,83
JUNIO	202,8	127147,02	25785415,66	123517,68	25049385,5
JULIO	220,1	127147,02	27985059,1	123517,68	27186241,37
AGOSTO	208,63	127147,02	26526682,78	123517,68	25769493,58
SEPTIEMBRE	178,2	127147,02	22657598,96	123517,68	22010850,58
OCTUBRE	161,2	127147,02	20496099,62	123517,68	19911050,02
NOVIEMBRE	125,1	127147,02	15906092,2	123517,68	15452061,77
DICIEMBRE	114,08	127147,02	14504932,04	123517,68	14090896,93
SUMA	2021,66		257048044,5		249710752,9
			1,92221E+11		1,86734E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **257048044,5** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **257048044,5** *747,8= **1,92221E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 94841600 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,92221E+11** /94841600= 2026,75332 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**1,92221E+11** *0,815= 1,5666E+11 **Wh/año** , esto es **156659730 kWh/año.**

HSP real= 1,5666E+11 /94841600 = 1651,803956 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **249710752,9** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **249710752,9***747,8= 1,86734E+11 Wh/año

La potencia instalada en placas es de 90624000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: 1,86734E+11 /90624000= 2060,532542 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= 1,86734E+11*0,815= 1,52188E+11 **Wh/año** , esto es **152187966,4 kWh/año.**

HSP real= 1,52188E+11/90624000 = 1679,334021 HSP

OPCIÓN DE 80MW CON DOBLE INCLINACIÓN:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 73 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 59 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	138,88	127147,02	17658178,14	123517,68	17154135,4
FEBRERO	140,56	127147,02	17871785,13	123517,68	17361645,1
MARZO	176,39	127147,02	22427462,86	123517,68	21787283,58
ABRIL	177,3	127147,02	22543166,65	123517,68	21899684,66
MAYO	207,39	127147,02	26369020,48	123517,68	25616331,66
JUNIO	219,9	127147,02	27959629,7	123517,68	27161537,83
JULIO	235,91	127147,02	29995253,49	123517,68	29139055,89
AGOSTO	213,28	127147,02	27117916,43	123517,68	26343850,79
SEPTIEMBRE	170,7	127147,02	21703996,31	123517,68	21084467,98
OCTUBRE	165,85	127147,02	21087333,27	123517,68	20485407,23
NOVIEMBRE	136,5	127147,02	17355568,23	123517,68	16860163,32
DICIEMBRE	127,72	127147,02	16239217,39	123517,68	15775678,09
SUMA	2110,38		268328528,1		260669241,5
			2,00656E+11		1,94928E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **268328528,1Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **268328528,1***747,8= **2,00656E+11 Wh/año**

La potencia instalada en placas es de 94841600 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,00656E+11 /94841600= 2115,696839 h/año**

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**2,00656E+11** *0,815= **1,63535E+11 Wh/año** , esto es **163534699,7 kWh/año.**

HSP real= **1,63535E+11 /94841600 = 1724,292923 HSP**

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **260669241,5Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **260669241,5***747,8= **1,94928E+11 Wh/año**

La potencia instalada en placas es de 90624000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **1,94928E+11 /90624000= 2150,958453 h/año**

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **1,94928E+11** *0,815= **1,58867E+11 Wh/año** , esto es **158866693,9 kWh/año.**

HSP real= **1,58867E+11 /90624000 = 1753,031139 HSP**

OPCIÓN DE 80MW CON INCLINACIÓN MENSUAL:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 73 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 59 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	139,81	127147,02	17776424,87	123517,68	17269006,84
FEBRERO	140,56	127147,02	17871785,13	123517,68	17361645,1
MARZO	180,11	127147,02	22900449,77	123517,68	22246769,34
ABRIL	178,5	127147,02	22695743,07	123517,68	22047905,88
MAYO	208,01	127147,02	26447851,63	123517,68	25692912,62
JUNIO	223,5	127147,02	28417358,97	123517,68	27606201,48
JULIO	238,08	127147,02	30271162,52	123517,68	29407089,25
AGOSTO	213,59	127147,02	27157332	123517,68	26382141,27
SEPTIEMBRE	178,2	127147,02	22657598,96	123517,68	22010850,58
OCTUBRE	166,47	127147,02	21166164,42	123517,68	20561988,19
NOVIEMBRE	137,1	127147,02	17431856,44	123517,68	16934273,93
DICIEMBRE	129,58	127147,02	16475710,85	123517,68	16005420,97
SUMA	2133,51		271269438,6		263526205,5
			2,02855E+11		1,97065E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **271269438,6** Ah/año
 La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:
 Producción anual= **271269438,6***747,8= **2,02855E+11** Wh/año
 La potencia instalada en placas es de 94841600 Wp con lo que se calcula el valor
 (Wh/año)/Wpico: **2,02855E+11** /94841600= 2138,885112 h/año
 Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:
 Producción=**2,02855E+11** *0,815= 1,65327E+11 **Wh/año** , esto es **165327058,3**
kWh/año.
 HSP real= 1,65327E+11 /94841600 = 1743,191366 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **263526205,5** Ah/año
 La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:
 Producción anual= **263526205,5***747,8= **1,97065E+11** Wh/año
 La potencia instalada en placas es de 90624000 Wp con lo que se calcula el valor
 (Wh/año)/Wpico: **1,97065E+11** /90624000= 2174,53319 h/año
 Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:
 Producción= **1,97065E+11** *0,815= 1,60608E+11 **Wh/año** , esto es **160607890,6**
kWh/año.
 HSP real= 1,60608E+11 /90624000 = 1772,244556 HSP

OPCIÓN DE 80MW CON SEGUIMIENTO:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 73 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 59 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	161,51	127147,02	20535515,2	123517,68	19949340,5
FEBRERO	170,8	127147,02	21716711,02	123517,68	21096819,74
MARZO	231,57	127147,02	29443435,42	123517,68	28602989,16
ABRIL	239,1	127147,02	30400852,48	123517,68	29533077,29
MAYO	282,41	127147,02	35907589,92	123517,68	34882628,01
JUNIO	305,4	127147,02	38830699,91	123517,68	37722299,47
JULIO	327,98	127147,02	41701679,62	123517,68	40511328,69
AGOSTO	289,85	127147,02	36853563,75	123517,68	35801599,55
SEPTIEMBRE	232,8	127147,02	29599826,26	123517,68	28754915,9
OCTUBRE	206,46	127147,02	26250773,75	123517,68	25501460,21
NOVIEMBRE	160,5	127147,02	20407096,71	123517,68	19824587,64
DICIEMBRE	147,56	127147,02	18761814,27	123517,68	18226268,86
SUMA:	2755,94		350409558,3		340407315
			2,62036E+11		2,54557E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **350409558,3Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **350409558,3***747,8= **2,62036E+11 Wh/año**

La potencia instalada en placas es de 94841600 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,62036E+11/94841600= 2762,883246 h/año**

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**2,62036E+11** *0,815= 2,1356E+11 **Wh/año** , esto es **213559558,2 kWh/año.**

HSP real= 2,1356E+11 /94841600 = 2251,749846 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **340407315 Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **340407315***747,8= **2,54557E+11 Wh/año**

La potencia instalada en placas es de 90624000 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,54557E+11 /90624000= 2808,9313 h/año**

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **2,54557E+11** *0,815= 2,07464E+11 **Wh/año** , esto es **207463621 kWh/año.**

HSP real= 2,07464E+11 /90624000 = 2289,27901 HSP

OPCIÓN DE 100MW CON ÁNGULO FIJO:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 91 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 73 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	125,55	158498,34	19899466,59	152826,96	19187424,83
FEBRERO	133,28	158498,34	21124658,76	152826,96	20368777,23
MARZO	179,18	158498,34	28399732,56	152826,96	27383534,69
ABRIL	177	158498,34	28054206,18	152826,96	27050371,92
MAYO	196,54	158498,34	31151263,74	152826,96	30036610,72
JUNIO	202,8	158498,34	32143463,35	152826,96	30993307,49
JULIO	220,1	158498,34	34885484,63	152826,96	33637213,9

AGOSTO	208,63	158498,34	33067508,67	152826,96	31884288,66
SEPTIEMBRE	178,2	158498,34	28244404,19	152826,96	27233764,27
OCTUBRE	161,2	158498,34	25549932,41	152826,96	24635705,95
NOVIEMBRE	125,1	158498,34	19828142,33	152826,96	19118652,7
DICIEMBRE	114,08	158498,34	18081490,63	152826,96	17434499,6
SUMA	2021,66		320429754		308964152
			2,39617E+11		2,31043E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **320429754** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **320429754***747,8= **2,39617E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 118227200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,39617E+11** /118227200= 2026,75332 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **2,39617E+11** *0,815= 1,95288E+11 **Wh/año** , esto es **195288156,6 kWh/año**.

HSP real= 1,95288E+11 / 118227200 = 1651,803956 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **308964152** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **308964152***747,8= **2,31043E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 113996800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,31043E+11** /113996800= 2026,75332 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **2,31043E+11** *0,815= 1,883E+11**Wh/año** , esto es **188300365,2 kWh/año**.

HSP real= **2,31043E+11** /113996800 = 1651,803956 HSP

OPCIÓN DE 100MW CON DOBLE INCLINACIÓN:

		INVERSOR DE 1,3MW con 91 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 73 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	138,88	158498,34	22012249,46	152826,96	21224608,2

FEBRERO	140,56	158498,34	22278526,67	152826,96	21481357,5
MARZO	176,39	158498,34	27957522,19	152826,96	26957147,47
ABRIL	177,3	158498,34	28101755,68	152826,96	27096220,01
MAYO	207,39	158498,34	32870970,73	152826,96	31694783,23
JUNIO	219,9	158498,34	34853784,97	152826,96	33606648,5
JULIO	235,91	158498,34	37391343,39	152826,96	36053408,13
AGOSTO	213,28	158498,34	33804525,96	152826,96	32594934,03
SEPTIEMBRE	170,7	158498,34	27055666,64	152826,96	26087562,07
OCTUBRE	165,85	158498,34	26286949,69	152826,96	25346351,32
NOVIEMBRE	136,5	158498,34	21635023,41	152826,96	20860880,04
DICIEMBRE	127,72	158498,34	20243407,98	152826,96	19519059,33
SUMA	2110,38		334491726,8		322522959,8
			2,50133E+11		2,41183E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **334491726,8** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **334491726,8***747,8= **2,50133E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 118227200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,50133E+11**/118227200= 2115,696839 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción=**2,50133E+11** *0,815= 2,03858E+11 **Wh/año** , esto es **203858324,3 kWh/año.**

HSP real= 2,03858E+11 / 118227200 = 1724,292923 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **322522959,8** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **322522959,8***747,8= **2,41183E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 113996800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **2,41183E+11** /113996800= 2115,696839 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $2,41183E+11 * 0,815 = 1,96564E+11$ Wh/año , esto es **196563875,5kWh/año.**

HSP real= $1,96564E+11 / 113996800 = 1724,292923$ HSP

OPCIÓN DE 100MW CON INCLINACIÓN MENSUAL:

MES	RADIACIÓN MENSUAL	INVERSOR DE 1,3MW con 91 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 73 inversores	
		COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	139,81	158498,34	22159652,92	152826,96	21366737,28
FEBRERO	140,56	158498,34	22278526,67	152826,96	21481357,5
MARZO	180,11	158498,34	28547136,02	152826,96	27525663,77
ABRIL	178,5	158498,34	28291953,69	152826,96	27279612,36
MAYO	208,01	158498,34	32969239,7	152826,96	31789535,95
JUNIO	223,5	158498,34	35424378,99	152826,96	34156825,56
JULIO	238,08	158498,34	37735284,79	152826,96	36385042,64
AGOSTO	213,59	158498,34	33853660,44	152826,96	32642310,39
SEPTIEMBRE	178,2	158498,34	28244404,19	152826,96	27233764,27
OCTUBRE	166,47	158498,34	26385218,66	152826,96	25441104,03
NOVIEMBRE	137,1	158498,34	21730122,41	152826,96	20952576,22
DICIEMBRE	129,58	158498,34	20538214,9	152826,96	19803317,48
SUMA	2133,51		338157793,4		326057847,4
			2,52874E+11		2,43826E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **338157793,4Ah/año**

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $338157793,4 * 747,8 = 2,52874E+11$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 118227200 Wp con lo que se calcula el valor

(Wh/año)/Wpico= $2,52874E+11 / 118227200 = 2138,885112$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $2,52874E+11 * 0,815 = 2,06093E+11$ Wh/año , esto es **206092634,3 kWh/año.**

HSP real= $2,06093E+11 / 118227200 = 1743,191366$ HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **326057847,4** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $326057847,4 * 747,8 = 2,43826E+11$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 113996800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $2,43826E+11 / 113996800 = 2138,885112$ h/año.

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $2,43826E+11 * 0,815 = 1,98718E+11$ Wh/año , esto es **198718237,5 kWh/año.**

HSP real= $1,98718E+11 / 113996800 = 1743,191366$ HSP

OPCIÓN DE 100MW CON SEGUIMIENTO:

		INVERSOR DE 1,3MW con 91 inversores		INVERSOR DE 1,4MW con 73 inversores	
MES	RADIACIÓN MENSUAL	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN	COEFICIENTE	PRODUCCIÓN
ENERO	161,51	158498,34	25599066,89	152826,96	24683082,31
FEBRERO	170,8	158498,34	27071516,47	152826,96	26102844,77
MARZO	231,57	158498,34	36703460,59	152826,96	35390139,13
ABRIL	239,1	158498,34	37896953,09	152826,96	36540926,14
MAYO	282,41	158498,34	44761516,2	152826,96	43159861,77
JUNIO	305,4	158498,34	48405393,04	152826,96	46673353,58
JULIO	327,98	158498,34	51984285,55	152826,96	50124186,34
AGOSTO	289,85	158498,34	45940743,85	152826,96	44296894,36
SEPTIEMBRE	232,8	158498,34	36898413,55	152826,96	35578116,29
OCTUBRE	206,46	158498,34	32723567,28	152826,96	31552654,16
NOVIEMBRE	160,5	158498,34	25438983,57	152826,96	24528727,08
DICIEMBRE	147,56	158498,34	23388015,05	152826,96	22551146,22
SUMA:	2755,94		436811915,1		421181932,1
			3,26648E+11		3,1496E+11

CON INVERSORES DE 1,3MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **436811915,1** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= $436811915,1 * 747,8 = 3,26648E+11$ Wh/año

La potencia instalada en placas es de 118227200 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: $3,26648E+11 / 118227200 = 2762,883246$ h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= $3,26648E+11$ *0,815= $2,66218E+11$ Wh/año , esto es **266218079,4 kWh/año.**

HSP real= $2,66218E+11$ / 118227200 = 2251,749846 HSP

CON INVERSORES DE 1,4MW:

Producción en Ah/año= Σ Producción mensual= **421181932,1** Ah/año

La tensión pico de trabajo es de 747,8 V, de modo que:

Producción anual= **421181932,1***747,8= **3,1496E+11** Wh/año

La potencia instalada en placas es de 113996800 Wp con lo que se calcula el valor (Wh/año)/Wpico: **3,1496E+11**/113996800= 2762,883246 h/año

Aplicando pérdidas de un 18,5% se tiene:

Producción= **3,1496E+11** *0,815= $2,56692E+11$ Wh/año , esto es **256692276,8 kWh/año.**

HSP real= $2,56692E+11$ /113996800 = 2251,749846 HSP

20MW

FIJO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6 centimos kWh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0		39551216,77	1186536,503	1186536,503	1582048,671	1582048,671	1977560,839	1977560,839	2570829,09	2570829,09
1	96,5	39347344,52	1180420,336	2366956,839	1573893,781	3155942,452	1967367,226	3944928,065	2557577,994	5128406,484
2	96	39143472,27	1174304,168	3541261,007	1565738,891	4721681,343	1957173,614	5902101,678	2544235,698	7672732,182
3	95,5	38995600,02	1168188,001	4709449,007	1557584,001	6276265,343	1946980,001	7849801,679	2531074,001	10203806,18
4	95	38735727,77	1162071,833	5875120,841	1549429,111	7828694,454	1936786,388	9785688,068	2517822,305	12721628,49
5	94,5	38531855,52	1159555,665	7027476,506	1541274,221	9369968,675	1926592,776	11712460,84	2504570,609	15226199,1
6	94	38327983,26	1149839,498	8177316,004	1533119,331	1090308,01	1916399,163	13628860,01	2491318,912	1771518,01
7	93,5	38124111,01	1143773,33	9321039,334	1524964,441	1242805,245	1906205,551	15535065,56	2478067,216	20195585,22
8	93	37920238,76	1137607,163	10458646,5	1516809,55	13944862	1896011,938	1743107,5	2464815,52	2266040,74
9	92,5	37716366,51	1131490,995	11590137,49	1508654,66	15453516,66	1885818,326	19316895,82	2451563,823	25111964,57
10	92	37512494,26	1125374,828	12715512,32	1500499,77	16954016,43	1875624,713	21192520,53	2438312,127	27550276,69
11	91,5	37308622,01	1119258,66	13834770,98	1492344,88	18446361,31	1865431,1	23057951,63	2425060,43	2997537,12
12	91	37104749,76	1113142,493	14947913,47	1484189,99	19930551,3	1855237,488	24913189,12	2411808,734	32387145,86
13	90,5	36900877,5	1107026,325	16054939,8	1476035,1	21406586,4	1845043,875	26758233	2398557,038	34785702,9
14	90	36697005,25	1100910,158	17155849,96	1467880,21	22874466,61	1834850,263	28593083,26	2385305,341	37171008,24
15	89,5	36493133	1094793,99	18250643,95	1459725,32	24334191,93	1824656,65	30417739,91	2372053,645	39543061,88
16	89	36289260,75	1088677,823	19339321,77	1451570,43	25785762,36	1814463,038	32232202,95	2358801,949	41901863,83
17	88,5	36085388,5	1082561,655	20421883,42	1443415,54	27229177,9	1804269,425	34036472,37	2345550,252	44247414,08
18	88	35881516,25	1076445,487	21498328,91	1435260,65	28664438,55	1794075,812	35830548,18	2332298,556	46579712,64
19	87,5	35677171,74	1070329,32	22568658,23	1427105,76	30091544,31	1783882,2	37614430,38	2319046,86	48898759,5
20	87	35473771,74	1064213,152	23632871,38	1418950,87	31510495,18	1773688,587	39388118,97	2305795,163	5120454,66
21	86,5	35269899,49	1058096,985	24699968,37	1410795,95	32921291,16	1763494,975	41151613,95	2292524,467	53497098,13
22	86	35066027,24	1051980,817	25742949,19	1402641,09	34323932,25	1753301,362	42904915,31	2279291,771	55776389,9
23	85,5	34862154,99	1045864,65	26788813,83	1394486,2	35718418,45	1743107,75	44648023,06	2266040,074	58042429,98
24	85	34658282,74	1039748,482	27828562,32	1386331,31	37104749,76	1732914,137	46380937,2	2252788,378	60259218,35
25	84,5	34454410,49	1033632,315	28862194,63	1378176,42	38482926,18	1722720,524	48103657,72	2239536,882	62534755,04
26	84	3425038,24	1027516,147	29889710,78	1370021,529	39885294,7	1712526,912	49816184,63	2226284,985	64761040,02
27	83,5	34046665,98	1021399,98	30911110,76	1361866,639	41214814,34	1702333,299	51518517,93	2213823,289	66974073,31
28	83	33842793,73	1015283,812	31926394,57	1353711,749	42916862,09	1692139,687	53210657,62	2199781,593	69173854,9
29	82,5	33638921,48	1009167,644	32935562,21	1345556,859	448924082,95	1681946,074	54892603,69	2186529,896	71360384,8
30	82	33435049,23	1003051,477	33938613,69	1337401,969	45251484,92	1671752,462	56564356,15	2173278,2	73533663
31	81,5	33231176,98	996935,3094	34935549	1329247,079	46580732	1661558,849	58225915	2160026,504	75693689,5
32	81	33027304,73	990819,1418	35926368,14	1321092,189	47901824,19	1651365,236	59877280,24	2146774,807	77840464,31
33	80,5	32823432,48	984702,9743	36911071,12	1314937,299	49214761,49	1641171,624	61518451,86	2133523,111	79973987,42
34	80	32619560,23	978586,8068	37889657,92	1304782,409	50519543,9	1630978,011	63149429,87	2120271,415	82094258,84
35	79,5	32415687,97	972470,6392	38862128,56	1296627,129	51816171,42	1620784,399	64770214,27	2107019,718	84201278,55
36	79	32211815,72	966354,4717	39824833,03	1288472,629	53104644,05	1610590,786	66380805,06	2093768,022	86295046,58
37	78,5	32007943,47	960238,3041	40788721,34	1280317,739	54384961,79	1600397,174	67981202,73	2080516,326	88375562,9
38	78	31804071,22	954122,1366	41742843,48	1272162,848	55697124,63	1590203,561	69571405,79	2067442,629	90442827,53
39	77,5	31600198,97	948005,969	42698049,44	1264007,959	56921132,59	1580009,948	71151415,74	2054012,933	92496840,46
40	77	31396326,72	941889,8015	43685279,25	1255853,069	58116965,66	1569816,336	72721232,08	2040761,237	94575601,7
41	76,5	31192454,47	935773,634	44668512,88	1247698,179	59424683,84	1559622,723	74280854,8	2027509,54	96565111,24
42	76	30988582,21	929657,4664	456498170,35	1239543,289	60664227,13	1549429,111	75830283,91	2014257,844	98579369,08
43	75,5	30784709,96	923541,2989	46621711,65	1231388,398	61819519,54	1539235,498	77369519,41	2001006,148	100560375,2
44	75	30580837,71	917425,1313	47593156,78	1223233,508	63118849,10	1529041,886	78898561,29	1987754,451	102568129,7
45	74,5	30376965,46	911308,9638	48250445,74	1215078,618	64333927,65	1518848,273	80417409,57	1974502,755	104542632,4

20MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,4MW		38691855,85	0,03		0,04			0,05			0,065		
0	97	37531100,18	1125933,005	1125933,005	1501244,007	1501244,007	1876555,009	1876555,009	1876555,009	1876555,009	1876555,009	2439521,512	2439521,512	2439521,512
1	96,5	373737640,9	1120129,227	2246062,232	1493505,636	2994749,643	1866882,045	3743437,054	2426946,658	1866882,045	3743437,054	2426946,658	4866468,117	4866468,117
2	96	37144181,62	1114325,449	3360387,681	1485767,265	4480516,908	1857209,081	5600646,135	2414931,805	1857209,081	5600646,135	2414931,805	7280839,975	7280839,975
3	95,5	36950722,34	1108521,67	4468909,351	1478028,366	5958545,802	1847536,117	7448182,252	2401796,952	1847536,117	7448182,252	2401796,952	9682636,928	9682636,928
4	95	36757263,06	1102717,892	5726271,243	1470290,522	7428836,324	1837863,153	9286045,405	2389222,099	1837863,153	9286045,405	2389222,099	12071859,03	12071859,03
5	94,5	3653803,78	1096914,113	6668541,356	1462552,151	8891388,475	1828190,189	11114235,59	2376647,446	1828190,189	11114235,59	2376647,446	1444506,27	1444506,27
6	94	36370344,5	1091110,335	7367061,692	1454813,78	10346202,26	1818517,225	12932752,82	2364072,393	1818517,225	12932752,82	2364072,393	16812578,67	16812578,67
7	93,5	36176885,22	1085306,557	8844958,248	1447075,409	11793277,66	1808844,261	14741597,08	2351497,54	1808844,261	14741597,08	2351497,54	19164076,2	19164076,2
8	93	35983425,94	1079502,778	9924461,027	1431598,667	14664213,37	1789498,333	16540768,38	2338922,686	1789498,333	16540768,38	2338922,686	21502998,89	21502998,89
9	92,5	35789966,67	1073699	10998160,33	1439337,038	1332614,7	1799171,297	18330266,71	2326347,833	1799171,297	18330266,71	2326347,833	22829346,72	22829346,72
10	92	35596507,39	1067895,222	12066055,25	1423860,295	16088073,66	1779825,369	20110092,08	231372,98	1779825,369	20110092,08	231372,98	26143119,7	26143119,7
11	91,5	35403048,11	1062091,443	13128146,69	1416121,924	17504195,59	1770152,405	21880244,49	2301198,127	1770152,405	21880244,49	2301198,127	28444317,83	28444317,83
12	91	35209888,83	1056287,665	14184434,36	1408383,553	18912579,14	1760479,441	23640723,93	2288623,274	1760479,441	23640723,93	2288623,274	3073294,11	3073294,11
13	90,5	35016129,55	1050483,886	15324918,24	1400645,182	20313224,32	1750806,477	25391530,4	2276048,421	1750806,477	25391530,4	2276048,421	33008989,53	33008989,53
14	90	34822670,27	1044680,108	16279598,35	1392906,811	21706131,13	1741133,513	27132663,92	2263473,567	1741133,513	27132663,92	2263473,567	3527463,09	3527463,09
15	89,5	34629210,99	1038876,33	17318474,68	1385168,44	23091299,57	1731460,549	28864124,47	2250898,714	1731460,549	28864124,47	2250898,714	3752361,81	3752361,81
16	89	34435751,71	1033072,551	18351547,23	1377430,068	24468729,64	1721787,586	30585912,05	223832,861	1721787,586	30585912,05	223832,861	39761685,67	39761685,67
17	88,5	3424292,43	1027268,773	19378816	1369691,697	25838421,34	1712114,622	32298026,67	2225749,008	1712114,622	32298026,67	2225749,008	41987434,68	41987434,68
18	88	34048833,15	1021464,995	20400281	1361953,326	27200374,67	1702441,658	34000468,33	221314,155	1702441,658	34000468,33	221314,155	44200608,83	44200608,83
19	87,5	33855373,87	1015661,216	21415942,22	1354214,955	28554589,62	1692768,694	35693237,03	2200599,302	1692768,694	35693237,03	2200599,302	46401208,13	46401208,13
20	87	33661914,59	1009857,438	22425799,65	1346476,584	29901066,2	1683095,73	37376332,76	2188024,449	1683095,73	37376332,76	2188024,449	48589232,58	48589232,58
21	86,5	33468455,31	1004053,659	23429833,31	1338738,213	31298904,42	1673422,766	39049755,52	2175449,595	1673422,766	39049755,52	2175449,595	5076682,18	5076682,18
22	86	33274996,03	998249,881	24428103,19	1330999,841	32570804,26	1663749,802	40713505,32	2162874,742	1663749,802	40713505,32	2162874,742	52927556,92	52927556,92
23	85,5	33081536,76	992446,1027	25420549,3	1323261,47	33894065,73	1654076,838	42367582,16	2150299,889	1654076,838	42367582,16	2150299,889	55077856,81	55077856,81
24	85	32888077,48	986642,3243	26407191,62	1315523,099	35209588,83	1644403,874	44011986,03	2137725,036	1644403,874	44011986,03	2137725,036	5721581,84	5721581,84
25	84,5	32694618,2	980838,5459	27388030,17	130784,728	37817419,91	1625057,946	45646716,94	2115150,183	1625057,946	45646716,94	2115150,183	59340732,03	59340732,03
26	84	32501158,92	975034,7675	28263064,93	1300046,357	39109727,9	1615384,982	47271714,89	2100000,476	1615384,982	47271714,89	2100000,476	6145307,36	6145307,36
27	83,5	32307699,64	969230,9891	29332295,92	1292307,986	40394297,51	1605712,018	48887159,87	20874850,77	1605712,018	48887159,87	20874850,77	6355307,83	6355307,83
28	83	32114240,36	963427,2108	30295723,13	1284569,614	41671128,75	1596039,054	50492871,89	20674850,77	1596039,054	50492871,89	20674850,77	65640733,46	65640733,46
29	82,5	31920781,08	957623,4324	31253346,57	1276831,243	42940221,63	1586366,09	52088910,94	2052275,917	1276831,243	52088910,94	2052275,917	6777880,14	6777880,14
30	82	31727321,8	951819,654	32205166,22	1269092,872	44290221,63	1576693,126	53675277,03	2042275,917	1576693,126	53675277,03	2042275,917	6977880,14	6977880,14
31	81,5	31533862,52	946015,8756	33151182,1	1261354,501	44201576,13	1567020,162	55251970,16	2029701,064	1567020,162	55251970,16	2029701,064	71827561,21	71827561,21
32	81	31340403,24	940212,0973	34091394,19	1253616,11	45455192,26	1558001,32	56816990,32	2017126,211	1558001,32	56816990,32	2017126,211	73864687,42	73864687,42
33	80,5	31146943,96	934408,3189	35023802,51	1248877,759	46701070,02	1547674,234	58376337,52	2024551,358	1547674,234	58376337,52	2024551,358	75889238,78	75889238,78
34	80	30953484,68	928604,5405	35954407,05	1238139,387	47939209,4	1547674,234	59924011,75	2011976,504	1547674,234	59924011,75	2011976,504	77901215,28	77901215,28
35	79,5	30760025,4	922800,7621	36877207,81	1230401,016	49169610,42	1538001,27	61462013,02	1999401,651	1538001,27	61462013,02	1999401,651	79900016,93	79900016,93
36	79	30565666,12	916996,9837	37794204,8	1222662,645	50392273,06	1528328,306	62990341,33	1986826,798	1528328,306	62990341,33	1986826,798	81887443,73	81887443,73
37	78,5	30373106,85	911193,2054	38705598	1207185,903	51607197,34	1518865,342	64508996,07	1974251,945	1518865,342	64508996,07	1974251,945	838261695,67	838261695,67
38	78	30179647,57	906389,427	39610787,43	1191709,16	52505539,93	1489636,45	66012979,05	1961677,092	1489636,45	66012979,05	1961677,092	85823372,77	85823372,77
39	77,5	2996188,29	899585,6486	40510373,08	1199447,531	54013830,77	1499309,414	6751288,47	1949102,339	1499309,414	6751288,47	1949102,339	8777247,501	8777247,501
40	77	29792729,01	893781,8702	41404154,95	11893970,789	55205539,93	1479963,486	69006924,92	1933952,532	1479963,486	69006924,92	1933952,532	91633954,92	91633954,92
41	76,5	29599269,73	887978,0919	42292133,04	1183970,789	57565743,14	1470290,522	7195717,892	191137,679	1470290,522	7195717,892	191137,679	93544332,16	93544332,16
42	76	29405810,45	882174,3135	43174307,35	1176232,418	58734237,19	1460617,558	73417796,48	1888802,826	1460617,558	73417796,48	1888802,826	95441335,43	95441335,43
43	75,5	29212351,17	876370,5351	44050677,89	1168494,047	59894992,86	1450944,595	74868741,08	1886227,973	1450944,595	74868741,08	1886227,973	97323963,4	97323963,4
44	75	29018891,89	870566,7567	44921244,65	1160755,676	59894992,86	1441271,631	76310012,71	1873653,12	1441271,631	76310012,71	1873653,12	99203016,52	99203016,52
45	74,5	28825432,61	864762,9783	45786007,63	1153017,304	61048010,17	1441271,631	76310012,71	1873653,12	1441271,631	76310012,71	1873653,12	99203016,52	99203016,52

20MW

VARIACIÓN MENSUAL		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	41739420,33	1252182,61	1252182,61	1669576,813	1669576,813	2086971,016	2086971,016	2713062,321	2713062,321
1	96,5	41524268,68	1245728,06	2497910,67	1660970,747	330547,56	2076213,434	4163184,45	2699077,464	5412139,785
2	96	41309117,02	1239273,511	3737184,181	1652912,241	4982912,241	2065455,851	6228640,301	2685092,607	8097232,392
3	95,5	41093965,37	1232818,961	4970003,442	1643788,615	6265670,856	2054698,269	8283338,57	2671107,749	10766390,14
4	95	40878813,72	1226364,412	6196367,554	1635152,549	8261823,405	2043940,686	1032729,26	2657122,992	13425463,03
5	94,5	40663662,07	1219909,862	7416277,416	1626546,483	9888369,888	2033183,104	12360462,36	2643138,035	16068601,07
6	94	40448510,42	1213455,313	8629732,728	1617940,417	11506310,3	2022425,521	14382887,88	2629153,177	18697754,24
7	93,5	40233358,77	1207000,763	9836733,491	1609334,351	13115644,66	201067,938	16394555,82	2615168,32	21312922,56
8	93	40018207,12	1200546,214	11037279,7	1600728,285	14716372,94	2000910,356	18395466,17	2601183,463	23914106,03
9	92,5	39803055,47	1194091,664	12231371,37	1592122,219	16308495,16	1990152,773	20385618,95	2587198,605	26501304,63
10	92	39587903,81	1187637,114	13419008,48	1583516,153	17892011,31	1979395,191	22365014,14	2573213,748	29074518,38
11	91,5	39372752,16	1181182,565	14600191,05	1574910,087	19466921,4	1968637,608	2433651,75	2559228,891	31633747,27
12	91	39157600,51	1174728,015	1572919,06	1566304,02	21033225,42	1957880,026	26291531,77	2545244,033	34178991,3
13	90,5	38942448,86	1168273,466	16943192,53	1557697,954	22590923,37	1947122,443	28238654,22	2531259,176	36710250,48
14	90	38727297,21	1161818,916	18105011,45	1549091,888	24140015,26	1936364,861	30175019,08	2517274,319	39227524,8
15	89,5	38512145,56	1155364,367	19260375,81	1540485,822	25680501,08	1925607,278	32100626,35	2503289,461	41730814,26
16	89	38296993,91	1148909,817	20409285,63	1531879,756	27212380,84	1914849,695	34015476,05	2489304,604	44220118,86
17	88,5	38081842,26	1142455,268	21551740,9	1523273,69	28735654,33	1904092,113	3591568,16	2475319,747	46695438,61
18	88	3786690,61	1136000,718	22687741,62	1514667,624	30250322,15	1893334,53	37812902,69	2461334,889	49156773,5
19	87,5	37651538,95	1129546,169	23817287,78	1506061,558	31756383,71	1882576,948	39695479,64	2447350,032	51604123,53
20	87	37436387,3	1123091,619	24940379,47	1497455,492	33253839,2	1871819,365	41567299,01	2433365,175	54037488,71
21	86,5	37221335,65	1116637,07	2605106,47	1488849,426	34742688,63	1861061,783	43428360,79	2419380,317	56456869,02
22	86	37006084	1110182,52	27167198,99	1480234,36	36222931,99	1850304,2	45278664,99	2405395,446	58862644,48
23	85,5	36790932,35	1103727,97	28270926,96	1471637,294	37694569,28	1839546,617	47118211,61	2391410,603	61253675,09
24	85	36575780,7	1097273,421	29368200,38	1463031,228	39157600,51	1828789,035	48947000,64	2377425,745	63631100,83
25	84,5	36360629,05	1090818,871	30459019,26	1454425,162	40612025,67	1818031,452	50765032,09	2363440,888	65994541,72
26	84	36145477,4	1084364,322	31543383,58	1445819,096	42057844,77	1807273,87	52572305,96	2349456,031	68343997,75
27	83,5	35930325,74	1077909,772	32621293,35	1437213,03	43495057,8	1796516,287	54368822,25	2335471,173	70679468,92
28	83	35715174,09	1071455,223	33692748,57	1428606,964	44923664,76	1785758,705	56154580,95	2321486,316	73000955,24
29	82,5	35500022,44	1065000,673	34757749,25	1420000,898	46343665,66	1775001,122	57929582,08	2307501,459	75308456,7
30	82	35284870,79	1058546,124	35816295,37	1411394,832	47755060,49	1764243,54	59693825,62	2293516,601	77601973,3
31	81,5	35069719,14	1052091,574	36868386,94	1402788,766	49157849,26	1753485,957	61447311,57	2279531,744	79881505,05
32	81	34854567,49	1045637,025	37914023,97	1394182,7	50552031,96	1742728,374	63190039,95	2265546,887	82147051,93
33	80,5	34639415,84	1039182,475	38959206,44	1385576,634	51937608,59	1731970,792	64922010,74	2251562,029	8439613,96
34	80	34424644,37	1032727,926	39985954,37	1376970,657	53314591,16	1721213,209	66643223,95	2237577,122	86639613,13
35	79,5	34209112,54	1026273,376	41012207,75	1368364,501	54682943,66	1710455,627	68353679,58	2223592,315	88859783,45
36	79	33993860,28	1019818,827	42032026,57	1359758,439	56042702,1	1699698,044	70053377,62	2209607,457	91065390,91
37	78,5	33778809,83	1013364,277	43043930,85	1351152,365	57393854,47	1688940,462	7142318,08	2195622,6	9326531,51
38	78	33563657,58	1006909,727	44053300,58	1342546,303	58736400,77	1678182,879	73420500,96	2181637,743	95446651,25
39	77,5	33348505,93	1000455,178	45052755,38	1333940,237	60070341,01	1667425,297	75087926,26	2167652,886	97614304,13
40	77	33133354,28	994000,6284	46046756,38	1323534,171	61393561,18	1656667,714	76744593,97	2153668,028	99767927,16
41	76,5	32918202,63	987546,0789	47034302,46	1316728,105	62712403,28	1645910,131	78390504,1	2139683,171	101907555,3
42	76	32703050,98	981091,5293	48015939,93	1308122,039	63820025,32	1635152,549	80025565,62	2125698,314	104033353,6
43	75,5	32487899,33	974636,9798	48990030,97	1299515,973	6502041,29	1624394,966	81650051,62	2111713,456	106145067,1
44	75	32272747,68	968182,4303	49958213,4	1290909,907	66610951,2	1613637,384	83263689	2097728,599	108242795,7
45	74,5	32057596,02	961727,8807	50919941,28	1282303,841	67893255,04	1602879,801	84866568,8	2083743,742	110326539,4

20MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,4MW		40832514,56	0,03				0,04					0,05					0,065		
0	97	39607539,12	1188226,174	1188226,174	1188226,174	1584301,565	1584301,565	1980376,956	1980376,956	1980376,956	1980376,956	1980376,956	2574490,043	2574490,043	2574490,043	2574490,043	2574490,043	2574490,043	2574490,043	2574490,043
1	96,5	39403376,55	1182101,296	1182101,296	237037,47	1576135,062	3160436,627	1970168,827	3950545,784	3950545,784	3950545,784	3950545,784	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482
2	96	3919213,98	1175976,419	1175976,419	3546303,889	1567968,599	4728405,186	1959960,699	5910506,482	5910506,482	5910506,482	5910506,482	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053
3	95,5	3899505,14	1169801,542	1169801,542	4716155,432	1559802,056	6288207,232	1949725,57	7862059,053	7862059,053	7862059,053	7862059,053	2534468,341	2534468,341	2534468,341	2534468,341	2534468,341	2534468,341	2534468,341	2534468,341
4	95	38790888,83	1163726,665	1163726,665	5879882,097	1551665,533	7839842,795	1939544,442	9799803,494	9799803,494	9799803,494	9799803,494	2521407,774	2521407,774	2521407,774	2521407,774	2521407,774	2521407,774	2521407,774	2521407,774
5	94,5	3856726,26	1157601,788	1157601,788	3856726,26	1534349,05	9383111,846	1929336,313	1172919,999	1172919,999	1172919,999	1172919,999	2508137,207	2508137,207	2508137,207	2508137,207	2508137,207	2508137,207	2508137,207	2508137,207
6	94	38382663,69	1151476,911	1151476,911	8188960,795	1535302,547	10918614,39	1919128,184	13648267,99	13648267,99	13648267,99	13648267,99	2481966,64	2481966,64	2481966,64	2481966,64	2481966,64	2481966,64	2481966,64	2481966,64
7	93,5	38178401,11	1145352,033	1145352,033	38178401,11	1527136,045	12445750,44	1908920,056	15557188,05	15557188,05	15557188,05	15557188,05	2468325,505	2468325,505	2468325,505	2468325,505	2468325,505	2468325,505	2468325,505	2468325,505
8	93	37974238,54	1139227,156	1139227,156	37974238,54	1518969,542	15475523,02	1888503,798	17455899,97	17455899,97	17455899,97	17455899,97	2451474,939	2451474,939	2451474,939	2451474,939	2451474,939	2451474,939	2451474,939	2451474,939
9	92,5	37770075,97	1133102,279	1133102,279	37770075,97	1510803,039	1501803,039	1888503,798	19344403,77	19344403,77	19344403,77	19344403,77	2441784,371	2441784,371	2441784,371	2441784,371	2441784,371	2441784,371	2441784,371	2441784,371
10	92	37565913,39	1126977,402	1126977,402	37565913,39	1502636,536	16978159,55	1878295,67	21222699,44	21222699,44	21222699,44	21222699,44	2428513,803	2428513,803	2428513,803	2428513,803	2428513,803	2428513,803	2428513,803	2428513,803
11	91,5	37361750,82	1120852,525	1120852,525	37361750,82	1494470,033	18472629,59	1868087,541	23090786,98	23090786,98	23090786,98	23090786,98	2415243,236	2415243,236	2415243,236	2415243,236	2415243,236	2415243,236	2415243,236	2415243,236
12	91	37157588,25	1114727,647	1114727,647	37157588,25	1486303,53	19958933,12	1858789,412	24948666,4	24948666,4	24948666,4	24948666,4	2401972,669	2401972,669	2401972,669	2401972,669	2401972,669	2401972,669	2401972,669	2401972,669
13	90,5	36953425,68	1108602,77	1108602,77	36953425,68	1478137,027	21437070,14	1847671,284	26796337,68	26796337,68	26796337,68	26796337,68	2388702,102	2388702,102	2388702,102	2388702,102	2388702,102	2388702,102	2388702,102	2388702,102
14	90	36749263,1	1102477,893	1102477,893	36749263,1	1469970,524	22907040,67	1837463,155	28633800,83	28633800,83	28633800,83	28633800,83	2375431,534	2375431,534	2375431,534	2375431,534	2375431,534	2375431,534	2375431,534	2375431,534
15	89,5	36545100,53	1096633,016	1096633,016	36545100,53	1461804,021	24368844,69	1827255,027	30461055,86	30461055,86	30461055,86	30461055,86	2362160,967	2362160,967	2362160,967	2362160,967	2362160,967	2362160,967	2362160,967	2362160,967
16	89	36340937,96	1090228,139	1090228,139	36340937,96	1453637,518	25822482,21	1817046,898	32278102,76	32278102,76	32278102,76	32278102,76	2355619,833	2355619,833	2355619,833	2355619,833	2355619,833	2355619,833	2355619,833	2355619,833
17	88,5	3616775,38	1084103,262	1084103,262	3616775,38	1445471,015	27267953,22	1806838,769	34084941,53	34084941,53	34084941,53	34084941,53	2348890,4	2348890,4	2348890,4	2348890,4	2348890,4	2348890,4	2348890,4	2348890,4
18	88	35932612,81	1079728,384	1079728,384	35932612,81	1437304,512	30134395,74	1786422,512	35881572,17	35881572,17	35881572,17	35881572,17	2322349,266	2322349,266	2322349,266	2322349,266	2322349,266	2322349,266	2322349,266	2322349,266
19	87,5	35728450,24	1071853,507	1071853,507	35728450,24	1429138,01	3204395,74	1766402,512	37667994,68	37667994,68	37667994,68	37667994,68	2309078,698	2309078,698	2309078,698	2309078,698	2309078,698	2309078,698	2309078,698	2309078,698
20	87	35524287,67	1065728,63	1065728,63	35524287,67	1420971,507	3155367,25	1776214,383	39444209,06	39444209,06	39444209,06	39444209,06	2295808,131	2295808,131	2295808,131	2295808,131	2295808,131	2295808,131	2295808,131	2295808,131
21	86,5	35320125,09	1059603,753	1059603,753	35320125,09	1412805,004	32968812,26	1766006,255	41210215,32	41210215,32	41210215,32	41210215,32	2282537,564	2282537,564	2282537,564	2282537,564	2282537,564	2282537,564	2282537,564	2282537,564
22	86	35115962,52	1053478,876	1053478,876	35115962,52	1404638,501	34372810,76	1745589,126	42966013,44	42966013,44	42966013,44	42966013,44	2269266,997	2269266,997	2269266,997	2269266,997	2269266,997	2269266,997	2269266,997	2269266,997
23	85,5	34911799,95	1047353,998	1047353,998	34911799,95	1396471,998	3569282,75	1745589,997	44711603,44	44711603,44	44711603,44	44711603,44	2255996,429	2255996,429	2255996,429	2255996,429	2255996,429	2255996,429	2255996,429	2255996,429
24	85	34707637,38	1041229,121	1041229,121	34707637,38	1388305,495	37157588,25	1735381,869	46446985,31	46446985,31	46446985,31	46446985,31	2242725,862	2242725,862	2242725,862	2242725,862	2242725,862	2242725,862	2242725,862	2242725,862
25	84,5	3450347,48	1035104,244	1035104,244	3450347,48	1380138,992	38537177,24	1725173,74	48172159,05	48172159,05	48172159,05	48172159,05	2229455,295	2229455,295	2229455,295	2229455,295	2229455,295	2229455,295	2229455,295	2229455,295
26	84	34299312,23	1028979,367	1028979,367	34299312,23	1371972,489	39909699,73	1714965,611	49887124,66	49887124,66	49887124,66	49887124,66	2216184,728	2216184,728	2216184,728	2216184,728	2216184,728	2216184,728	2216184,728	2216184,728
27	83,5	34095149,66	1022854,49	1022854,49	34095149,66	1363805,986	4127350,72	1704757,483	51591882,15	51591882,15	51591882,15	51591882,15	2202914,16	2202914,16	2202914,16	2202914,16	2202914,16	2202914,16	2202914,16	2202914,16
28	83	3389087,08	1016729,613	1016729,613	3389087,08	135639,483	42629145,2	1694549,354	53286431,5	53286431,5	53286431,5	53286431,5	2189643,593	2189643,593	2189643,593	2189643,593	2189643,593	2189643,593	2189643,593	2189643,593
29	82,5	33686824,51	1010604,735	1010604,735	33686824,51	1347472,988	4397168,18	1684341,226	54970772,73	54970772,73	54970772,73	54970772,73	2176373,026	2176373,026	2176373,026	2176373,026	2176373,026	2176373,026	2176373,026	2176373,026
30	82	33482661,94	1004479,858	1004479,858	33482661,94	1339306,478	45315924,66	1674133,097	56644905,82	56644905,82	56644905,82	56644905,82	2163102,459	2163102,459	2163102,459	2163102,459	2163102,459	2163102,459	2163102,459	2163102,459
31	81,5	33278499,37	998354,981	998354,981	33278499,37	1331139,975	46647006,63	1663924,968	58308830,79	58308830,79	58308830,79	58308830,79	2153012,459	2153012,459	2153012,459	2153012,459	2153012,459	2153012,459	2153012,459	2153012,459
32	81	33074336,79	992230,1038	992230,1038	33074336,79	1322973,472	47970038,1	1653716,84	59965447,63	59965447,63	59965447,63	59965447,63	2143012,459	2143012,459	2143012,459	2143012,459	2143012,459	2143012,459	2143012,459	2143012,459
33	80,5	32870174,22	986105,2266	986105,2266	32870174,22	1314806,969	49284845,07	1643508,711	61606056,34	61606056,34	61606056,34	61606056,34	2133290,757	2133290,757	2133290,757	2133290,757	2133290,757	2133290,757	2133290,757	2133290,757
34	80	32666011,65	979980,3494	979980,3494	32666011,65	1306640,466	50591485,54	1633000,582	63233936,92	63233936,92	6323393									

20MW

SEGUIMIENTO		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6.5centimos kwh entregado		
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
			0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	53916474,75	1617494,243	1617494,243	2156658,99	2156658,99	2695823,738	2695823,738	3504570,859	3504570,859
1	96,5	5368554,78	1609156,643	3226650,886	2145542,191	4302201,181	2681927,739	5377751,477	3486506,061	6991076,92
2	96	53360634,81	1600819,044	4872749,93	2134425,392	6436626,574	2668031,74	8045783,217	3488441,263	10459518,18
3	95,5	53082714,84	1592481,445	6419511,375	2123308,593	8559935,167	2654135,742	10699918,96	3450376,464	13908994,65
4	95	52804794,86	1584143,846	8004099,221	2112191,795	10672126,96	2640239,743	13340158,7	3432120,611	17342206,31
5	94,5	52526874,89	1575806,247	9579901,468	2101074,996	12773201,96	2626343,745	15966502,45	3414246,668	20756453,18
6	94	5228994,92	1567468,648	11147370,12	2089958,197	14883160,15	2612447,746	18578950,19	3396182,07	2415635,25
7	93,5	51971034,94	1559131,048	12706501,16	2078841,398	16942001,55	2598551,747	21177501,94	3378117,271	27530792,52
8	93	51693114,97	1550793,449	14257294,61	2067724,599	19009726,15	2584655,749	23762157,69	3360052,473	30890804,99
9	92,5	51415195	1542455,85	15799750,46	2056607,8	21066333,95	2570759,75	26332917,44	3341987,675	3423792,67
10	92	51137275,03	1534118,251	1733868,71	2045491,001	23111824,95	2556863,751	28889781,19	3323922,877	37556715,55
11	91,5	50859355,05	1525780,652	18859649,37	2034374,202	25146199,15	2542967,753	31432748,94	3305858,078	40862573,62
12	91	50581435,08	1517443,052	20377092,42	2023257,403	27169456,56	2529071,754	33961820,7	3287793,28	44150366,91
13	90,5	50303515,11	1509105,453	21886197,87	2012140,604	29181597,16	2515175,755	36476996,45	3269178,482	47420095,39
14	90	50025595,13	1500767,854	23389695,72	2001023,805	31182620,97	2501279,757	38978276,21	3251663,684	50671759,07
15	89,5	49747675,16	1492430,255	24879395,98	1989907,006	33172527,97	2487383,758	41465659,97	3233598,885	53905357,96
16	89	49469275,19	1484092,656	26363488,64	1978790,208	35151318,18	2473487,759	43939147,73	3215534,087	57120892,04
17	88,5	49191835,21	1475755,056	27839243,69	1967673,409	37118991,59	2459591,761	46398739,49	3197469,289	60318361,33
18	88	48913915,24	1467417,457	2930661,15	1956556,61	39075548,2	2454695,762	4884435,25	3179404,491	6349765,82
19	87,5	48639995,27	1459079,858	30765741,01	1945439,811	41002988,01	2441799,763	51276235,01	3161339,692	66599105,52
20	87	48358075,3	1450742,259	32216483,27	1934323,012	42955311,02	2417903,765	53694138,78	3143274,694	69802380,41
21	86,5	48081055,32	1442404,66	33658897,93	1923206,213	44878517,23	2404007,766	56098146,54	3125210,096	72927590,51
22	86	47802235,35	1434067,06	35092954,99	1912089,414	46790660,65	2390111,767	58488258,31	3107145,298	76034735,8
23	85,5	47524315,38	1425729,461	36518664,45	1900912,615	48691579,26	2376215,769	60864474,08	3089080,999	79123816,3
24	85	47246395,4	1417391,862	37936076,31	1889855,816	50581445,08	2362319,77	63226793,85	3071015,701	82194832
25	84,5	46968475,43	1409054,263	39345130,57	1878739,017	52460174,1	2348423,772	65575217,62	3052950,903	8524782,91
26	84	46690555,46	1400716,664	40745847,24	1867622,218	54327796,31	2334577,773	67909745,39	3034886,105	88282669,01
27	83,5	46412635,48	1392379,065	42138226,3	1856505,419	56184301,73	2320631,774	70330377,17	3016821,307	91299490,32
28	83	46134715,51	1384041,465	43522267,77	1845388,62	58029690,35	2306735,776	72537112,94	2998756,508	94299246,83
29	82,5	45856795,54	1375703,866	44897971,63	1834271,822	59863962,18	2292839,777	74829952,72	2980691,71	97278938,54
30	82	45578875,57	1367366,267	46265337,9	1823155,023	61687111,2	2278943,778	77108896,5	2962626,912	100241565,4
31	81,5	45300955,59	1359028,668	47624366,57	1812038,224	63499155,42	2265047,78	79379944,28	2944562,114	103186127,6
32	81	45023035,62	1350691,069	48975057,64	1800921,425	65300076,85	2251151,781	81625096,06	2926497,315	106112624,9
33	80,5	44745115,65	1342353,469	50351741,11	1789904,626	673089881,47	2237255,782	838663351,84	2908432,517	109021057,4
34	80	44467195,67	1334015,87	51651426,98	1778687,827	688688669,3	2223359,784	86085711,63	2880367,719	111911425,1
35	79,5	4418927,57	1325678,271	52977105,25	1767571,028	70636140,33	2209463,785	88295175,41	2872302,921	114783728
36	79	43911355,73	1317340,672	54294445,92	1756454,229	72392956,56	2195567,786	90490743,2	2854238,122	117637966,2
37	78,5	43633435,76	1309003,073	55603448,99	1745337,43	7413931,99	2181671,788	92672414,98	2836173,324	120474139,5
38	78	4335515,78	1300665,473	56904114,46	1734220,631	75872152,62	2167517,789	94840190,77	2818108,526	123299224,8
39	77,5	43077595,81	1292327,874	5819642,34	1723103,832	77595256,45	2153879,79	96994070,56	2800004,728	126092291,7
40	77	42799675,84	1283990,275	59480642,61	1711987,033	79307243,48	2139983,792	99134054,36	2781978,929	128874270,7
41	76,5	42521755,86	1275652,676	60756085,29	1700870,235	81008113,72	2126087,793	101260142,1	2763491,131	131638184,8
42	76	42243835,89	1267315,077	62023400,37	1689753,436	82697867,16	2112191,795	103372333,9	2745849,333	134384034,1
43	75,5	41965915,92	1258977,478	63282377,84	1678836,937	84376053,79	2098295,796	105470629,7	2727784,535	137111818,7
44	75	41687995,94	1250639,878	64533017,72	1667519,838	86046203,63	2084399,797	107555029,5	2709719,736	13982138,4
45	74,5	41410075,97	1242302,279	65775320	1656403,039	87700426,67	2070503,799	109625533,3	2691654,938	142513193,3

2,74MW

DOBLE INCLINACIÓN		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	42563825,96	0,03		0,04		0,05		0,065	
	DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	41286911,18	1238607,335	1228607,335	1651476,447	1651476,447	2064345,559	2064345,559	2683649,227	2683649,227
1	96,5	41074092,05	1232222,761	2470830,097	1642963,682	3294440,129	2053704,602	4118050,161	2669815,983	5353465,21
2	96	40861272,92	1225838,188	3696668,284	1634450,917	4928891,046	2034063,646	6161113,807	2655982,774	8009447,95
3	95,5	40648453,79	1219453,614	4916121,898	1625938,152	6554821,898	2032422,689	8193536,497	2642149,496	10651597,45
4	95	40435634,66	1213069,04	6129190,938	1617425,386	8172254,584	2021781,733	10215318,23	2628316,253	13279913,7
5	94,5	40222815,53	1206884,466	7335785,404	1608912,621	9781167,205	2011140,776	12226459,01	2614483,009	15894336,71
6	94	40009996,4	1200299,892	8536175,296	1600399,856	11381567,06	2000499,82	14226958,83	2600649,766	18495046,47
7	93,5	39797177,27	1193915,318	9730900,614	1591887,091	12973454,15	1989858,864	16216817,69	2586816,523	21081863
8	93	39584358,14	1187530,744	10917621,36	1583374,326	14556828,48	1979217,907	18196035,6	2572983,279	23654846,28
9	92,5	39371539,01	1181146,17	12098767,53	1574861,56	16131690,04	1968576,951	20164612,55	2559150,036	26213996,31
10	92	39158719,88	1174761,596	13273529,12	1566348,795	17698038,83	1957935,994	2212548,54	2545316,792	28759313,1
11	91,5	38945900,75	1168377,023	14441906,15	1557836,03	19255874,86	1947295,038	24069843,58	2531483,549	31290796,65
12	91	38733081,62	1161992,449	15603898,6	1549323,265	20805198,13	196654,081	26006497,66	2517650,305	33808446,96
13	90,5	38520262,49	1155607,875	16759506,47	1540810,5	22346008,63	1926013,125	27932510,78	2503817,062	3631264,02
14	90	38307443,36	1149223,301	17908729,77	1523784,969	2387306,36	1915372,168	29847882,95	2476150,575	41278398,41
15	89,5	38094624,23	1142838,727	19051568,5	1523784,969	25402091,33	1904731,212	31752614,16	2462317,332	43740715,74
16	89	37881805,1	1136454,153	20188022,65	1515272,204	26917363,54	1894090,255	33646704,42	2448484,088	46189199,83
17	88,5	37668985,97	1130069,579	21318092,23	1506759,439	2842412,97	1883449,299	3530153,72	2448484,088	48623850,68
18	88	37456166,64	1123685,005	22441777,24	1498246,674	2992369,65	1872808,342	37402962,06	244650,845	5104668,28
19	87,5	3723347,71	1117300,431	2355907,67	1489733,909	31412103,56	1862167,386	39265129,45	2420817,601	53451652,64
20	87	3703028,58	1110915,857	24669993,52	1481221,378	32893324,7	1851526,429	41116655,87	2406984,358	55451652,64
21	86,5	36817709,45	1104531,284	25774524,81	1472708,343	34366033,08	1840885,473	42957541,35	2393151,114	58444803,75
22	86	36604890,32	1098146,71	26872671,52	1464195,613	35830228,69	1830244,516	44787785,86	2379317,871	58224121,62
23	85,5	36392071,19	1091762,136	27964433,65	1455682,848	372785911,54	1819603,56	46607389,42	2365484,628	60589606,25
24	85	36179252,06	1085377,562	29049811,22	1447170,083	38733081,62	1808962,603	48416352,03	2351651,384	62941257,63
25	84,5	35966432,93	1078992,988	30128804,2	1438657,317	40171738,94	1798321,647	50214673,67	2337818,141	65279075,77
26	84	35753613,8	1072608,414	31201412,62	1430144,552	41601883,49	1787680,69	52002354,36	2323984,897	67603060,67
27	83,5	35540794,67	1066223,84	32267636,46	1421631,787	43023515,28	1777039,734	53779394,1	2310151,654	69913212,33
28	83	35327975,54	1059839,266	33327475,72	1413119,022	44436634,3	1766398,777	55545792,87	2296318,41	7220950,74
29	82,5	35115156,41	1053454,692	34428000,54	1404606,257	45841240,56	1755757,821	57301550,69	2282485,167	74492015,9
30	82	34902337,28	1047070,119	35428000,54	1397580,726	4723134,05	1745116,864	59046667,56	2268651,924	76760667,83
31	81,5	34689518,16	1040685,545	36468668,08	1387590,491	48624914,77	1734475,908	60781143,47	2254818,668	79015486,51
32	81	34476699,03	1034300,971	37502987,05	1379067,961	50003982,73	1723834,951	62504978,42	2240985,437	81256471,94
33	80,5	34263879,9	1027916,397	38530903,45	1370555,196	51374537,93	1713193,995	64218172,41	2227132,193	83483624,14
34	80	34051060,77	1021531,823	39552435,27	1362042,431	52758204,36	1702553,038	65920725,45	2215318,95	85969694,09
35	79,5	33838241,64	1015147,249	40567582,52	1353529,665	54009110,03	1691912,082	67612637,53	2199485,706	87896428,79
36	79	33625422,51	1008762,675	4157645,2	1345016,9	55435126,93	1681271,125	69293908,66	2185652,463	90087081,26
37	78,5	33412603,38	1002378,101	42578723,3	1336504,135	56751631,06	1670630,169	70964538,83	2171819,219	92259900,48
38	78	33199784,25	995993,5274	43574716,82	1327991,37	58099622,43	1659989,212	72624528,04	2157985,976	94411886,45
39	77,5	3298606,12	989608,9535	44564325,78	1319478,605	59730106,88	1649348,256	74273876,3	2144152,733	96556039,18
40	77	32774145,99	983224,3796	45547550,16	1310965,839	60730066,88	1638707,299	75912583,59	2130131,489	98686358,67
41	76,5	32561326,66	976839,8057	46524389,96	1302453,074	62025191,95	1628066,343	77540649,94	2116486,246	100802844,9
42	76	32348507,73	97045,2318	47594849,19	1293934,309	63326460,26	1617425,386	79158075,32	2102653,002	102090597,9
43	75,5	32133668,6	964070,6579	48458915,85	1285427,544	646161887,8	1606784,43	80764859,75	2088819,759	1049994317,7
44	75	31922869,47	957686,084	49416601,94	1276914,779	65888802,58	1596143,473	82361003,23	2074986,515	107069304,2
45	74,5	31710050,34	951301,5101	50367903,45	1268402,014	67157204,6	1585502,517	83946505,74	2061153,272	109130457,5

2,74MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6 centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,4MW		5385311,659					
0	97	5223752,309	156712,5693	156712,5693	208950,0924	208950,0924	261187,6154	339543,9001
1	96,5	5196825,751	155904,7725	312617,3418	207873,03	416823,1224	259841,2875	337733,6738
2	96	5169899,192	150969,9758	467174,3175	206795,9677	623619,0901	258494,9596	336043,4475
3	95,5	5142972,634	154289,179	622003,4966	205718,9054	829337,9954	257148,6317	334293,2212
4	95	5116046,076	153481,3823	775484,8788	206461,843	1033979,838	255802,3038	332542,9949
5	94,5	5089119,517	152673,5855	928158,4644	203564,7807	1237544,619	254455,9759	330792,7886
6	94	5062192,959	151865,7888	1080024,253	202487,1184	1440032,338	253109,648	329042,5423
7	93,5	5035266,401	151057,992	1231082,245	201410,656	1641442,994	251763,32	3279015,735
8	93	5008339,842	150250,1953	1381332,44	200333,5937	1841776,587	250416,9921	325542,0898
9	92,5	4981413,284	149442,3985	1530774,839	199256,5314	2041033,119	249070,6642	323791,8635
10	92	4954486,726	148634,6018	1679409,441	198179,469	2239212,588	247724,3363	322041,6372
11	91,5	4927560,168	147826,805	1827236,246	197102,4067	2436314,994	246378,0084	3045393,743
12	91	4900633,609	147019,0083	1974255,254	196025,3444	2632340,339	245031,6805	329042,5423
13	90,5	4873707,051	146211,2115	2120466,466	194948,282	2827288,621	243685,3526	3534110,776
14	90	4846780,493	145403,4148	2265869,88	193871,2197	3021159,84	242339,0246	3776449,801
15	89,5	4819853,934	144595,618	2410465,498	192794,1574	3213953,998	240992,6967	4017442,497
16	89	4792927,376	143787,8213	2554233,32	191717,095	3405671,093	239646,3688	4257088,866
17	88,5	4766000,818	142980,0245	2697233,344	190640,0327	3596811,126	238300,0409	4495388,907
18	88	4739074,426	142172,2278	2839405,572	189562,9704	3785874,096	236993,713	4732342,62
19	87,5	4712147,701	141364,431	2980770,003	188485,9081	3974360,004	235607,3851	4967950,005
20	87	4685221,143	140556,6343	3121326,637	187408,8457	4161768,85	234261,0571	5202211,062
21	86,5	4658294,585	139748,8375	3261075,475	186331,7834	4348100,633	232914,7292	5435125,791
22	86	4631368,026	138941,0408	3400010,516	185254,7211	4533353,354	231568,4013	5666694,193
23	85,5	4604441,468	138133,244	3538149,76	184177,6587	4717533,013	230222,0734	5896916,266
24	85	4577514,91	137325,4473	3675475,407	183100,5964	4900633,609	228875,7455	6125792,012
25	84,5	4550588,351	136517,6505	3811992,858	182073,5341	5082657,143	227529,4176	6353321,429
26	84	4523661,793	135709,8538	3947702,711	180946,4717	5263664,136	226183,0897	6579504,519
27	83,5	4496735,235	134902,057	4082604,768	178792,3471	5444373,024	224490,4338	6702781,714
28	83	4469808,677	134094,2603	4216699,029	177715,2847	5622265,372	222144,1059	6804341,281
29	82,5	4442882,118	133286,4635	4346985,492	176638,2224	5799980,656	220797,778	69249975,82
30	82	4415955,56	132478,6668	4482464,159	175561,1601	5976618,879	219451,4501	7077831,714
31	81,5	4389029,002	131670,8701	4614135,029	174484,0977	6152180,039	218105,1222	7249975,82
32	81	4362102,443	130863,0733	4744998,102	173407,0354	6326664,136	216758,7943	7470773,598
33	80,5	4335175,885	130055,2766	4875053,379	172329,9731	6500071,172	215412,4663	7690225,048
34	80	4308249,327	129247,4798	5004300,859	171252,9107	6672401,145	214066,1384	7908330,171
35	79,5	4281322,769	128439,6831	5132740,542	170175,8484	6845654,056	212719,8105	8135088,965
36	79	4254396,21	127631,8863	5260372,428	169024,7237	7013829,904	2110027,1547	8340501,431
37	78,5	4227469,652	126824,0896	5387959,518	168021,2237	7182928,69	210072,1547	8545467,57
38	78	4200543,094	126016,2928	5513212,81	166944,6614	7350950,414	208680,8268	8767287,38
39	77,5	4173616,535	125208,4961	5638421,307	165867,5991	7517895,075	206988,1709	8978660,863
40	77	4146899,977	124400,6993	5762629,006	164790,5368	7683762,674	205988,1709	9188688,017
41	76,5	4119763,419	123592,9026	5886641,908	163713,4744	7848553,211	204641,843	9397368,844
42	76	4092836,861	122785,1058	6009200,014	162636,4121	8012266,686	203295,5151	9604703,343
43	75,5	4065910,302	121977,3091	6131177,323	161559,3498	8174903,098	201949,1872	9810691,514
44	75	4038983,744	121169,5123	6252346,836	160482,2874	8336662,447	200602,8593	10015333,36
45	74,5	4012057,186	120361,7156	6372708,551	160482,2874	8496944,737	200602,8593	10218628,87
								1042057,806
								1380755,148
								1387535,19

2,74MW

FIJO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6 centimos kWh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0		39551216,77	1186536,503	1186536,503	1582048,671	1582048,671	1977560,839	1977560,839	2570829,09	2570829,09
1	96,5	39347344,52	1180420,336	2366956,839	1573893,781	3155942,452	1967367,226	3944928,065	2557577,994	5128406,484
2	96	39143472,27	1174304,168	3541261,007	1565738,891	4721681,343	1957173,614	5902101,678	2544235,698	7672732,182
3	95,5	38995600,02	1168188,001	4709449,007	1557584,001	6276265,343	1946980,001	7849801,679	2531074,001	10203806,18
4	95	38735727,77	1162071,833	5875120,841	1549429,111	7828694,454	1936786,388	9785688,068	2517822,305	12721628,49
5	94,5	38531855,52	1159555,665	7027476,506	1542174,221	9369968,675	1926592,776	11712460,84	2504570,609	15226199,1
6	94	38327983,26	1149839,498	83177316,004	1533119,331	10903088,01	1916399,163	13628860,01	2491318,912	1771518,01
7	93,5	38124111,01	1143773,33	9321039,334	1524964,441	1242805,245	1906205,551	15535065,56	2478067,216	20195585,22
8	93	37920238,76	1137607,163	10458646,5	1516809,55	13944862	1896011,938	1743107,5	2464815,52	2266040,74
9	92,5	37716366,51	1131490,995	11590137,49	1508654,66	15453516,66	1885818,326	19316895,82	2451563,823	25111964,57
10	92	37512494,26	1125374,828	12715512,32	1500499,77	16954016,43	1875624,713	21192520,53	2438312,127	27550276,69
11	91,5	37308622,01	1119258,66	13834770,98	1492344,88	18446361,31	1865431,1	23057951,63	2425060,43	29975337,12
12	91	37104749,76	1113142,493	14947913,47	1484189,99	19930551,3	1855237,488	24913189,12	2411808,734	32387145,86
13	90,5	36900877,5	1107026,325	16054939,8	1476035,1	21406586,4	1845043,875	26758233	2398557,038	34785702,9
14	90	36697005,25	1100910,158	17155849,96	1467880,21	22874466,61	1834850,263	28593083,26	2385305,341	37171008,24
15	89,5	36493133	1094793,99	18250643,95	1459725,32	24334191,93	1824656,65	30417739,91	2372053,645	39543061,88
16	89	36289260,75	1088677,823	19339321,77	1451570,43	25785762,36	1814463,038	32232202,95	2358801,949	41901863,83
17	88,5	36085388,5	1082561,655	20421883,42	1443415,54	27229177,9	1804269,425	34036472,37	2345550,252	44247414,08
18	88	35881516,25	1076445,487	21498328,91	1435260,65	28664438,55	1794075,812	35830548,18	2332298,556	46579712,64
19	87,5	35677171,74	1070329,32	22568658,23	1427105,76	30091544,31	1783882,2	37614430,38	2319046,86	48898759,5
20	87	35473771,74	1064213,152	23632871,38	1418950,87	31510495,18	1773688,587	39388118,97	2305795,163	5120454,66
21	86,5	35269899,49	1058096,985	24699968,37	1410795,98	32921291,16	1763494,975	41151613,95	2292524,467	53497098,13
22	86	35066027,24	1051980,817	25742994,19	1402641,09	34323932,25	1753301,362	42904915,31	2279291,771	55776389,9
23	85,5	34862154,99	1045864,65	26782881,33	1394486,2	35718418,45	1743107,75	44648023,06	2266040,074	58042429,98
24	85	34658282,74	1039748,482	27828562,32	1386331,31	37104749,76	1732914,137	46380937,2	2252788,378	60259218,35
25	84,5	34454410,49	1033632,315	28862194,63	1378176,42	38482926,18	1722720,524	48103657,72	2239536,882	62534755,04
26	84	3425038,24	1027516,147	29889710,78	1370021,529	39885294,7	1712526,912	49816184,63	2226284,985	64761040,02
27	83,5	34046665,98	1021399,98	30911110,76	1361866,639	41214814,34	1702333,299	51518517,93	2213823,289	66974073,31
28	83	33842793,73	1015283,812	31926394,57	1353711,749	42916862,09	1692139,687	53210657,62	2199781,593	69173854,9
29	82,5	33638921,48	1009167,644	32935562,21	1345556,859	448924082,95	1681946,074	54892603,69	2186529,896	71360384,8
30	82	33435049,23	1003051,477	33938613,69	1337401,969	45251484,92	1671752,462	56564356,15	2173278,2	73533663
31	81,5	33231176,98	996935,3094	34935549	1329247,079	46580732	1661558,849	58225915	2160026,504	75693689,5
32	81	33027304,73	990819,1418	35926368,14	1321092,189	47901824,19	1651365,236	59877280,24	2146774,807	77840464,31
33	80,5	32823432,48	984702,9743	36911071,12	1314937,299	49214761,49	1641171,624	61518451,86	2133523,111	79973987,42
34	80	32619560,23	978586,8068	37889657,92	1304782,409	50519543,9	1630978,011	63149429,87	2120271,415	82094258,84
35	79,5	32415687,97	972470,6392	38862128,56	1296627,192	51816171,42	1620784,399	64770214,27	2107019,718	84201278,55
36	79	32211815,22	966354,4717	39824833,03	1288472,629	53104644,05	1610590,786	66380805,06	2093768,022	86295046,58
37	78,5	32007943,47	960238,3041	40788721,34	1280317,739	54384961,79	1600397,174	67981202,73	2080516,326	88375562,9
38	78	31804071,22	954122,1366	41742843,48	1272162,848	55697124,63	1590203,561	69571405,79	2067464,629	90442827,53
39	77,5	31600198,97	948005,969	4269849,44	1264007,959	56921132,59	1580009,948	71151415,74	2054012,933	92496840,46
40	77	31396326,72	941889,8015	43632799,25	1255853,069	58116985,66	1569816,336	7271232,08	2040761,237	94575601,7
41	76,5	31192454,47	935773,634	44568512,48	1247698,179	59424683,84	1559622,723	74280854,8	2026509,54	96565111,24
42	76	30988582,21	929657,4664	454989170,35	1239543,289	60664227,13	1549429,111	75830283,91	2014257,844	98579369,08
43	75,5	30784709,96	923541,2989	46421711,65	1231388,398	62118941,54	1539235,498	77369519,41	2001006,148	100560375,2
44	75	30580837,71	917425,1313	47339136,78	1223233,508	63518849,10	1529041,886	78898561,29	1987754,451	102568129,7
45	74,5	30376965,46	911308,9638	48250445,74	1215078,618	64333927,65	1518848,273	80417409,57	1974502,755	104542632,4

2,74MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,4MW		5158914,114	0,03		0,04			0,05			0,065		
0	97	5004146,69	150124,4007	150124,4007	200165,8676	200165,8676	250207,3345	250207,3345	325269,5349	325269,5349	325269,5349	325269,5349	325269,5349	325269,5349
1	96,5	4978352,12	149350,5636	149350,5636	299474,9643	199134,0848	399299,5244	248917,6066	499124,9405	499124,9405	325269,5349	648862,4227	648862,4227	648862,4227
2	96	4952557,549	148576,7265	148576,7265	448051,6908	198107,302	597402,5244	247627,8775	746752,818	746752,818	325269,5349	970778,6634	970778,6634	970778,6634
3	95,5	4926762,979	147802,8894	147802,8894	595854,5802	197070,1792	742722,7735	246338,1489	993090,9669	993090,9669	325269,5349	1291018,257	1291018,257	1291018,257
4	95	4900968,408	147029,0522	147029,0522	742883,6324	196038,7363	990511,5099	245048,4204	1238139,387	1238139,387	325269,5349	1609581,204	1609581,204	1609581,204
5	94,5	4875173,838	146255,2151	146255,2151	889138,8475	195006,9535	1185518,463	243758,6919	1481998,079	1481998,079	325269,5349	1976467,503	1976467,503	1976467,503
6	94	4849379,267	145481,378	145481,378	1034620,226	193975,1707	1379499,634	242468,9634	1724367,043	1724367,043	325269,5349	2241677,155	2241677,155	2241677,155
7	93,5	4823584,696	144707,5409	144707,5409	1179327,766	192943,3879	1572437,022	241179,2348	1965546,277	1965546,277	325269,5349	2555210,161	2555210,161	2555210,161
8	93	4797790,126	143933,7038	143933,7038	1323261,47	191911,605	1764348,627	239889,5063	2205435,784	2205435,784	325269,5349	311856,3582	2867066,519	3117246,23
9	92,5	4771995,555	143159,8667	143159,8667	1466421,337	190879,8222	1955228,449	238599,7778	2444035,561	2444035,561	325269,5349	310179,7111	3177246,23	308503,064
10	92	4746200,985	142386,0295	142386,0295	1608807,366	189848,0394	2145076,489	237310,0492	2681345,611	2681345,611	325269,5349	308503,064	3485749,294	3485749,294
11	91,5	4720406,414	141612,1924	141612,1924	1750419,559	188816,2566	2333892,745	236020,3207	2917365,931	2917365,931	325269,5349	306826,4169	3792575,711	3792575,711
12	91	4694611,844	140838,3553	140838,3553	1891257,914	187784,4737	2521677,219	234730,5922	3152096,524	3152096,524	325269,5349	305149,7698	4097725,481	4097725,481
13	90,5	4668817,273	140064,5182	140064,5182	2031322,432	186752,6909	2708429,91	233440,8637	3385537,387	3385537,387	325269,5349	303473,1227	4401198,603	4401198,603
14	90	4643022,703	139290,6811	139290,6811	2170613,113	185720,9081	2894150,818	232151,1351	3617688,522	3617688,522	325269,5349	301796,4757	4702995,079	4702995,079
15	89,5	4617228,132	138516,844	138516,844	2309129,957	184669,1253	3078839,943	230861,4066	3848459,929	3848459,929	325269,5349	300119,8286	5003114,908	5003114,908
16	89	4591433,561	137743,0068	137743,0068	2446872,964	183657,3425	3262497,286	229571,6781	4078121,607	4078121,607	325269,5349	298443,1815	5301556,089	5301556,089
17	88,5	4565638,991	136969,1697	136969,1697	2583842,134	182625,5596	3445122,845	228281,9495	4306403,557	4306403,557	325269,5349	296766,5344	5598324,624	5598324,624
18	88	4539844,42	136195,3326	136195,3326	2720037,467	181593,7768	3626716,622	226992,221	4533395,778	4533395,778	325269,5349	295089,8873	5893414,511	5893414,511
19	87,5	4514049,85	135421,4955	135421,4955	2855458,962	180561,994	3802728,616	225702,4925	4759098,27	4759098,27	325269,5349	293413,2402	6186827,751	6186827,751
20	87	4488255,279	134647,6584	134647,6584	2990106,62	179530,2112	3986808,827	224412,764	4983511,034	4983511,034	325269,5349	291736,5931	6478564,344	6478564,344
21	86,5	4462460,709	133873,8213	133873,8213	3123380,442	178498,4283	4165307,256	221323,0354	5206634,069	5206634,069	325269,5349	290059,9461	6768624,29	6768624,29
22	86	4436666,138	133099,9841	133099,9841	3257080,426	177446,6455	4342773,901	221833,3069	5428467,376	5428467,376	325269,5349	288383,299	7057007,589	7057007,589
23	85,5	4410871,567	132326,147	132326,147	3389406,573	176434,8627	4519208,764	220543,5784	5649010,955	5649010,955	325269,5349	286706,6519	7343714,241	7343714,241
24	85	4385076,997	131552,3099	131552,3099	3520958,883	175403,0799	4694611,844	219253,8498	5868264,805	5868264,805	325269,5349	285030,0048	7628744,246	7628744,246
25	84,5	4359282,426	130778,4728	130778,4728	3781741,991	174371,297	4868983,141	217964,1213	6086228,926	6086228,926	325269,5349	281676,7106	7912097,604	7912097,604
26	84	433487,856	130004,6357	130004,6357	3910972,79	173339,5142	5042322,655	216674,3928	6302903,319	6302903,319	325269,5349	281676,7106	8193774,314	8193774,314
27	83,5	4307693,285	129230,7986	129230,7986	409429,751	172044,1658	5385906,335	214094,9357	6732382,919	6732382,919	325269,5349	280000,0635	8473774,378	8473774,378
28	83	4281898,715	128456,9614	128456,9614	4167112,875	170244,1658	5556150,501	212805,2072	6945188,126	6945188,126	325269,5349	276646,7694	9028744,564	9028744,564
29	82,5	4256104,144	127683,1243	127683,1243	4294022,163	169212,3829	5725362,884	211515,4787	7156703,605	7156703,605	325269,5349	274970,1223	9303714,686	9303714,686
30	82	4230309,573	126909,2872	126909,2872	4420157,613	168180,6001	5893543,484	210225,7501	7366929,355	7366929,355	325269,5349	273293,4752	9577008,161	9577008,161
31	81,5	4204515,003	126363,4501	126363,4501	4545519,4226	167148,8173	6060692,301	208936,0216	7575665,376	7575665,376	325269,5349	271616,8281	9848624,989	9848624,989
32	81	4178720,432	125361,613	125361,613	4670107,002	166117,0345	6226809,335	207646,2931	7783511,669	7783511,669	325269,5349	269940,181	10118565,17	10118565,17
33	80,5	4152925,862	124587,7759	124587,7759	4793920,94	165085,2516	6391894,587	206356,5646	7989688,234	7989688,234	325269,5349	268263,5339	10386628,7	10386628,7
34	80	4127131,291	123813,9387	123813,9387	4916910,22	164053,4688	6559498,056	205066,8336	8194935,07	8194935,07	325269,5349	266586,8868	10655415,59	10655415,59
35	79,5	4101336,721	123040,1016	123040,1016	5039227,306	163021,686	6718969,742	203777,1075	8398712,177	8398712,177	325269,5349	264910,2397	10918335,83	10918335,83
36	79	4075542,15	122266,2645	122266,2645	5160719,734	161989,9032	6880959,645	202487,379	8601199,556	8601199,556	325269,5349	263233,5927	11181559,42	11181559,42
37	78,5	4049747,579	121492,4274	121492,4274	5281438,324	160959,2304	7041917,765	201197,6504	8802397,207	8802397,207	325269,5349	261556,9456	11443116,37	11443116,37
38	78	4023953,009	120718,5903	120718,5903	5397363,868	159926,3375	7201844,103	199907,9219	9002305,129	9002305,129	325269,5349	259880,2985	11702996,67	11702996,67
39	77,5	3998158,438	119944,7531	119944,7531	5502553,993	158884,5547	7360738,658	198768,1934	9200923,322	9200923,322	325269,5349	258203,0043	11961200,32	11961200,32
40	77	3974569,297	119170,916	119170,916	5628951,072	157862,7719	7518601,43	197328,4649	93980251,787	93980251,787	325269,5349	256592,0043	12212727,32	12212727,32
41	76,5	3946363,868	118397,0789	118397,0789	5756574,314	156830,8991	7675432,419	196038,7363	9594290,523	9594290,523	325269,5349	254850,3572	12472577,66	12472577,66
42	76	3920774,777	117623,2418	117623,2418	5873442,719	155799,2062	7831231,625	194749,0078	9799039,531	9799039,531	325269,5349	253173,7101	12725751,39	12725751,39
43	75,5	3894980,156	116849,4047	116849,4047	5989499,286	154767,4234	7985999,088	193459,2793	9982498,81	9982498,81	325269,5349	251497,0631	12977248,45	12977248,45
44	75	3869185,585	116075,5676	116075,5676	6104801,017	153737,6406	8139734,689	192169,5507	10174668,36	10174668,36	325269,5349	249820,416	13277068,87	13277068,87
45	74,5	3843391,015	115301,7304	115301,7304							325269,5349			

2,74MW

VARIACIÓN MENSUAL		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	41739420,33	1252182,61	1252182,61	1669576,813	1669576,813	2086971,016	2086971,016	2713062,321	2713062,321
1	96,5	41524268,68	1245728,06	2497910,67	1669707,747	3330547,56	2076213,434	4163184,45	2699077,464	5412139,785
2	96	41309117,02	1239273,511	3737184,181	1652646,681	4982912,241	2065455,851	6228640,301	2685092,607	8097232,392
3	95,5	41093965,37	1232818,961	4970003,142	1643788,615	6626670,856	2054698,269	8283338,57	2671107,749	10766300,14
4	95	40878813,72	1226364,412	6196367,554	1635152,549	8261823,405	2043940,686	1032729,26	2657122,992	13425463,03
5	94,5	40663662,07	1219909,862	7416277,416	1626546,483	9888369,888	2033183,104	12360462,36	2643138,035	16066601,07
6	94	40448510,42	1213455,313	8629732,728	1617940,417	11506310,3	2022425,521	14382887,88	2629153,177	18697754,24
7	93,5	40233358,77	1207000,763	9836733,491	1609334,351	13115644,66	2000910,356	16394555,82	2615168,32	21312922,56
8	93	40018207,12	1200546,214	11037279,7	1592122,219	14716372,94	1990152,773	18395466,17	2601183,463	23914106,03
9	92,5	39803055,47	1194091,664	12231371,37	1589222,285	16308495,16	1979395,191	20385618,95	2587198,605	26501304,63
10	92	39587903,81	1187637,114	13419008,48	1583516,153	17892011,31	1968637,608	22365014,14	2573213,748	29074518,38
11	91,5	39372752,16	1181182,565	14600191,05	1574910,087	19466921,4	1957880,026	2433651,75	2559228,891	31633747,27
12	91	39157600,57	1174728,015	1577919,06	1566304,02	21033225,42	1957880,026	26291531,77	2545244,033	34178991,3
13	90,5	38942448,86	1168273,466	16943192,53	1557697,954	22590923,37	1947122,443	28238654,22	2531259,176	36710250,48
14	90	38727297,21	1161818,916	18105011,45	1549091,888	24140015,26	1936364,861	30175019,08	2517274,319	39227524,8
15	89,5	38512145,56	1155364,367	19260375,81	1540485,822	25680501,08	1925607,278	32100626,35	2503289,461	41730814,26
16	89	38296993,91	1148909,817	20409285,63	1531879,756	27212380,84	1914849,695	34015476,05	2489304,604	44220118,86
17	88,5	38081842,26	1142455,268	21551740,9	1523273,69	28735654,33	1904902,113	35919568,16	2473519,747	46695438,61
18	88	3786690,61	1136000,718	22687741,62	1514667,624	30250322,15	1893334,53	37812902,69	2461334,889	49156773,5
19	87,5	3765138,95	1129546,169	23817287,78	1506061,588	31756383,71	1882576,948	39695479,64	2447350,032	51604123,53
20	87	37436387,3	1123091,619	25040397,4	1497455,492	33253839,2	1871819,365	41567299,01	2433365,175	54035689,02
21	86,5	37221335,65	1116637,07	26205106,47	1488849,426	34742688,63	1861061,783	43428360,79	2419380,317	56456869,72
22	86	37006084	1110182,52	27167198,99	1480234,36	36222931,99	1850304,2	45278664,99	2405395,446	58862644,48
23	85,5	36790932,35	1103727,97	28270926,96	1471637,294	37694569,28	1839546,617	47118211,61	2391410,603	61253675,09
24	85	36575780,7	1097273,421	29368200,38	1463031,228	39157600,51	1828789,035	48947000,64	2377425,745	63631100,83
25	84,5	36360629,05	1090818,871	30459019,26	1454425,162	40612025,67	1818031,452	50765032,09	2363440,888	65994541,72
26	84	36145477,4	1084364,322	31543383,58	1445819,096	42057844,77	1807273,87	52572305,96	2349456,031	68343997,75
27	83,5	35930325,74	1077909,772	32621293,35	1437213,03	43495057,8	1796516,287	54368822,25	2335471,173	70679468,92
28	83	35715174,09	1071455,223	33692748,57	1428606,964	44923664,76	1785758,705	56154580,95	2321486,316	73000955,24
29	82,5	35500022,44	1065000,673	34757749,25	1420000,898	46343665,66	1775001,122	57929582,08	2307501,459	75308456,7
30	82	35284870,79	1058546,124	35816295,37	1411394,832	47755060,49	1764243,54	59693825,62	2293516,601	77601973,3
31	81,5	35069719,14	1052091,574	36868386,94	1402788,766	49157849,26	1753485,957	61447311,57	2279531,744	79881505,05
32	81	34854567,49	1045637,025	37914023,97	1394182,7	50552031,96	1742728,374	63190039,95	2265546,887	82147051,93
33	80,5	34639415,84	1039182,475	38985206,44	1385576,634	51937608,59	1731970,792	64922010,74	2251562,029	84396131,96
34	80	34424664,37	1032727,926	39985954,37	1376970,657	53314597,16	1721213,209	66643223,95	2237577,122	86396131,96
35	79,5	34209112,54	1026273,376	41012207,75	1368364,501	54682943,66	1710455,627	68353679,58	2223592,315	88859783,45
36	79	33993360,28	1019818,827	42032026,57	1359758,369	56042702,1	1699698,044	70053377,62	2209607,457	91065390,91
37	78,5	33778809,83	1013364,277	43043390,85	1351152,365	57393854,47	1688940,462	71474231,08	2195622,6	93265330,51
38	78	33563657,58	1006909,727	44053300,58	1342546,303	58736400,77	1678182,879	73420500,96	2181637,743	95446651,25
39	77,5	33348505,93	1000455,178	45052795,75	1333940,237	60070341,01	1667425,297	75087926,26	2167652,886	97614304,13
40	77	33133354,28	994000,6284	46046756,38	1323534,171	61393561,18	1656667,714	76744593,97	2153668,028	99767927,16
41	76,5	32918202,63	987546,0789	47034302,46	1316728,105	62712403,28	1645910,131	78390504,1	2139683,171	101907555,3
42	76	32703050,98	981091,5293	48015939,93	1308122,039	63820025,32	1635152,549	80025565,65	2125698,314	104033353,6
43	75,5	32487899,33	974636,9798	48990030,97	1299515,973	6502041,29	1624394,966	81650051,62	2111713,456	106145067,1
44	75	32272747,68	968182,4303	49958213,4	1290909,907	66610951,2	1613637,384	83263689	2097728,599	108242795,7
45	74,5	32057596,02	961727,8807	50919941,28	1282303,841	67893255,04	1602879,801	84866568,8	2083743,742	110326539,4

2,74MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
		5444335,275	0,03			0,04			0,05			0,065		
0	97	5281005,216	158430,1565	158430,1565	211240,2087	211240,2087	264050,2608	264050,2608	343265,3391	343265,3391	343265,3391	343265,3391	343265,3391	343265,3391
1	96,5	5253783,54	157613,5062	316043,6627	210151,3416	421191,5502	262689,1177	526739,4378	341485,9301	684761,2692	684761,2692	341485,9301	684761,2692	684761,2692
2	96	5226561,864	156796,8559	472840,5186	209062,4745	630454,0248	261328,0932	788067,531	339726,5211	1024487,79	1024487,79	339726,5211	1024487,79	1024487,79
3	95,5	5199340,183	155980,2056	628820,7422	207973,6075	838427,3232	259967,0094	1048034,54	337957,1122	1362444,902	1362444,902	337957,1122	1362444,902	1362444,902
4	95	5172118,511	155163,5533	783984,2795	206884,7404	1045312,373	258605,9255	1306640,466	336187,7032	1698632,606	1698632,606	336187,7032	1698632,606	1698632,606
5	94,5	5144896,834	154346,905	938331,1846	205795,8734	1251108,246	257244,8417	1563885,308	334418,2942	2033050,9	2033050,9	334418,2942	2033050,9	2033050,9
6	94	511675,158	153530,2547	1091861,439	204707,0063	1455815,252	255883,7579	1819769,066	332648,8853	2365699,785	2365699,785	332648,8853	2365699,785	2365699,785
7	93,5	5090453,482	152713,6045	1244753,044	203618,1393	1659433,392	254522,6741	2074291,74	330879,4763	2696579,261	2696579,261	330879,4763	2696579,261	2696579,261
8	93	5063231,805	151080,3039	1396471,998	202529,2722	1861962,664	253161,5903	2327453,33	329110,0673	3025689,329	3025689,329	329110,0673	3025689,329	3025689,329
9	92,5	5036010,129	150263,6536	1697815,955	200351,3381	2263754,607	250439,4226	2829693,259	325571,2494	3678601,237	3678601,237	325571,2494	3678601,237	3678601,237
10	92	5008788,453	150063,6536	184762,959	199262,671	2463011,278	249078,3388	3078771,598	323801,8405	4002403,077	4002403,077	323801,8405	4002403,077	4002403,077
11	91,5	4981566,776	149447,0033	2582248,221	198173,804	2856191,082	247717,255	332648,853	322032,4315	4324435,509	4324435,509	322032,4315	4324435,509	4324435,509
12	91	4954345,1	148630,353	1995893,312	197084,9369	2858276,019	246356,1712	3572845,024	320263,0225	4644698,531	4644698,531	320263,0225	4644698,531	4644698,531
13	90,5	4927123,423	147813,7027	2143707,014	197084,9369	2858276,019	246356,1712	3572845,024	320263,0225	4644698,531	4644698,531	320263,0225	4644698,531	4644698,531
14	90	4899901,747	146997,0524	2290704,067	195996,0699	3054272,089	244995,0874	3817840,111	318493,6136	4963192,145	4963192,145	318493,6136	4963192,145	4963192,145
15	89,5	4876880,071	146180,4021	2436884,469	194907,2028	3249179,292	243634,0035	4061474,115	316724,2046	5279916,349	5279916,349	316724,2046	5279916,349	5279916,349
16	89	4845458,394	145363,7518	2582248,221	193818,3358	3442997,628	242272,9197	4303747,035	314954,7956	5594871,145	5594871,145	314954,7956	5594871,145	5594871,145
17	88,5	4818236,718	144547,1015	2726795,322	192729,4687	3635727,096	240911,8359	4544658,87	313185,3867	5908056,532	5908056,532	313185,3867	5908056,532	5908056,532
18	88	4791015,042	143730,4512	2870525,774	191640,6017	3827367,698	239550,7521	4784209,623	311415,9777	6219447,509	6219447,509	311415,9777	6219447,509	6219447,509
19	87,5	4763793,365	142913,801	3013439,574	190551,346	401919,433	238189,6683	5022399,291	309646,5687	6529119,078	6529119,078	309646,5687	6529119,078	6529119,078
20	87	4736571,689	142097,1507	3155536,725	189462,8676	4207382,3	236828,5844	5259227,875	307877,1598	6836996,238	6836996,238	307877,1598	6836996,238	6836996,238
21	86,5	4709350,012	141280,5004	3296817,226	188374,0005	4395756,301	235467,5006	5494695,376	306107,7508	7143103,989	7143103,989	306107,7508	7143103,989	7143103,989
22	86	4684128,336	140463,8501	347381,076	187285,1334	4583041,434	234106,4168	5728801,793	304338,3418	7447442,33	7447442,33	304338,3418	7447442,33	7447442,33
23	85,5	4654906,66	139647,1998	3576928,275	186196,2664	4769237,701	232745,333	5961547,126	302568,9329	7750011,263	7750011,263	302568,9329	7750011,263	7750011,263
24	85	4627684,983	138830,5495	3715758,825	185107,3993	4954345,1	231384,2492	6192931,375	300799,5339	8050810,787	8050810,787	300799,5339	8050810,787	8050810,787
25	84,5	4600463,307	138013,8992	3853772,724	184018,5323	5138363,632	230023,1653	6422954,54	299030,115	8349840,908	8349840,908	299030,115	8349840,908	8349840,908
26	84	4573241,631	137197,2489	3990669,973	182929,6652	5321293,297	228662,0815	6651616,622	297267,706	8647101,608	8647101,608	297267,706	8647101,608	8647101,608
27	83,5	4546019,954	136380,5986	4127350,572	181840,7982	550134,096	227300,9977	6878917,619	295491,297	8942592,905	8942592,905	295491,297	8942592,905	8942592,905
28	83	4518798,278	135563,9483	4262914,52	180751,9311	5683888,027	225939,9139	7104857,533	293797,8881	9236514,793	9236514,793	293797,8881	9236514,793	9236514,793
29	82,5	4491576,601	134747,298	4397628,818	179663,0641	5863549,091	224578,8301	7329436,363	291952,4791	9528267,272	9528267,272	291952,4791	9528267,272	9528267,272
30	82	4464354,925	133930,6478	4531592,466	178574,197	6042123,288	223217,7463	7552654,11	290183,0701	9818450,342	9818450,342	290183,0701	9818450,342	9818450,342
31	81,5	4437133,249	133113,9975	4664706,463	177485,33	6219608,618	221856,6624	7774510,772	288413,6612	10106864	10106864	288413,6612	10106864	10106864
32	81	4409911,572	132297,3472	4797003,81	176396,4629	6396005,081	220495,5786	7995006,351	286644,2522	10393508,26	10393508,26	286644,2522	10393508,26	10393508,26
33	80,5	4382689,896	131480,6969	4928484,507	175307,5958	6571312,676	219134,4948	8214140,845	284874,8432	10678383,1	10678383,1	284874,8432	10678383,1	10678383,1
34	80	4355468,22	130664,0466	5059148,554	174218,2888	6745531,405	217773,411	8431914,256	283105,4343	10961488,53	10961488,53	283105,4343	10961488,53	10961488,53
35	79,5	4328246,543	129847,3963	5188995,95	173129,8617	6918661,657	216412,3272	8648326,584	281336,0253	1124282,456	1124282,456	281336,0253	1124282,456	1124282,456
36	79	4301024,867	129030,746	5318026,996	172040,9947	7090702,262	215051,2433	8863377,827	279566,6163	1152239,18	1152239,18	279566,6163	1152239,18	1152239,18
37	78,5	4273803,191	128214,0957	5446240,792	170952,1276	7261654,389	213690,1755	9077067,986	2772488,9805	12622963,55	12622963,55	2772488,9805	12622963,55	12622963,55
38	78	4246581,514	127397,4454	5573638,337	169863,666	7431517,65	212329,0757	9289397,062	276027,9884	1287916,18	1287916,18	276027,9884	1287916,18	1287916,18
39	77,5	4219359,838	126580,7951	5700719,032	168774,3935	7600292,043	210967,9919	9500365,054	274238,3995	1325047,457	1325047,457	274238,3995	1325047,457	1325047,457
40	77	4192138,161	125764,1448	5825983,177	167685,5265	7761977,57	209606,9081	9709971,962	2727488,9805	12622963,55	12622963,55	2727488,9805	12622963,55	12622963,55
41	76,5	4164916,485	124947,4946	5950930,672	166596,6594	7934574,229	208245,8243	9918217,786	270719,5715	13162633,28	13162633,28	270719,5715	13162633,28	13162633,28
42	76	4137694,809	124130,8443	6075061,516	165507,7923	8100082,021	206884,7404	10125102,53	268950,1626	13429814,34	13429814,34	268950,1626	13429814,34	13429814,34
43	75,5	4110473,132	123314,194	6198375,71	164418,9253	8264500,947	205523,6566	10330626,18	267180,7346	13665225,08	13665225,08	267180,7346	13665225,08	13665225,08
44	75	4083251,456	122497,5437	6320872,254	163330,5582	8427831,005	204162,5728	10534788,76	265411,3446	13955867,32	13955867,32	265411,3446	13955867,32	13955867,32
45	74,5	4056029,78	121680,8934	6442544,147	162241,1912	8590072,196	202801,489	10737590,25	263641,9357	13955867,32	13955867,32	263641,9357	13955867,32	13955867,32

2,74MW

SEGUIMIENTO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6,5centimos kWh entregado		
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW		0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	53916474,75	1617494,243	1617494,243	2156658,99	2156658,99	2695823,738	2695823,738	3504570,859	3504570,859
1	96,5	5368554,78	1609156,643	3226650,886	2145542,191	4302201,181	2681927,739	5377751,477	3486506,061	6991076,92
2	96	53360634,81	1600819,044	4872749,93	2134425,392	6436626,574	2668031,74	8045783,217	3488441,63	10459518,18
3	95,5	53082714,84	1592481,445	6419511,375	2123308,593	8559935,167	2654135,742	10699918,96	3450376,464	1390894,65
4	95	52804794,86	1584143,846	8004099,221	2112191,795	10672126,96	2640239,743	13340158,7	3432120,61	17342206,31
5	94,5	52526874,89	1575806,247	9579901,468	2101074,996	12773201,96	2626343,745	15966502,45	3414246,668	20756453,18
6	94	5228954,92	1567468,648	11147370,12	2089958,197	14883160,15	2612447,746	18578950,19	3396182,07	2415635,25
7	93,5	51971034,94	1559131,048	12706501,16	2078841,398	16942001,55	2598551,747	21177501,94	3378117,271	27530752,52
8	93	51693114,97	1550793,449	14257294,61	2067724,599	19009726,15	2584655,749	23762157,69	3360052,473	30890804,99
9	92,5	51415195	1542455,85	15799750,46	2056607,8	21066333,95	2570759,75	26332917,44	3341987,675	3423792,67
10	92	51137275,03	1534182,251	1733868,71	2045491,001	2311824,95	2556863,751	28889781,19	3323922,877	37556715,55
11	91,5	50859355,05	1525780,652	18859649,37	2034374,202	25146199,15	2542967,753	31432748,94	3305858,078	40862573,62
12	91	50581435,08	1517443,052	20377092,42	2023257,403	27169456,56	2529071,754	33961820,7	3287793,28	44150366,91
13	90,5	50303515,11	1509105,453	21886197,87	2012140,604	29181597,16	2515175,755	36476996,45	3269178,482	47420095,39
14	90	50025595,13	1500767,854	23386965,72	2001023,805	31182620,97	2501279,757	38978276,21	3251663,684	50671759,07
15	89,5	49747675,16	1492430,255	24879395,98	1989907,006	33172527,97	2487383,758	41465659,97	3233598,885	53905357,96
16	89	49469755,19	1484092,656	26363488,64	1978290,208	35151318,18	2473487,759	43939147,73	3215534,087	57120892,04
17	88,5	49191835,21	1475755,056	27839243,69	1967673,409	37118991,59	2459591,761	46398739,49	3197469,289	60318361,33
18	88	48913915,24	1467417,457	2930661,15	1956556,61	39075548,2	2454695,762	4884435,25	3179404,491	6349765,82
19	87,5	48639955,27	1459079,858	30765741,01	1945439,811	41002988,01	2431799,763	51276235,01	3161339,692	66597105,52
20	87	48358075,3	1450742,259	32216483,27	1934323,012	42955311,02	2417903,765	53694138,78	3143274,694	69802380,41
21	86,5	48081055,32	1442404,66	33658887,93	1923206,213	44878517,23	2404007,766	56098146,54	3125210,096	72927590,51
22	86	47802235,35	1425729,461	35092954,99	1912089,414	46790606,65	2390111,767	58488258,31	3107145,298	76034735,8
23	85,5	47524315,38	1417391,862	37396076,31	1898955,816	50581445,08	2362319,77	63226793,85	3071015,701	82194832
24	85	47246395,4	140716,664	39345130,57	1878739,017	54327796,31	234577,773	65575217,62	3052950,903	8524782,91
25	84,5	46968475,43	14009054,263	42188226,3	1856505,419	56184301,73	2320631,774	67909745,39	3034886,105	88282669,01
26	84	46690555,46	1392379,065	440745847,24	1845388,62	58029690,35	2306735,776	70330377,17	3016821,307	91299490,32
27	83,5	46412635,48	13840041,465	45222267,77	1834271,822	59863962,18	2292839,777	74829952,72	298065,508	94298246,83
28	83	46134715,51	1375703,866	44897971,63	1823155,023	61687111,2	2278943,778	77108896,5	2962626,912	100241565,4
29	82,5	45856795,54	1367366,267	46265337,9	1812038,224	63499155,42	2265047,78	79379944,28	2944562,114	103186127,6
30	82	45578875,57	1359028,668	47624366,57	1800921,425	65300076,85	2251151,781	81625096,06	2926497,315	106112624,9
31	81,5	45300955,59	1350691,069	48975057,64	1789894,626	67089881,47	2237255,782	838663351,84	2908432,517	109021057,4
32	81	45023035,62	1342353,469	50517411,11	1778687,827	688685669,3	2223359,784	86085711,63	2880367,719	111911425,1
33	80,5	44745115,65	1334015,87	51651426,98	1767571,028	70636140,33	2209463,785	88295175,41	2872302,921	114783728
34	80	44467195,07	1325678,271	52977105,25	1756454,229	7233931,96	2195567,786	90490743,2	2854238,122	117637966,2
35	79,5	4418927,57	1317340,672	5429445,92	1745337,43	74137991,54	2181671,788	92672414,98	2836173,324	120474339,5
36	79	43911355,73	1306065,473	55603448,99	1734220,631	75872152,62	2167517,789	94840190,77	2818108,526	123299224,8
37	78,5	43633435,76	1293277,874	56904114,46	1723103,832	77595256,45	2153879,79	96994070,56	2800004,728	126069291,7
38	78	43077595,81	1283990,275	58186042,61	1711987,033	79307243,48	2139983,792	99134054,36	2781978,929	128874270,7
39	77,5	42796675,84	1275652,676	59756085,29	1700870,235	81008113,72	2126087,793	101260142,1	2763491,131	131638184,8
40	77	42521755,86	1267315,077	61322400,37	1689753,436	82697867,16	2112191,795	103372333,9	2745849,333	134384034,1
41	76,5	42243835,89	1258977,478	63082377,84	1678639,79	84376053,79	2098295,796	105470629,7	2727784,535	13711818,7
42	76	41965915,92	1250639,878	64533017,72	1667519,838	86046203,63	2084399,797	107555029,5	2709719,736	13982138,4
43	75,5	41687995,94	1242302,279	65775320	1656403,039	87700426,67	2070503,799	109625533,3	2691654,938	142513193,3
44	75	41410075,97								
45	74,5									

2,74MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6 centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0								
1	96.5	6786521.839	203595.6552	408264.2101	544328.2802	680410.3502	441123.9195	884533.4533
2	96	6751358.514	202540.7554	610786.9655	814382.6207	937567.9257	1017978.276	438838.3034
3	95.5	6716195.188	201485.8556	812272.8212	268647.8075	1083030.428	1353788.035	43652.6872
4	95	6681031.862	200430.9559	1012703.777	267241.2745	1350271.703	334051.5931	434267.0711
5	94.5	6645868.537	199376.0561	1212079.833	265834.7415	1616106.444	332295.4268	431981.4549
6	94	6610705.211	198321.1563	1410400.989	264428.2084	1880534.653	330535.2666	4250668.316
7	93.5	657541.886	197266.2566	1607667.246	263021.6754	2143556.328	328777.0943	2679445.41
8	93	6540378.56	196211.3568	1803878.603	261615.1424	2405171.47	327018.928	3006464.338
9	92.5	6505215.234	195156.457	1999035.06	260208.6094	2665380.08	325260.7617	3331725.1
10	92	6470051.909	194101.5573	2193136.617	258802.0764	2924182.156	323502.5954	3655227.695
11	91.5	6434888.583	193046.6575	2386183.275	257395.5433	3181577.7	321744.4292	3976972.124
12	91	6399725.258	191991.7577	2578175.032	255989.0103	3437566.71	319986.2629	4296958.387
13	90.5	6364561.932	190936.858	2769111.89	254582.4773	3692149.187	318228.0966	4615186.484
14	90	6329398.606	189881.9582	2958993.849	253175.9443	3945325.131	316469.9303	4931656.414
15	89.5	6294235.281	188827.0584	3147820.907	251769.4182	4197094.543	314711.764	5254636.178
16	89	6259071.955	187772.1587	3335593.066	250362.8782	4447457.421	312953.5978	5559321.776
17	88.5	6223908.63	186717.2589	3522310.324	248956.3452	4696413.766	311195.4315	5870517.207
18	88	6188745.304	185662.3591	3707972.684	247549.8122	4943963.578	309437.2652	6179954.473
19	87.5	6153581.979	184607.4594	3892380.143	246143.2791	5240106.857	307679.0989	6487633.572
20	87	6118418.653	183552.5596	4076137.703	244736.7461	5434843.603	305920.9326	6793554.504
21	86.5	6083255.337	182497.6598	4258630.362	243330.2131	5678173.817	304162.7664	7097717.271
22	86	6048092.002	181442.7601	4440073.122	241973.6801	5920097.497	302404.6001	7400121.871
23	85.5	6012928.676	180387.8603	4620460.983	240517.147	6160614.644	300646.4338	7700768.305
24	85	5977765.351	179332.9605	4797939.943	239110.614	6399725.258	298888.2675	7999565.572
25	84.5	5942602.025	178278.0607	4978072.004	237704.081	6637429.339	297130.1012	8296786.673
26	84	5907438.699	177223.161	5152995.165	236297.548	6873726.887	295371.935	8592158.608
27	83.5	5872275.374	176168.2612	5331463.426	234891.015	7108617.902	293613.7687	8885772.377
28	83	5837112.048	175113.3614	5506576.788	233484.4819	7342102.383	291855.6024	9177627.979
29	82.5	5801948.723	174058.4617	5680635.249	232077.4489	7574180.332	290097.4361	9467725.416
30	82	5766785.397	173003.5619	5853638.811	230671.4159	7804851.748	288339.2699	9756064.685
31	81.5	5731622.071	171948.6621	6025587.473	229264.8829	8034116.631	286581.1036	10042645.4346
32	81	5696458.746	170893.7624	6196481.236	227858.3498	8261974.981	284822.9373	10327468.73
33	80.5	5661295.42	169838.8626	6366320.098	226451.8168	8488426.798	283064.771	10610533.5
34	80	5626132.095	168783.9628	6535104.061	225045.2838	8713472.082	281306.6047	10891840.1
35	79.5	5590968.769	167729.0631	6702833.124	223638.7508	8937110.832	279548.4385	11171388.54
36	79	5555805.443	166674.1633	6889507.288	222232.2177	9159343.05	277790.2722	11449178.81
37	78.5	5520642.118	165619.2635	7055126.551	220825.6847	9380168.735	276032.1059	11725210.92
38	78	5485478.792	164564.3638	7199690.915	219419.1517	9599587.886	274273.9396	11999484.86
39	77.5	5450315.467	163509.464	7363200.379	218012.6187	9817600.505	272515.7733	12272000.63
40	77	5415152.141	162454.5642	7525654.943	216606.0856	1004940.59	270757.6071	12542758.24
41	76.5	5379988.815	161399.6645	7687054.608	215199.5526	1024926.14	268999.4408	12811757.68
42	76	5344825.49	160344.7647	7847399.372	213793.0196	10463199.16	267241.2745	13078998.95
43	75.5	5309662.164	159289.8649	8006682.237	212386.4866	10675585.65	265483.1082	13344482.06
44	75	5274498.839	158234.9652	8164924.202	210979.9535	10886565.6	263724.9419	13608207
45	74.5	5239335.513	157180.0654	8322104.268	209573.4205	11096139.02	261966.7757	1387013.78

50MW

INGRESOS												
DOBLE INCLINACIÓN		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6 centimos kwh entregado				
CASO 1,3MW		0,03		0,04		0,05		0,065				
103049262,8												
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	99957784,96	2998733,549	2998733,549	3998311,398	3998311,398	4997889,248	4997889,248	6497256,022	6497256,022		
1	96,5	99442538,64	2983276,159	5981510,708	3977701,546	7976012,944	4972126,932	4972126,932	6463765,012	12961021,03		
2	96	98927292,33	2967818,77	8949828,478	3957091,693	11933104,64	4946364,617	14916380,8	6430274,001	19391295,04		
3	95,5	98412046,02	2952361,38	11902189,86	3936481,841	15869586,48	4920602,301	19836983,1	6396782,991	2578807,03		
4	95	97896799,7	2936903,991	14839093,85	3915871,988	19785458,47	4894839,985	24731823,08	6363291,981	32151370,01		
5	94,5	97381553,39	2921446,602	17760540,45	3895262,135	23680720,6	4869077,669	29600900,75	6329800,97	38481170,98		
6	94	96866307,07	2905989,212	20666529,66	3874652,283	2755532,88	484315,354	34444216,11	6296309,96	4477480,94		
7	93,5	96351060,76	2890531,823	23557061,49	3854042,43	31409415,31	4817553,038	39261769,14	6262818,949	51040299,89		
8	93	95835814,44	2875074,433	26432135,92	3833432,578	35242847,99	4791790,722	44053559,87	6229327,939	5726962,83		
9	92,5	95320568,13	2859617,044	29291752,96	3812822,725	39056701,62	4766028,407	48819588,27	6195836,928	63465464,75		
10	92	94805321,82	2844159,654	32135912,62	3792212,873	42847883,49	4740266,091	53559854,36	6162345,918	69627810,67		
11	91,5	94290075,5	2828702,265	34964614,88	3771603,02	46619486,51	4714503,775	58274358,14	6128854,908	7575665,58		
12	91	93774829,19	2813244,876	40575647,24	3750993,168	50370479,68	4688741,459	62963099,6	6095363,897	81852029,48		
13	90,5	93259582,87	2797787,486	43579773,462	3730383,315	54100862,99	4662979,144	67626078,74	6061872,887	87913902,36		
14	90	92744336,56	2782330,097	43579773,462	3709773,462	57810963,66	4637216,828	72263295,57	6028381,876	93942284,24		
15	89,5	92229090,25	2766872,707	46124850,05	3689163,61	61499800,07	4611454,512	76874750,08	5994890,866	99937175,11		
16	89	91713843,93	2751415,318	48876265,37	3668533,757	65168833,82	4585662,197	81460442,28	5961399,856	105898575		
17	88,5	91198597,62	2735957,929	51612223,3	3647943,905	68816297,73	4559929,881	86020372,16	5927908,845	111826483,8		
18	88	90683351,3	2720500,539	54332723,83	3627334,052	72443631,78	4534167,565	90554539,72	5894417,835	117720901,6		
19	87,5	90168104,99	2705043,15	57037766,98	3606724,2	76560353,98	4508405,249	95062944,824	5860926,824	123581828,5		
20	87	89652858,67	2689585,76	59727352,74	3586114,347	79656470,33	4482642,934	99545587,91	58277435,814	129409264,3		
21	86,5	89137612,36	2674128,371	62401481,12	3565504,494	83201974,82	4456880,618	104002468,5	5793944,803	135203209,1		
22	86	88622366,05	2658670,981	65060152,1	3544894,642	8674689,46	4431118,302	108433386,8	5760453,793	140963662,7		
23	85,5	88107119,73	2643213,592	67703365,69	3524284,789	9027154,25	4405355,987	11238894,8	5726962,783	14669025,7		
24	85	87591873,42	2627756,203	70831121,89	3503674,937	93774829,19	4379593,671	117218536,5	5693471,772	152384097,4		
25	84,5	87076627,1	2612298,813	72943420,7	3483065,084	97257894,27	4353831,355	121572367,8	5659980,762	15804078,2		
26	84	86561380,79	2596841,424	75540262,13	3462455,232	100720349,5	4328069,039	125900436,9	5626489,751	163670567,9		
27	83,5	86046134,47	2581384,034	78121646,16	3441845,379	104162194,9	4302306,724	130202743,6	5592998,741	169263566,7		
28	83	85530888,16	2565926,645	8068752,81	3421235,526	107883430,4	4276544,408	134479288	5559507,73	174823074,4		
29	82,5	85015641,85	2550469,255	8323804,06	3400625,674	110984056,1	4250782,092	138730070,1	5526016,72	180349091,1		
30	82	8450095,53	2535011,866	8573093,93	3380015,821	11456407,9	4225019,777	142955089,9	5492525,71	185841616,8		
31	81,5	83985149,22	2519554,477	88222608,4	3359405,969	117723477,9	4199257,461	147154347,3	5459034,699	191300651,5		
32	81	83469902,9	2504097,087	90796705,49	3338796,116	12106274	4173495,145	151327842,5	5425543,689	196726195,2		
33	80,5	82954656,59	2488639,698	93285453,19	3318186,264	124880660,3	4147732,829	155475575,8	5388561,668	207476809,6		
34	80	82439410,28	2473182,308	9575882,75	3297576,411	127678036,7	4121970,514	159597545,8	5358561,668	207476809,6		
35	79,5	81924163,96	2457724,919	98281252,42	3276966,706	130955003,2	4096208,198	163693754	5325070,657	212801880,2		
36	79	81408917,65	2442267,529	100658519,9	3256356,506	134213195,9	4070445,882	167764199,9	5291579,647	218093459,9		
37	78,5	80893671,33	2426810,14	10308530,1	3235746,853	137447106,8	4044683,567	171808883,5	5280888,37	223351548,5		
38	78	80378425,02	2411357,751	10546682,8	3215137,008	140662243,8	4018921,251	175827804,7	5224597,626	223767146,1		
39	77,5	79863178,2	2395895,361	107892578,2	3194527,148	143851704,9	3993158,935	179827275,8	5191106,616	233767252,8		
40	77	79347932,39	2380437,972	110273016,2	3173917,296	147030688,2	3967396,619	183788360,3	5157615,605	238924868,4		
41	76,5	78832686,08	2364980,582	112637996,8	3153307,443	150183995,7	3941634,304	187729994,6	5124124,995	244048993		
42	76	78317439,16	2349523,193	114987519,9	3132697,929	153136693,3	3915871,988	191645866,6	5090633,584	249139625,6		
43	75,5	77802193,45	2334065,803	117321585,7	3112087,738	156428781	3890109,672	195535976,2	5057742,574	254196769,1		
44	75	77286947,13	2318608,414	119640194,2	3091477,885	159520258,9	3864347,357	199400823,6	5023651,564	259220420,7		
45	74,5	76771700,82	2303151,025	121943345,2	3070868,033	162591126,9	3838585,041	20328908,6	4990160,553	264210581,7		

50MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6.5centimos kwh entregado				
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0		96639417.71	2899182.531	2899182.531	386576.709	386576.709	4831970.886	4831970.886	6281562.151	6281562.151
1	96.5	96141276.88	2884238.292	5783420.823	3845651.055	7711227.764	4807063.819	9639034.705	629182.965	12530745.12
2	96	95643135.06	2869294.052	8652714.875	3825725.402	11536953.17	4782156.753	14421191.46	6216803.779	18747548.9
3	95.5	95144993.3	2854349.812	11507064.69	3805799.748	1534272.92	4757249.686	19178441.14	6184424.502	24931973.49
4	95	94646852.4	2839405.572	14346470.26	3785874.096	1922862.01	4732342.62	23910783.76	6152045.406	31084018.89
5	94.5	94148711.07	2824461.332	17170991.59	3765948.443	28294575.45	4707435.554	28618219.32	6119666.22	37203665.11
6	94	93650569.74	2809517.092	19980448.68	3746022.79	26640598.24	4682528.487	33300747.8	6082870.033	43290972.15
7	93.5	93152428.41	2794572.852	22775021.54	3726097.137	30366695.38	4657621.421	37958369.23	6054907.847	49345879.99
8	93	92654287.09	2779628.613	25554650.15	3706171.483	3407286.96	4632714.354	42591083.58	6022528.661	53568408.65
9	92.5	92156145.76	2764684.373	28319334.52	3686245.83	37759112.69	4607807.288	47198890.87	5990149.474	6138558.13
10	92	91658004.43	2749740.133	31069074.65	3666320.177	41425432.87	4582900.221	51781791.09	5957770.288	67316328.42
11	91.5	91159863.1	2734795.893	3380870.55	3646394.524	45071827.4	4557993.155	56339784.24	5925391.102	73241719.52
12	91	90661721.77	2719851.653	36523722.2	3626468.871	48698296.27	4533086.089	60872870.33	5893011.915	79134731.43
13	90.5	90163580.44	2704907.413	39228629.61	3606543.218	52304839.48	4508179.022	65381049.35	5860632.729	84995364.16
14	90	89665439.12	2689963.173	41918592.79	3586617.565	55891457.05	4483271.956	69864321.31	5828253.542	90823617.7
15	89.5	89167297.79	2675018.934	44592611.72	3566691.911	5948148.96	4458364.889	74322686.2	5795874.356	96619492.06
16	89	88669156.46	2660074.694	47253686.41	3546766.238	63004915.22	4433457.823	78756144.02	5763495.17	102382987.2
17	88.5	88171015.13	2645130.454	49898816.87	3526840.605	66531755.82	4408550.757	83164694.78	5731115.983	108114103.2
18	88	87672873.214	2630186.214	52529003.08	3505691.912	70038660.78	4383643.69	87548338.47	5698736.797	113812840
19	87.5	87174732.47	2615241.974	55144245.06	3486989.299	73525660.07	4389736.624	91907075.09	5666357.611	119479197.6
20	87	86676591.14	2600297.734	57744542.79	3467063.646	76992723.72	4333829.557	96240904.65	5633978.424	125113176
21	86.5	86178449.82	2585353.494	60329896.28	3447137.993	80439861.71	4308922.491	100549827.1	5601599.238	130714753.3
22	86	85660308.49	2570409.255	62900305.54	3427212.34	83867074.05	4284015.424	108833842.6	55692200.052	136283995.3
23	85.5	85182167.16	2555465.015	65455770.5	3407286.686	87274360.74	4259108.358	109092950.9	5536840.865	141820836.2
24	85	84684025.83	2540520.775	67996291.33	3387361.033	90661721.77	4234201.292	113327152.2	5504461.679	147325297.9
25	84.5	84185884.5	252576.535	70521867.86	3367443.38	94029157.15	4209294.225	117536446.4	5472082.493	152797380.4
26	84	83687743.17	2510632.295	73032500.16	3347509.727	9737299642.1	4184387.159	121720833.6	5439703.306	158237083.7
27	83.5	83189601.85	2495688.055	75528188.21	3327584.074	100704251	4159480.092	125880313.7	5407324.12	163644407.8
28	83	82691460.52	2480743.816	78009932.03	3307658.421	104011909.4	4134573.026	130014886.7	5374944.934	169019352.7
29	82.5	82193319.19	2465799.576	80474731.61	3287732.768	1072929642.1	4109665.959	134124552.7	5342565.747	174361918.5
30	82	81695177.86	2450855.336	82925586.94	3267807.114	110567449.3	4084758.893	138209311.6	5310186.561	179672105
31	81.5	81197036.53	2435911.096	85361498.04	3247881.461	113815330.7	4059851.827	142269163.4	5277807.575	184949912.4
32	81	80698895.2	2420966.856	87782464.89	3227955.808	117043286.5	4034944.76	146304108.2	5254428.188	190195340.6
33	80.5	80200753.88	2406022.616	90188487.51	3208030.155	120251316.7	4010037.694	150314145.9	5213049.002	195408389.6
34	80	79702612.55	2391078.376	92579565.89	3188104.502	123439421.2	3985130.627	154299276.5	5186069.816	200589059.4
35	79.5	79204471.22	2376134.137	94955700.02	3168178.849	126607600	3960223.561	158259500	51489273.509	205737350.1
36	79	78706329.89	2361189.897	97316889.92	31482353.196	129758553.2	3935316.495	162194816.5	5115911.443	21085261.5
37	78.5	78208188.56	2346245.657	99663155.58	31283271.942	132884180.8	3910409.428	166105226	5083532.257	215936793.7
38	78	77710047.23	2331301.417	101994437	3108401.889	135992582.7	3885022.362	169990728.3	5051153.07	220987466.8
39	77.5	77211905.9	2316357.177	104310794.2	3088476.236	139081056.9	3860595.295	173851323.6	5018773.884	226006720.7
40	77	76713764.58	2301412.937	106612207.1	3068550.583	142196909.5	3835688.229	177687011.8	4996394.697	233099315.4
41	76.5	76215623.25	2286468.697	108886875.8	3048624.93	145198234.4	3810781.162	181497793	4956394.511	235947130.9
42	76	75717481.92	2271524.458	111170200.3	3028699.277	148226933.7	3785874.096	185283667.1	4921636.325	240868767.2
43	75.5	75219340.59	2256580.218	113426780.5	3008773.624	151235707.3	3760967.03	189044634.1	4889257.138	245758023.4
44	75	74721199.26	2241635.978	115668416.5	2988847.971	154242555.3	3736059.963	192780694.1	4856877.952	250614902.3
45	74.5	74223057.93	2226691.738	117895108.2	2968922.317	157193477.6	3711152.897	196491847	4824498.766	255439401.1

50MW

FIJO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6 centimos kWh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	9575577,45	2872667,324	2872667,324	3830223,098	3830223,098	4787778,873	4787778,873	6224112,534	6224112,534
1	96,5	9526199,92	2857859,76	5730527,083	3810479,68	7640702,778	4763099,6	9550878,472	6192029,48	12416142,01
2	96	94768406,55	2843052,196	8573579,28	3790736,262	11431439,04	4738420,327	14289298,8	6159946,426	18576088,44
3	95,5	94274821,73	2828244,633	11401823,91	3770992,844	15202441,88	4713741,055	19003099,85	6127863,571	24703951,81
4	95	93781235,65	2813437,069	14215260,98	3751249,426	18958681,31	4689061,782	23692101,64	6079972,133	30799722,133
5	94,5	93287650,2	2798629,506	17013890,49	3731506,008	22685187,32	4664382,51	28356484,15	6063697,263	36866429,39
6	94	92794064,75	2783821,942	2783821,942	3711762,759	26896949,91	4639703,237	32966187,38	6031614,208	42895043,6
7	93,5	92300479,29	2769014,379	2769014,379	3692019,172	30088969,08	4615023,965	37611211,35	5999531,154	48894574,75
8	93	91806893,84	2754206,815	2754206,815	3672275,754	33761244,83	4590344,692	42201566,04	5967448,1	54862022,85
9	92,5	91313308,39	2739399,252	2739399,252	3652532,336	3741377,17	4565665,42	46767221,46	5935365,046	60797387,9
10	92	90819722,94	2724591,688	2724591,688	3632788,918	41046566,09	4540986,147	51308207,61	5903281,991	66700669,89
11	91,5	90326137,49	2709784,125	2709784,125	3613045,5	44659611,59	4516306,875	55824514,48	5871198,937	72571868,83
12	91	89832552,04	2694976,561	2694976,561	3593302,082	48252913,67	4491627,602	60316142,08	5839115,883	78410984,71
13	90,5	89338966,59	2680168,998	2680168,998	3573586,664	51876472,33	4466948,33	64783090,41	5807032,828	84218017,54
14	90	88845381,14	2665361,434	2665361,434	3553815,246	55380287,58	4442269,057	69225359,47	5774949,774	89992967,31
15	89,5	88351795,69	2650553,871	2650553,871	3534071,828	58914439,4	4417589,784	73642949,26	5742866,72	95735834,03
16	89	87858210,24	2635746,307	2635746,307	3514328,41	62428687,81	4392910,512	78035859,77	5710783,665	101446617,7
17	88,5	87364624,79	2620938,744	2620938,744	3494584,991	65923272,81	4368231,239	82404091,01	5678700,611	107125318,3
18	88	86871039,34	2606131,18	2606131,18	3474841,573	69398114,38	4343551,967	86747642,97	5646517,557	113866470,4
19	87,5	86377453,89	2591323,617	2591323,617	3455098,155	7283212,53	4318872,694	91066515,67	5614534,503	11968921,8
20	87	85883868,43	2576516,053	2576516,053	3435354,737	76288567,27	4294193,422	95360709,09	5582451,448	123968921,8
21	86,5	85390282,98	2561708,49	2561708,49	3415611,319	79704118,59	4269514,149	99630223,24	5550568,394	12951929,2
22	86	84896697,53	2546900,926	2546900,926	3395867,901	8310004,69	4244834,877	103875058,1	5518285,34	135037575,6
23	85,5	84403117,08	2532093,362	2532093,362	3376124,483	8646170,98	4220155,604	108095213,7	5486202,285	140523777,8
24	85	83909526,63	2517285,799	2517285,799	3356381,065	89832552,04	4195476,332	112290690,1	5454119,231	145977897,1
25	84,5	83415941,18	2502478,235	2502478,235	3336637,647	93169189,69	4170977,059	116461487,1	5422036,177	151399933,2
26	84	82922355,73	2487670,672	2487670,672	3316894,229	96488083,92	4146117,787	120607604,9	5389953,122	156789886,4
27	83,5	82428770,28	2472863,108	2472863,108	3297150,811	99783234,73	4121438,514	12472904,4	5357870,068	162147756,4
28	83	81935184,83	2458055,545	2458055,545	3277407,393	103060642,1	4096759,241	128825802,7	5325787,014	16743543,4
29	82,5	81441599,38	2443247,981	2443247,981	3257663,975	106318306,1	4072079,969	132897882,6	5293703,96	172767247,4
30	82	80948013,93	2428440,418	2428440,418	3237920,557	109556626,7	4047400,696	136945283,3	5261620,905	178028868,3
31	81,5	80454428,48	2413632,854	2413632,854	3218177,139	112774403,8	4022721,424	140968004,7	5229357,851	183258406,2
32	81	79960843,03	2398825,291	2398825,291	3198433,721	115915237,5	3998042,151	14496604,9	5197454,797	18845861
33	80,5	79467257,57	2384017,727	2384017,727	3178690,303	119151527,8	3973362,879	148939409,8	5165371,242	193671232,7
34	80	78973672,12	2369210,164	2369210,164	3158946,885	122310474,7	3948683,606	152888093,4	5133288,688	198754521,4
35	79,5	78480086,67	2354402,6	2354402,6	3139203,467	125449678,2	3924004,334	156812097,7	5101205,634	203855727
36	79	77986501,22	2339595,037	2339595,037	3119460,049	128569138,2	3899325,061	160711422,8	507939,525	208924849,6
37	78,5	77492915,77	2324787,473	2324787,473	3099716,631	131688854,8	3874645,789	164586068,6	504956,471	213966845,6
38	78	76999330,32	2309979,91	2309979,91	3079973,213	134748828,1	3849966,516	168436035,1	500495,647	218966456
39	77,5	76505744,87	2295172,346	2295172,346	3060229,795	137809057,9	3825287,243	172261322,3	4972873,417	223939719
40	77	76012159,42	2280364,783	2280364,783	3040486,377	140849544,2	3800607,971	176061930,3	4940790,362	228880309,4
41	76,5	75518573,97	2265557,219	2265557,219	3020742,959	143870287,2	3775928,698	179837859	4908707,308	233789216,7
42	76	75024988,52	2250749,656	2250749,656	3000999,541	146871286,7	3751249,426	183589108,4	4876624,254	238665840,9
43	75,5	74531403,07	2235942,092	2235942,092	2981256,133	149832542,9	3726570,153	187315678,6	4844541,145	243510382,1
44	75	74037817,62	2221134,528	2221134,528	2961610,47	152814055,6	3701890,881	191017569,4	4812458,199	248322840,3
45	74,5	73544232,17	2206326,965	2206326,965	2941769,287	15575824,8	3677211,608	194694781,1	4780375,091	253103215,4

50MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,4MW		95439911,11	0,03		0,04			0,05			0,065		
0	97	9257613,77	2777301,413	2777301,413	3703068,551	3703068,551	4628835,689	4628835,689	6017486,395	6017486,395	6017486,395	5986468,424	12003954,822	
1	96,5	97099514,22	2767985,427	5540266,84	3683980,569	7387049,12	4604975,711	9233811,4	5986468,424	5986468,424	5986468,424	595450,453	17959405,27	
2	96	91622314,66	2748669,44	8288956,28	3664897,587	11051941,71	4581115,733	13814927,13	595450,453	595450,453	595450,453	5924432,482	23883827,75	
3	95,5	91145353,453	2734353,453	2734353,453	3645804,604	14323097,73	457255,755	18372182,89	5924432,482	5924432,482	5924432,482	5893414,511	29777252,27	
4	95	90667915,55	2720037,467	2720037,467	13743347,2	13743347,2	4533395,778	22905578,67	5893414,511	5893414,511	5893414,511	5862396,54	3563668,81	
5	94,5	90190716	2705721,48	2705721,48	16449068,68	16449068,68	4509535,8	2741514,47	5862396,54	5862396,54	5862396,54	5831378,569	4147707,37	
6	94	89713516,44	2691405,493	2691405,493	19140474,17	19140474,17	4485675,822	31900790,29	5831378,569	5831378,569	5831378,569	5800360,598	47271387,97	
7	93,5	89236316,89	2677089,507	2677089,507	21817563,68	21817563,68	4461815,844	36362606,13	5800360,598	5800360,598	5800360,598	5769324,626	53040730,6	
8	93	88759117,33	2662773,52	2662773,52	2448037,2	2448037,2	4437955,866	40800562	5769324,626	5769324,626	5769324,626	573006,684	64486361,94	
9	92,5	88281917,77	2648457,533	2648457,533	3550364,693	32640449,6	4414095,889	45214657,89	573006,684	573006,684	573006,684	5707306,684	64486361,94	
10	92	87804718,22	2634141,547	2634141,547	3512188,729	3512188,729	4390235,911	49604893,8	5707306,684	5707306,684	5707306,684	5676288,713	70162650,65	
11	91,5	8732718,66	2619825,56	2619825,56	3493100,747	43177015,78	4366375,933	53971269,73	5676288,713	5676288,713	5676288,713	5645270,742	75807921,39	
12	91	86850319,11	2605509,573	2605509,573	34988271,41	3474012,764	44651028,55	58313785,69	5645270,742	5645270,742	5645270,742	5614252,771	81422174,16	
13	90,5	86373119,55	2591193,587	2591193,587	37579465	3454924,782	4318655,978	62632441,66	5614252,771	5614252,771	5614252,771	5583234,8	87005408,96	
14	90	85899920	2576877,6	2576877,6	40156342,6	3435836,8	4294796	66927237,66	5583234,8	5583234,8	5583234,8	5552216,829	9257625,79	
15	89,5	85418720,44	2562561,613	2562561,613	42718904,21	3416748,818	4270936,022	71198173,69	5552216,829	5552216,829	5552216,829	5521198,858	98078824,65	
16	89	84941520,89	2548245,627	2548245,627	45267149,84	3397660,835	4247076,044	75445249,73	5521198,858	5521198,858	5521198,858	5490180,886	103569005,5	
17	88,5	84464321,33	2533929,64	2533929,64	47801079,48	3378572,853	4223216,066	79668465,8	5490180,886	5490180,886	5490180,886	5459162,915	109028168,5	
18	88	839867121,77	2519613,653	2519613,653	50320693,13	3359484,871	4199356,089	83867821,89	5459162,915	5459162,915	5459162,915	5428144,944	114456313,4	
19	87,5	83509922,22	2505297,667	2505297,667	52825990,8	340396,889	4175496,111	88043318	5428144,944	5428144,944	5428144,944	5395910,002	125219549,4	
20	87	83032722,66	2490981,68	2490981,68	55316972,48	3321308,907	4151636,133	92194954,13	5395910,002	5395910,002	5395910,002	5366109,002	125219549,4	
21	86,5	82555523,11	2476665,693	2476665,693	57993688,17	3302220,924	4127776,155	96322720,28	5366109,002	5366109,002	5366109,002	5335091,031	130554640,4	
22	86	82078323,55	2462349,707	2462349,707	60255987,88	3283132,942	4103916,178	10042646,5	5335091,031	5335091,031	5335091,031	5304073,06	135858713,5	
23	85,5	81601124	2448033,72	2448033,72	62704021,6	3264044,96	4080056,2	104506702,7	5304073,06	5304073,06	5304073,06	5273055,089	141131768,5	
24	85	81123924,44	2433717,733	2433717,733	65137739,33	3244956,978	4056196,222	108562898,9	5273055,089	5273055,089	5273055,089	5242037,118	146373805,7	
25	84,5	80646724,89	2419401,747	2419401,747	6757141,08	3225868,995	4032336,244	112595235,1	5242037,118	5242037,118	5242037,118	518983,204	161913809,2	
26	84	80169525,33	2405085,76	2405085,76	69962226,84	3206781,013	4008476,266	118259235,1	518983,204	518983,204	518983,204	5173965,233	167031774,4	
27	83,5	79692325,77	2390769,773	2390769,773	72352996,61	3187693,031	3984616,289	12058827,7	5173965,233	5173965,233	5173965,233	5158000,175	156764826	
28	83	79215126,62	2376453,787	2376453,787	74779450,4	3168605,049	3960756,311	124549084	5158000,175	5158000,175	5158000,175	5148983,204	161913809,2	
29	82,5	78737926,66	2362137,8	2362137,8	77091588,2	3149851,067	3936896,333	128485980,3	5148983,204	5148983,204	5148983,204	5137965,233	167031774,4	
30	82	78260727,11	2347821,813	2347821,813	79439410,01	3130429,084	3913036,355	132399016,7	5137965,233	5137965,233	5137965,233	5086947,262	172118721,7	
31	81,5	77783527,55	2333505,827	2333505,827	81777915,84	3111341,102	3889176,378	136288193,1	5086947,262	5086947,262	5086947,262	5055929,291	177174651	
32	81	773036328	2319189,84	2319189,84	84092105,68	3092253,12	3865316,4	140153509,5	5055929,291	5055929,291	5055929,291	5024911,32	182199562,3	
33	80,5	76829128,44	2304873,853	2304873,853	86396979,53	3073165,138	3841456,422	143994965,9	5024911,32	5024911,32	5024911,32	4993893,349	187193455,6	
34	80	76351928,89	2290557,867	2290557,867	8868737,4	3054077,155	3817596,444	147812562,3	4993893,349	4993893,349	4993893,349	4962875,378	192156331	
35	79,5	75874279,33	2276241,88	2276241,88	90963779,28	3034989,173	3793736,467	15160698,8	4962875,378	4962875,378	4962875,378	4931857,406	197088188,4	
36	79	75397529,77	2261925,893	2261925,893	93252705,17	3015901,191	3769876,489	155376175,3	4931857,406	4931857,406	4931857,406	4900839,435	201989027,9	
37	78,5	74920330,22	2247609,907	2247609,907	95473315,08	2997725,227	3746016,511	159122191,8	4900839,435	4900839,435	4900839,435	4869821,464	206858849,3	
38	78	74443130,66	2232393,927	2232393,927	97706609	2979972,227	3722156,533	162844348,3	4869821,464	4869821,464	4869821,464	4838803,493	211697657,2	
39	77,5	73965931,11	2218977,933	2218977,933	99925586,93	2958637,244	3698296,555	166542644,9	4838803,493	4838803,493	4838803,493	4807785,222	21650538,3	
40	77	73488731,55	2204661,947	2204661,947	102130248,9	2939549,262	3674436,578	170217081,5	4807785,222	4807785,222	4807785,222	4776767,551	226027955,9	
41	76,5	73011552	2190345,96	2190345,96	104330594,8	2920461,28	365056,6	173867658,1	4776767,551	4776767,551	4776767,551	474549,58	226027955,9	
42	76	72534332,44	2176029,973	2176029,973	106486624,8	2901373,298	3626716,622	177494374,7	474549,58	474549,58	474549,58	4693713,638	23542600,7	
43	75,5	72057132,89	2161713,987	2161713,987	108658338,8	2882285,315	3602885,644	181097231,3	4693713,638	4693713,638	4693713,638	4663264,000	240079096,4	
44	75	71579933,33	2147398	2147398	110805736,8	2863197,333	3578996,667	184676228	4663264,000	4663264,000	4663264,000	4621677,695	244700774,1	
45	74,5	71102733,77	2133082,013	2133082,013	112938818,8	2844109,351	3555136,689	188231364,7	4621677,695	4621677,695	4621677,695	4621677,695	244700774,1	

50MW

VARIACIÓN MENSUAL		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	101053333,4	3031600,003	3031600,003	4042133,337	4042133,337	5052666,671	5052666,671	6568466,672	6568466,672
1	96,5	100532440	3015973,199	6047573,201	4021297,598	8063430,935	5026621,998	10079288,67	6534608,597	13103075,27
2	96	100011546,5	3000346,394	9047919,596	4000461,859	12063892,79	5000577,324	15079865,99	6500577,324	19603825,79
3	95,5	99490653,01	2984719,59	12032639,19	3979626,12	16043518,91	4974532,65	20054398,64	6466892,446	26070718,24
4	95	98969759,54	2969092,786	15001731,97	3958790,381	20002309,3	4948487,977	25002886,62	6433034,37	32503752,61
5	94,5	98448866,07	2953465,982	17955197,95	3937954,643	23940263,94	4922443,303	29925329,92	63991176,294	38902928,9
6	94	97927972,59	2937839,178	20893037,13	3917118,904	27857382,84	4896398,63	34821728,55	6365318,219	45268247,12
7	93,5	97407079,12	2922212,374	23815249,51	3896283,165	3175366,01	4870353,956	39692082,51	6331460,143	51599707,26
8	93	96886185,65	2906585,57	26721835,07	3875447,426	35629113,43	4844309,283	44536391,79	6297602,067	57897309,33
9	92,5	96365292,18	2890958,765	29612793,84	3854611,687	39483725,12	4818264,609	49354656,4	6263743,992	64161053,32
10	92	95844398,71	2875331,961	32488125,8	3833775,948	4317501,07	4792219,935	5414687,634	6229885,916	70390939,24
11	91,5	95323505,24	2859705,157	35347830,96	3812940,21	4713044,28	4766175,262	5891305,16	6162169,765	7658967,08
12	91	94802611,77	2844078,353	38191909,31	3792104,471	50922545,75	4740130,588	63653182,19	6162169,765	82749136,84
13	90,5	94281718,3	2828451,549	4102030,86	3771268,732	54693814,48	4714085,915	68367268,1	6128311,689	88877448,53
14	90	93760824,82	2812824,745	43833185,61	3750432,993	58444247,47	4688041,241	73055929,34	6094453,614	94971902,15
15	89,5	93239931,35	2797197,941	46630383,55	3729597,254	62173844,73	4661996,568	77717305,91	6060595,338	101032497,7
16	89	92719037,88	2781571,136	49411954,68	3708761,515	65882606,24	4635951,894	82353257,8	6026737,462	107059235,1
17	88,5	92198144,41	2765944,332	5217899,01	3687925,776	6957052,76	4609907,221	86963165,02	5992879,387	113052114,5
18	88	91677350,94	2750317,528	54928216,54	3667090,038	7232762,06	4583862,547	91547027,57	5959021,311	119011135,8
19	87,5	9115637,47	2734690,724	57662907,27	3646254,299	76883876,36	4557817,873	96104845,45	5925163,235	124936299,1
20	87	90635464	2719063,92	60381971,19	3625418,56	80509294,92	4531773,2	100636618,6	5891305,16	130827604,2
21	86,5	90114570,53	2703437,116	63085408,3	3604582,821	84113877,74	4505728,526	105142347,2	5857447,084	136665051,3
22	86	89593677,05	2687810,312	65773218,61	3583747,082	8769764,82	4479683,853	109622031	5823589,009	142508640,3
23	85,5	89072783,58	2672183,507	68445402,12	3562911,343	91260536,16	4453639,179	114075670,2	5789730,933	148298327,3
24	85	88551890,11	2656556,703	71101958,83	3542075,604	94802611,77	4427594,506	118503264,7	5755872,857	154054244,1
25	84,5	88030996,64	2640929,899	73742888,72	3521239,866	98323851,63	4401549,832	122904814,5	5722014,782	159776258,9
26	84	87510103,17	2625303,095	7668191,82	3500404,127	101824255,8	4375505,158	127280319,7	5688156,706	165464415,6
27	83,5	86989209,7	2609676,291	78977868,11	3479568,388	105303824,1	4349460,485	131629780,2	5654298,63	17118714,2
28	83	86468316,23	2594049,487	81571917,6	3458732,649	108762556,8	4323415,811	135953196	5620400,555	176739154,4
29	82,5	85947422,76	2578422,683	84150340,28	3437896,91	112200453,7	4297371,138	140250567,1	5586582,479	182332737,3
30	82	85426529,28	2562795,879	86713156,16	3417061,171	115617514,9	4271326,464	144521893,6	5552724,403	187878461,7
31	81,5	84905635,81	2547169,074	89260305,23	3396425,433	119013740,3	4245281,791	148761715,4	5518866,328	193397328
32	81	84384742,34	2531542,27	91791847,5	3375389,694	122889130	4219237,117	152986412,5	5485008,252	198882386,3
33	80,5	83863848,87	2515915,466	94507502,9	3354535,955	125748684	4193192,444	157196504,9	5451150,177	204333488,4
34	80	83342955,4	2500288,662	9680801,62	3333718,216	12907402,2	4167147,77	161346752,7	5415072,101	209750738
35	79,5	82822061,93	2484661,858	99292713,49	3312882,477	132390284,7	4141103,096	165487855,8	5383434,025	215134212,6
36	79	82301168,46	2469035,054	101761748,5	3292046,738	135682312,4	4115058,423	169602914,2	5349575,95	220483788,5
37	78,5	81780274,99	2453408,25	1042105148,5	3271210,999	138953542,4	4089013,749	173691928	5315717,874	225795906,4
38	78	81259381,51	2437781,445	106652938,2	3250375,261	142203917,7	4062969,076	177754897,1	5281859,798	231081366,2
39	77,5	80738488,04	2422154,641	109075029,9	3229539,522	145433457,2	40369294,402	181802701,2	5248000,723	241543311,6
40	77	80217594,57	2406527,837	111481502,9	3208703,783	148642161	4010879,729	185802701,2	52148143,647	245453511,6
41	76,5	79696701,1	2390901,033	113872521,7	3187868,044	151830029	3984835,055	189787536,2	5180285,572	246723797,1
42	76	79175807,63	2375274,229	11624796	3167032,305	15497061,3	3958790,381	193746326,6	5164627,496	251870224,6
43	75,5	78654914,16	2359647,425	1186607443,4	3146196,566	158143257,9	3932745,708	197679072,3	5112569,42	256892794
44	75	78134020,69	2344020,621	120951464	3123560,827	161268618,7	3906701,034	201585773,4	5078711,345	262061505,4
45	74,5	77613127,22	2328393,816	123279857,8	3104525,089	164373143,8	3880656,361	205466429,7	5044853,269	267106558,7

50MW

SEGUIMIENTO		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	134572381	0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	130535209,6	3916056,289	3916056,289	5221408,385	5221408,385	6526760,481	6526760,481	8484788,625	8484788,625
1	96,5	129862347,7	3895870,431	7811926,72	5194493,908	10415902,29	6493117,386	13019877,87	8441052,601	16925841,23
2	96	129189485,8	3875684,574	11687611,29	5167579,432	15583481,73	6459474,29	19479352,16	8397316,577	25323157,8
3	95,5	128516623,9	3855498,717	15543110,01	5140664,956	2072416,68	6425831,195	25905183,35	8353580,544	33676738,36
4	95	12784376,2	3835312,86	19378422,87	5113750,48	2583897,16	6392188,1	32297371,45	8309844,53	4198652,89
5	94,5	127170900,1	3815127,003	23193549,87	5086836,004	30924733,16	6358545,005	38655916,46	8266108,506	50252691,39
6	94	126498038,2	3794941,146	26988491,02	5059921,527	35984654,69	6324901,909	44980818,37	822372,482	58475063,87
7	93,5	125825176,3	3774755,288	30763246,31	5033007,051	41017661,74	6291258,814	51272077,18	8178636,458	6665700,33
8	93	125152314,4	3754569,431	34517815,74	5006092,575	46023754,32	6257615,719	57529692,9	8134900,434	74788600,77
9	92,5	124479452,5	3734383,574	38252199,31	4979178,099	51002932,42	623972,623	6190329,528	8047428,387	8091164,411
10	92	123806590,6	3714197,717	41966397,03	4952263,623	55955196,04	6190329,528	69943995,05	8047428,387	90927193,56
11	91,5	123133728,7	3694011,86	45660408,89	4925349,146	60880545,19	6156686,433	76100681,48	8003692,363	98930885,93
12	91	122460866,8	3673826,003	49334234,89	4898434,67	65778979,86	6123043,338	82223724,82	7959956,339	106890842,3
13	90,5	121788004,8	3653640,145	52987875,04	4871520,194	70650500,05	6089400,242	88313125,06	7916220,315	114807062,6
14	90	121151542,9	3633454,288	56621329,33	4844605,718	75495105,77	6055757,147	94368882,21	7872484,291	122679546,9
15	89,5	120442281	3613268,431	60234597,76	4817691,242	80312797,01	6022114,052	10039096,3	7828748,267	130508295,1
16	89	119769419,1	3593082,574	63827680,33	4790776,765	85103573,77	5988470,957	106379467,2	7785012,244	138293307,4
17	88,5	119096557,2	3572896,717	67400577,05	4763862,289	89867436,06	5954827,861	112334295,1	7741276,22	146034583,6
18	88	118423695,3	3552710,86	70953287,91	4736947,313	94604383,88	5921184,766	118255479,8	7697540,196	153732123,8
19	87,5	117750833,4	3532525,003	7448812,91	4710033,337	99314417,21	5887541,671	124143021,5	7653804,172	161385928
20	87	11707971,5	3512339,145	77998152,06	4683118,86	103997536,1	5853898,576	12999620,1	7610068,148	168995996,1
21	86,5	116405109,6	3492153,288	81490305,34	4656204,384	108637562,8	5719326,285	135811775,6	7522596,101	176562328,2
22	86	115732247,7	3471967,431	849622247,7	4629289,908	112883030,4	5786612,385	14160378,5	7428600,077	180494923,3
23	85,5	115059385,8	3451781,574	88414054,35	4602375,432	117885405,8	5752969,29	1473567,2	7478860,077	191563784,4
24	85	114386523,9	3431595,717	91845650,07	4575460,956	122460866,8	5719326,195	153076083,4	7451124,053	198998908,5
25	84,5	113713662	3411409,86	95257059,92	4548546,479	127009413,2	5685683,099	158761766,5	7391388,029	206390296,5
26	84	113040800,1	3391224,002	98648283,93	4521632,003	131531045,2	5652040,004	164413806,5	7347652,005	213797948,5
27	83,5	112367938,2	3371038,145	102019322,1	4494717,527	136025762,8	5618396,909	170032203,5	7303915,981	221041864,5
28	83	111695076,3	3350852,288	105370174,4	4467803,051	140493565,8	5584753,813	175616957,3	7260179,958	228302044,4
29	82,5	111022214,4	3330666,431	108700840,8	4440888,575	144934454,4	5551110,718	181168068	7216443,934	235518486,4
30	82	110349352,5	3310480,574	112011321,4	4413974,098	149348428,5	5517467,623	186685535,6	7172707,91	242691196,3
31	81,5	109676490,6	3290294,717	115301616,1	4387059,622	153735488,1	5483824,528	192169360,1	7128971,886	249820168,2
32	81	109003628,6	3270108,859	118571724,9	4360145,146	158095633,3	5450181,432	19761941,6	7085235,862	256905404
33	80,5	108330766,7	3249923,002	121821647,9	4333230,67	162789139,6	5416538,337	20306079,9	7041499,838	262946903,7
34	80	107657904,8	3229737,145	125051385,1	4306316,194	166735180,1	5382895,242	208418975,1	6997763,815	270944667,7
35	79,5	106985042,9	3209551,288	128260936,4	4279401,717	171014581,8	5349252,147	21376827,3	6954027,991	277898695,5
36	79	106312181	3189365,431	131450501,8	4252487,241	175627069,1	5315609,051	219038336,3	6910291,767	284808987,3
37	78,5	105639319,1	3169179,574	134619481,4	4225572,765	179492641,8	5281965,956	223365802,3	6866555,743	291675543
38	78	104964547,2	3148993,717	13776847,1	4198658,289	183693100,1	5248322,861	229614125,2	6822819,719	298498362,7
39	77,5	104293595,3	3128807,859	140897383	4171743,812	18786304,9	5214679,766	234828804,9	6779098,695	305277446,4
40	77	103620733,4	3108622,002	144005905	4144829,336	192007873,3	5181036,67	240009841,6	6735347,671	312012794,1
41	76,5	102947871,5	3088436,145	147094341,1	4117914,86	196125788,1	5147393,575	245157235,2	6691611,648	318704405,7
42	76	102275009,6	3068250,288	150162914,4	4091000,384	200216788,5	5113750,48	250270985,7	6647875,624	325352381,4
43	75,5	101602147,7	3048064,431	153210655,8	4064085,908	204280874,4	5080107,385	255351093	6604139,6	331956421
44	75	100929285,8	3027878,574	156238334,4	4037171,431	208318045,9	5046464,289	260397573,3	6560493,576	338516624,5
45	74,5	100256423,9	3007692,716	159246227,1	4010256,955	212323802,8	5012821,194	265410378,5	6516667,552	345033492,1

50MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
		130104304.7	0.03			0.04			0.05			0.065		
0		126201175.5	3786035.266	3786035.266	5048047.022	5048047.022	6310058.777	6310058.777	8203076.411	8203076.411	8203076.411	8203076.411	8203076.411	8203076.411
1	96.5	12555065.4	3766519.621	7552554.887	5022026.161	10070073.18	6277532.701	6277532.701	12587591.48	12587591.48	12587591.48	1636868.92	1636868.92	1636868.92
2	96	124900132.5	3747003.975	11299558.86	4996005.3	15066078.48	6245006.625	6245006.625	18832598.1	18832598.1	18832598.1	24482377.53	24482377.53	24482377.53
3	95.5	124249611.9	3727488.329	115027047.19	4969984.438	20036062.92	6212480.549	6212480.549	25045078.65	25045078.65	25045078.65	32556602.25	32556602.25	32556602.25
4	95	123599089.5	3707972.684	123599089.5	18733019.88	24980026.5	6179954.473	6179954.473	31225033.13	31225033.13	31225033.13	40592543.06	40592543.06	40592543.06
5	94.5	122948567.9	3688457.038	122948567.9	2242346.91	29897969.22	6147428.397	6147428.397	37372461.52	37372461.52	37372461.52	48584199.98	48584199.98	48584199.98
6	94	122298046.9	3668941.392	122298046.9	26092418.31	4891921.856	61149902.32	61149902.32	43487363.84	43487363.84	43487363.84	56533572.99	56533572.99	56533572.99
7	93.5	121647524.9	3649425.747	121647524.9	2974184.05	4865900.995	6082376.244	6082376.244	49569740.09	49569740.09	49569740.09	64440662.11	64440662.11	64440662.11
8	93	120997003.4	3629910.101	120997003.4	3610394.455	4838959.273	6049850.168	6049850.168	55619590.25	55619590.25	55619590.25	72305467.33	72305467.33	72305467.33
9	92.5	120346481.8	3610394.455	120346481.8	36982148.61	4813859.273	61636914.35	61636914.35	7822521.319	7822521.319	7822521.319	87908226.07	87908226.07	87908226.07
10	92	119695960.3	3590878.809	119695960.3	40573027.42	4787838.413	54097369.88	54097369.88	67621712.36	67621712.36	67621712.36	7780237.42	7780237.42	7780237.42
11	91.5	119045438.8	3571363.164	119045438.8	44144390.58	4761817.552	58859187.44	58859187.44	73573984.3	73573984.3	73573984.3	95646179.59	95646179.59	95646179.59
12	91	118394917.3	3551847.518	118394917.3	47696238.1	47696238.1	63594984.13	63594984.13	7919745.863	7919745.863	7919745.863	103341849.25	103341849.25	103341849.25
13	90.5	117744395.7	3532331.872	117744395.7	51228569.97	4709775.83	68304759.96	68304759.96	8587219.787	8587219.787	8587219.787	11099534.9	11099534.9	11099534.9
14	90	117093874.2	3512816.227	117093874.2	54741386.2	468354.969	72988514.93	72988514.93	91235643.66	91235643.66	91235643.66	7611101.824	7611101.824	7611101.824
15	89.5	116443352.7	3493300.581	116443352.7	58234666.78	4657734.108	822167.635	822167.635	97057811.3	97057811.3	97057811.3	7568817.925	7568817.925	7568817.925
16	89	115792831.2	3473784.935	115792831.2	61708471.71	4631713.247	8227962.28	8227962.28	102847452.9	102847452.9	102847452.9	7526534.026	7526534.026	7526534.026
17	88.5	115142309.6	3454269.289	115142309.6	65162741	4605692.386	86883654.67	86883654.67	5757115.482	5757115.482	5757115.482	7484250.127	7484250.127	7484250.127
18	88	114491788.1	3434753.644	114491788.1	68597494.65	4559671.525	9601697.686	9601697.686	114329157.7	114329157.7	114329157.7	14867905.1	14867905.1	14867905.1
19	87.5	113841266.6	3415237.998	113841266.6	72012732.65	4553650.664	10054406.7	10054406.7	125680758.3	125680758.3	125680758.3	15607587.4	15607587.4	15607587.4
20	87	113190745.1	3395742.352	113190745.1	75408455	4527629.803	10054406.7	10054406.7	5659537.254	5659537.254	5659537.254	7357398.43	7357398.43	7357398.43
21	86.5	112540223.6	3376206.707	112540223.6	82784661.7	4501608.942	105046215.6	105046215.6	5627011.178	5627011.178	5627011.178	7315114.531	7315114.531	7315114.531
22	86	111889702	3356691.061	111889702	85478528.18	4473588.081	109521803.7	109521803.7	5594485.102	5594485.102	5594485.102	72272830.632	72272830.632	72272830.632
23	85.5	111239180.5	3337175.415	111239180.5	88796187.95	4423546.359	118394917.3	118394917.3	5529432.949	5529432.949	5529432.949	7188262.834	7188262.834	7188262.834
24	85	110588659	3317659.777	110588659	92909432.07	4397525.498	1227192442.8	1227192442.8	5464380.797	5464380.797	5464380.797	7103695.036	7103695.036	7103695.036
25	84.5	109287615.9	3278628.478	109287615.9	95372960.55	4371504.638	127163947.4	127163947.4	5463006.873	5463006.873	5463006.873	7145978.935	7145978.935	7145978.935
26	84	108637094.4	3259112.832	108637094.4	98632073.38	4345483.777	131509431.2	131509431.2	5431854.721	5431854.721	5431854.721	7061411.137	7061411.137	7061411.137
27	83.5	107986572.9	3239597.187	107986572.9	101871670.6	4319462.916	135828894.1	135828894.1	5399328.645	5399328.645	5399328.645	7019127.338	7019127.338	7019127.338
28	83	10736051.4	3220081.541	10736051.4	105091752.1	4293442.055	140122336.1	140122336.1	5366802.568	5366802.568	5366802.568	697648796.2	697648796.2	697648796.2
29	82.5	106685529.8	3200565.895	106685529.8	108292218	4267421.194	144839757.3	144839757.3	5344276.492	5344276.492	5344276.492	6934559.44	6934559.44	6934559.44
30	82	106035008.3	3181050.25	106035008.3	114473368.3	4241400.333	148631157.7	148631157.7	5301750.416	5301750.416	5301750.416	6892275.541	6892275.541	6892275.541
31	81.5	105384486.8	3161534.604	105384486.8	114634902.9	4215379.472	152846537.1	152846537.1	5269224.34	5269224.34	5269224.34	6849991.642	6849991.642	6849991.642
32	81	104733965.3	3142018.958	104733965.3	117776921.8	4189358.611	15703895.8	15703895.8	5236698.264	5236698.264	5236698.264	6807707.743	6807707.743	6807707.743
33	80.5	10408944.8	3122503.313	10408944.8	12089942.1	4163337.75	16119233.5	16119233.5	5204172.188	5204172.188	5204172.188	6754243.844	6754243.844	6754243.844
34	80	103432922.4	3102987.667	103432922.4	127085884.8	4111296.028	165336550.4	165336550.4	5171646.111	5171646.111	5171646.111	67313139.945	67313139.945	67313139.945
35	79.5	102782400.7	3083472.021	102782400.7	130149484.2	4085275.167	173583121.6	173583121.6	5106593.959	5106593.959	5106593.959	6638572.147	6638572.147	6638572.147
36	79	102131879.2	3063956.375	102131879.2	133149481.9	4059254.306	177592375.9	177592375.9	5074067.883	5074067.883	5074067.883	6586682.248	6586682.248	6586682.248
37	78.5	101481357.7	3044440.73	101481357.7	139224616.4	4007212.584	185614013.7	185614013.7	5009015.731	5009015.731	5009015.731	6511720.45	6511720.45	6511720.45
38	78	100830836.1	3024925.084	100830836.1	136219207	4033233.445	181625609.3	181625609.3	5041541.807	5041541.807	5041541.807	6554004.349	6554004.349	6554004.349
39	77.5	100180314.6	3005409.438	100180314.6	142210510.2	3981191.734	18964013.7	18964013.7	5009015.731	5009015.731	5009015.731	6511720.45	6511720.45	6511720.45
40	76.5	995297939.09	2985893.793	995297939.09	145176888.4	3955170.863	193569184.5	193569184.5	4943963.578	4943963.578	4943963.578	6427152.652	6427152.652	6427152.652
41	76	98828750.04	2966378.147	98828750.04	148123750.9	3929150.002	19749834.5	19749834.5	4911437.502	4911437.502	4911437.502	634868.753	634868.753	634868.753
42	75.5	97578228.52	2927346.855	97578228.52	151051097.7	3903129.141	2052401463.7	2052401463.7	4878911.426	4878911.426	4878911.426	32727378.4	32727378.4	32727378.4
43	75	96927706.99	2907831.21	96927706.99	153958929	3877108.28	2052401463.7	2052401463.7	4846385.35	4846385.35	4846385.35	33357679.4	33357679.4	33357679.4

80MW

INGRESOS																
DOBLE INCLINACIÓN		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6 centimos kwh entregado								
CASO 1,3MW		0,03		0,04		0,05		0,065								
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGÍA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	158628658.7	4758859.762	4758859.762	6345146.35	6345146.35	7931432.937	7931432.937	10310862.82	10310862.82						
1	96.5	157810985.2	4734329.557	9493189.319	6312439.41	1265785.76	7890549.262	15821982.2	10257184.04	20568576.86						
2	96	156993311.7	4709799.352	14202988.67	6279732.47	18937318.23	7849665.587	23671647.79	30773142.12	30773142.12						
3	95.5	156175638.2	4685269.147	18888257.82	6247025.53	2518434.76	7808781.912	31480429.7	40924558.61	40924558.61						
4	95	155357964.7	4660738.942	23548964.76	6214318.59	31398662.35	7767898.237	39248327.94	10098267.71	51022826.32						
5	94.5	154540291.2	4636208.737	28185205.5	6181611.65	3758027.4	7727014.562	46975342.5	10045118.93	61067945.25						
6	94	153722617.7	4611678.532	32796884.03	6148904.71	43729178.71	7686130.887	54661473.38	9991970.154	71059915.4						
7	93.5	152904944.2	4587148.327	37384032.36	6116197.77	49845376.48	7645247.212	62306720.6	9938821.376	80998736.78						
8	93	152087270.7	4562618.122	41946650.48	6038490.83	55928867.31	7563479.863	69911084.13	9885672.599	90884409.38						
9	92.5	151269597.3	4538087.918	46484738.4	6050783.89	61979651.2	7522596.188	84997160.18	9779375.044	110496308.2						
10	92	150451923.8	4513557.713	50998296.11	6018076.95	67997728.15	7440828.838	92478872.7	9726226.266	120222534.5						
11	91.5	149634250.3	4489027.508	55487323.62	5985370.01	73983098.16	7481712.513	99919701.54	9619928.712	139515540.7						
12	91	148816576.8	4464497.303	59951820.92	5952663.07	79935761.23	7440828.838	99919701.54	9619928.712	139515540.7						
13	90.5	147989903.3	4439967.098	64391788.02	5919956.13	85855717.36	7359061.488	107319646.7	9619928.712	149082320.6						
14	90	147181229.8	4415436.893	68807224.91	5887249.19	91742966.55	7359061.488	11467808.2	9566779.934	15895951.8						
15	89.5	14636556.3	4390906.688	73198131.6	5854542.25	97597508.8	7318177.813	121996886	9513631.157	15895951.8						
16	89	14554882.8	4366376.483	77564508.08	5821835.31	103419344.1	7277294.138	129274180.1	9460482.379	168056434.2						
17	88.5	144728209.3	4341846.278	81906354.36	5789128.37	109208472.5	7236410.463	136510590.6	9407333.602	177463767.8						
18	88	143910535.8	4317316.073	8622670.43	5756421.431	114964893.9	7195526.788	143706117.4	9354184.825	186817952.6						
19	87.5	143092862.3	4292785.868	90516456.3	5723714.491	120688608.4	7154643.438	150860760.5	9301036.047	196118988.7						
20	87	142275188.8	4268235.663	94784711.96	5691007.551	1263796.16	7113759.438	157974519.9	9247887.27	205366875.9						
21	86.5	141457515.3	4243725.458	99028437.42	5658300.611	132037916.6	7072875.763	165047395.7	9194738.882	214561614.4						
22	86	140639841.8	4219195.253	103247632.7	5625593.671	137663510.2	6991108.413	172079387.8	9141589.715	223703204.1						
23	85.5	139822168.3	4194665.048	107442297.7	5592886.731	143256397	6991108.413	179070496.2	9088440.938	2327191645.1						
24	85	13900494.8	4170134.843	111612432.6	5560179.791	148816576.8	6950224.739	186020720.9	9035292.16	241826937.2						
25	84.5	138186821.3	4145604.638	11578037.2	5527472.851	154340499.6	6869341.064	192930062	8982143.583	250809080.6						
26	84	137369147.8	4121074.433	118979111.6	549465.911	159838815.5	6868457.389	199798519.4	887584.828	259738075.2						
27	83.5	136551474.3	4096544.228	123975655.9	5462058.971	165300874.5	6827573.714	206616093.1	8769548.273	268613921						
28	83	135733800.8	4072014.023	128047669.9	5429352.031	170730226.5	6786690.039	213412783.1	8822697.05	277436618.1						
29	82.5	134916127.3	4047483.818	132095107.3	5396445.091	176126871.6	6745806.364	220138589.5	87169548.273	286206166.4						
30	82	134090453.8	4022953.613	136181807.3	5369398.151	181498099.8	6704922.689	226863512.2	87169548.273	294922565.4						
31	81.5	133280780.3	3998423.408	140116530.7	5331231.211	186822041	6664039.014	233527551.2	8663250.718	303585816.6						
32	81	132465106.8	3973893.203	1440390423.9	5298524.231	192120565.2	663155.339	240150706.6	8610101.941	312195918.5						
33	80.5	131645433.3	3949362.998	1480398786.9	5265817.331	197886926.6	6582271.664	246732978.2	8558271.663	320752871.2						
34	80	130827759.8	3924832.794	151964619.7	5232110.391	202619493	6541387.989	253274866.2	8503804.386	32926676.1						
35	79.5	130010086.3	3900302.589	155864922.3	5200603.451	20781992.4	6500504.314	259774870.5	8450655.609	337707331.7						
36	79	129192412.8	3875772.384	159740694.7	5167696.511	212897599.9	6459620.639	266234491.2	8397506.831	346104838.5						
37	78.5	128374739.3	3851242.179	163591936.9	5134989.572	218122582.5	6418736.964	272653228.1	8344358.054	354449196.6						
38	78	12757065.8	3826711.974	167418848.8	5102282.692	22324865.1	6377853.289	279031081.4	8291209.276	362740005.8						
39	77.5	126739392.3	3802181.769	171220380.6	5069575.632	228294440.8	6339696.615	285368051	8238060.499	370978466.3						
40	77	125921718.8	3777651.564	175998482.2	5038686.752	233331039.6	6296085.94	291664137	8184911.722	379163378.1						
41	76.5	125104045.3	3753121.359	178751603.5	5004161.812	238336926.3	6255202.265	297919339.2	8181614.167	387295141						
42	76	124286371.8	3728391.154	182480194.7	4971454.872	243305471.4	6214318.59	304133657.8	8078624.64	395373755.2						
43	75.5	123468698.3	3704060.949	186184255.6	4938747.932	248245674.2	6173434.915	310307092.7	8025465.389	403399220.6						
44	75	122651024.8	3679530.744	189863786.4	4906040.992	253151715.2	6132551.24	316439644	7972316.612	411371537.2						
45	74.5	121833351.3	3655000.539	193518786.9	4873334.052	258025049.2	6091667.565	322531311.5	7919167.834	419290705						

80MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.						
			3 centimos kwh entregado				4 centimos kwh entregado						5 centimos kwh entregado					6 centimos kwh entregado		
		158866693.9	0.03				0.04						0.05					0.065		
	CASO 1,4MW																			
0		154100693.1	4623020.793	4623020.793	6164027.724	6164027.724	6164027.724	6164027.724	7705034.656	7705034.656	7705034.656	7705034.656	10016545.05	10016545.05	10016545.05	10016545.05	10016545.05	10016545.05	10016545.05	10016545.05
1	96.5	153306339.6	4599190.789	9222211.583	6132254.386	12296282.111	6132254.386	12296282.111	7665317.982	153709352.64	7665317.982	153709352.64	9964913.377	19981458.43	9964913.377	19981458.43	9964913.377	19981458.43	9964913.377	19981458.43
2	96	152512026.2	4575360.785	1379757.37	6100481.047	18396763.16	6100481.047	18396763.16	7625601.309	2295953.95	7625601.309	2295953.95	991321.701	29894740.13	991321.701	29894740.13	991321.701	29894740.13	991321.701	29894740.13
3	95.5	151171692.7	4551530.781	18349103.15	60687707.708	24645470.96	60687707.708	24645470.96	7585884.635	30581838.58	7585884.635	30581838.58	9861650.026	39756300.16	9861650.026	39756300.16	9861650.026	39756300.16	9861650.026	39756300.16
4	95	150923359.2	4527700.777	2287803.93	6036934.369	30502405.23	6036934.369	30502405.23	7546167.962	38128006.54	7546167.962	38128006.54	9810018.35	49566408.51	9810018.35	49566408.51	9810018.35	49566408.51	9810018.35	49566408.51
5	94.5	150129025.8	4503870.773	2738067.47	6005161.03	3507566.26	6005161.03	3507566.26	7506461.288	45634457.83	7506461.288	45634457.83	9758386.675	59326795.18	9758386.675	59326795.18	9758386.675	59326795.18	9758386.675	59326795.18
6	94	149334692.3	4480000.769	31860715.47	5973387.692	4248953.96	5973387.692	4248953.96	7466734.615	53101192.45	7466734.615	53101192.45	9706754.999	69031550.18	9706754.999	69031550.18	9706754.999	69031550.18	9706754.999	69031550.18
7	93.5	148540358.8	4456210.765	36316926.23	5941614.353	48422568.31	5941614.353	48422568.31	7427017.941	60528210.39	7427017.941	60528210.39	9655123.323	78666673.5	9655123.323	78666673.5	9655123.323	78666673.5	9655123.323	78666673.5
8	93	147746025.4	4433380.761	40749306.99	5909841.014	54332409.32	5909841.014	54332409.32	7387301.268	67915511.65	7387301.268	67915511.65	9603491.648	88290165.15	9603491.648	88290165.15	9603491.648	88290165.15	9603491.648	88290165.15
9	92.5	146951691.9	4408550.757	49542578.5	5878067.675	60210477	5878067.675	60210477	7347584.594	75263096.25	7347584.594	75263096.25	9551859.972	97842025.12	9551859.972	97842025.12	9551859.972	97842025.12	9551859.972	97842025.12
10	92	146157358.4	4384720.752	4884720.752	5846294.337	66056771.34	5846294.337	66056771.34	7307867.921	82570964.17	7307867.921	82570964.17	9500228.297	107342253.4	9500228.297	107342253.4	9500228.297	107342253.4	9500228.297	107342253.4
11	91.5	145630249.9	4360890.748	53903469.25	5814520.998	71871292.33	5814520.998	71871292.33	7268151.247	89839115.42	7268151.247	89839115.42	944896.621	116790850	944896.621	116790850	944896.621	116790850	944896.621	116790850
12	91	144568691.5	4337060.744	58240529.99	5782747.659	77654039.99	5782747.659	77654039.99	7228434.574	97067549.99	7228434.574	97067549.99	9396964.946	126187815	9396964.946	126187815	9396964.946	126187815	9396964.946	126187815
13	90.5	143774358	4313230.74	62553760.73	5750974.32	83405014.31	5750974.32	83405014.31	7188717.9	104256267.9	7188717.9	104256267.9	9345333.27	13553148.3	9345333.27	13553148.3	9345333.27	13553148.3	9345333.27	13553148.3
14	90	142980024.5	4289400.736	66843161.47	5719200.981	89124215.29	5719200.981	89124215.29	7149001.227	111405269.1	7149001.227	111405269.1	9293701.595	144826849.9	9293701.595	144826849.9	9293701.595	144826849.9	9293701.595	144826849.9
15	89.5	142185691.1	4265570.732	71108732.2	5687472.643	94811642.94	5687472.643	94811642.94	7109284.553	118514553.7	7109284.553	118514553.7	9242069.919	154068919.8	9242069.919	154068919.8	9242069.919	154068919.8	9242069.919	154068919.8
16	89	141391357.6	4241740.728	7535042.93	5655654.304	100467297.2	5655654.304	100467297.2	7069567.88	125584121.6	7069567.88	125584121.6	9190438.244	163259358	9190438.244	163259358	9190438.244	163259358	9190438.244	163259358
17	88.5	140597024.1	4217910.724	7956383.65	5623880.965	106091178.2	5623880.965	106091178.2	7029851.206	132613972.8	7029851.206	132613972.8	9138806.568	172398164.6	9138806.568	172398164.6	9138806.568	172398164.6	9138806.568	172398164.6
18	88	139802690.7	4194080.72	83762464.37	5592107.626	111683285.8	5592107.626	111683285.8	6990134.533	139604107.3	6990134.533	139604107.3	9087174.893	181485389.5	9087174.893	181485389.5	9087174.893	181485389.5	9087174.893	181485389.5
19	87.5	139008357.2	4170250.716	87932715.09	5560334.287	117243620.1	5560334.287	117243620.1	6950417.859	146554525.1	6950417.859	146554525.1	9035543.217	19052082.7	9035543.217	19052082.7	9035543.217	19052082.7	9035543.217	19052082.7
20	87	138214023.7	4146420.712	92079135.8	5528560.949	122772181.1	5528560.949	122772181.1	6910701.186	153465226.3	6910701.186	153465226.3	8939911.542	199504794.2	8939911.542	199504794.2	8939911.542	199504794.2	8939911.542	199504794.2
21	86.5	137419690.2	4122590.707	96201726.51	5496787.61	128269868.7	5496787.61	128269868.7	6870984.512	160336210.8	6870984.512	160336210.8	8932279.866	208437074.1	8932279.866	208437074.1	8932279.866	208437074.1	8932279.866	208437074.1
22	86	136623556.8	4098760.703	100300487.2	5433240.932	13916723.9	5433240.932	13916723.9	6791551.165	173959029.9	6791551.165	173959029.9	8829016.515	226146738.8	8829016.515	226146738.8	8829016.515	226146738.8	8829016.515	226146738.8
23	85.5	135831023.3	4074930.699	112453789.3	5369694.255	144568691.5	5369694.255	144568691.5	6751834.492	180710864.3	6751834.492	180710864.3	8777384.84	234924123.6	8777384.84	234924123.6	8777384.84	234924123.6	8777384.84	234924123.6
24	85	135036689.8	4051100.695	108426518.6	5306147.577	160582454.2	5306147.577	160582454.2	6632684.471	200728067.8	6632684.471	200728067.8	8632489.813	260946488.1	8632489.813	260946488.1	8632489.813	260946488.1	8632489.813	260946488.1
25	84.5	13448022.9	4003440.687	116457230	5337920.916	155276306.6	5337920.916	155276306.6	6672401.145	194095383.3	6672401.145	194095383.3	8674121.488	252323998.3	8674121.488	252323998.3	8674121.488	252323998.3	8674121.488	252323998.3
26	84	134242356.4	4027270.691	112453789.3	5274374.238	16583628.5	5274374.238	16583628.5	6592967.798	207321035.6	6592967.798	207321035.6	8570858.137	269517346.2	8570858.137	269517346.2	8570858.137	269517346.2	8570858.137	269517346.2
27	83.5	132653689.4	3979610.683	120436840.7	5204827.561	176310256.9	5204827.561	176310256.9	6513534.451	220387821.2	6513534.451	220387821.2	8467594.786	286504167.5	8467594.786	286504167.5	8467594.786	286504167.5	8467594.786	286504167.5
28	83	131893935.6	3931950.679	12832452.2	5242600.9	171099429.4	5242600.9	171099429.4	6553251.125	213874286.7	6553251.125	213874286.7	8519226.462	278036572.7	8519226.462	278036572.7	8519226.462	278036572.7	8519226.462	278036572.7
29	82.5	131065022.5	3908120.671	1322232692.7	5170994.222	181489311.1	5170994.222	181489311.1	6473817.778	226861639.8	5170994.222	226861639.8	8451963.111	294920130.6	5170994.222	226861639.8	8451963.111	294920130.6	5170994.222	226861639.8
30	82	130270689	3884290.667	136116983.4	5179054.222	1997920.883	5179054.222	1997920.883	6434101.104	233295740	6434101.104	233295740	834331435	303284462	6434101.104	303284462	834331435	303284462	6434101.104	303284462
31	81.5	12947355.6	3860460.662	139977444	5115507.544	191752099.6	5115507.544	191752099.6	6394384.431	239690124.5	6394384.431	239690124.5	8312699.76	311597161.8	6394384.431	311597161.8	8312699.76	311597161.8	6394384.431	311597161.8
32	81	128682022.1	3812800.654	147626375.3	5083734.206	196635833.8	5083734.206	196635833.8	6354667.757	246044792.2	6354667.757	246044792.2	8296108.084	319858229.9	6354667.757	319858229.9	8296108.084	319858229.9	6354667.757	319858229.9
33	80.5	12788768.6	3836630.658	143814074.7	5115507.544	191752099.6	5115507.544	191752099.6	6344101.104	233295740	6344101.104	233295740	834331435	303284462	6344101.104	303284462	834331435	303284462	6344101.104	303284462
34	80	127093355.1	3812800.654																	

80MW

FIJO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6 centimos kWh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	156659730	0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	151959938,1	4558798,144	4558798,144	6078397,525	6078397,525	7597996,906	7597996,906	9877395,978	9877395,978
1	96,5	151176639,5	4535299,184	9094097,328	6047065,579	12125463,1	7558831,974	15156828,88	9826481,566	19703877,54
2	96	150393340,8	4511800,225	13605897,55	6015733,633	18141196,74	7519667,041	22676495,92	9775567,154	29479444,7
3	95,5	149610042,7	4488301,265	18094198,82	5984401,687	24125598,42	7480502,109	30156998,03	9724652,742	397204097,44
4	95	148826743,5	4464802,306	2255901,12	5953069,741	30078668,17	7441337,176	37598335,21	9673738,329	48877835,77
5	94,5	148043444,9	4441303,346	27000304,47	5921737,795	36000405,96	7402172,244	45000507,45	9622823,917	58500569,69
6	94	147261046,2	4417804,387	31418108,86	5890405,849	4189081,81	7363007,311	52363514,76	9571909,505	68072569,19
7	93,5	146476847,6	4394305,427	35812414,28	5859073,903	47749885,71	7323842,379	59687357,14	9520995,092	77595564,28
8	93	145693548,9	4370806,468	40183220,75	5827741,957	53577627,67	7284677,446	66972034,59	9470080,68	87063644,96
9	92,5	144910250,3	4347307,508	44530528,26	5796410,011	59394037,68	7245152,514	74217547,1	9419166,268	96482811,23
10	92	144126951,6	4323808,549	48854336,81	5765078,065	65139115,75	7206347,581	81423894,68	9368251,856	105851063,1
11	91,5	143343465,3	4300309,589	53154646,4	5733746,119	70872861,86	7167182,649	88591077,33	9317337,443	115168400,5
12	91	142560354,3	4276810,63	57431457,03	5702414,173	82246358,26	7128017,716	95719095,05	9266423,031	124434823,6
13	90,5	141777055,7	4253311,67	61684768,7	5671082,227	86256358,55	7088852,784	102807947,8	9215508,619	133650332,2
14	90	140993757	4229812,711	65914581,41	5639750,281	87886100,55	7049687,851	109857635,7	9164594,207	142814926,4
15	89,5	140210458,4	4206313,751	70120895,16	5608418,335	93494526,88	7010522,919	116868158,6	9113679,794	151928606,2
16	89	139427159,7	4182814,792	74303709,95	5570986,389	99071613,27	6971357,986	123839516,6	9062765,382	160991371,6
17	88,5	138643861,1	4159315,832	78463025,78	5545754,443	104617367,7	6932193,054	130771709,6	9011850,97	170003222,5
18	88	137860562,4	4135816,873	82598842,66	5514422,957	110131790,2	6893028,121	137664737,8	8960936,558	181787481,2
19	87,5	137077263,8	4112317,913	86711160,57	5483090,551	115614880,8	6853863,189	144518601	8910022,145	18787431,2
20	87	136293965,1	4088818,954	90799979,52	5451758,605	12106639,4	6814698,256	15133329,2	8859107,733	196733289
21	86,5	135510666,5	4065319,994	9485229,52	5420426,552	1264870,66	675533,324	158108832,5	8808193,321	20541827,1
22	86	134727367,8	4041821,035	98907120,55	5389094,713	131876160,7	6736368,391	164845200,9	8757278,909	214298761,2
23	85,5	133944069,2	4018322,075	102925442,6	5357762,767	13733923,5	6697203,459	17154240,4	8706364,496	223005125,7
24	85	133160770,5	3994823,116	106920265,7	5295630,821	14256035,3	6658038,526	178200442,9	8654500,084	231660575,8
25	84,5	132377471,9	3971324,156	110891589,9	5259098,875	14785453,2	6618873,594	184819316,5	8604535,672	240265111,5
26	84	131594173,2	3947825,197	11483941,51	5263766,929	153119270,1	6579708,661	191399025,2	8535621,26	248818732,7
27	83,5	130810874,6	3924326,237	118763741,3	5232434,983	158351655,1	6540543,729	197939568,9	8502706,847	257321439,6
28	83	130027575,9	3900827,278	122664568,6	5201103,037	163552758,1	6501378,796	204440947,7	8451792,435	265773232
29	82,5	129244277,3	3877328,318	126541969,6	5169771,091	168722529,2	6462213,864	210903161,6	8400878,023	274174110
30	82	128460978,6	3853829,359	130395726,3	5138439,145	173860968,4	6423048,931	217326210,5	8349963,611	282524073,6
31	81,5	127677680	3830330,399	134226056,7	5107107,199	178968075,6	6383383,999	223770094,5	8299049,198	290823122,8
32	81	126894381,3	3806831,44	138032688,1	5075775,253	184043850,8	6344719,066	230054813,5	8248134,786	299071257,6
33	80,5	12611082,7	3783332,48	141816220,6	5041111,361	190108294,1	6305554,134	236360367,7	8146300,274	307268478
34	80	12532784	3759833,521	145576054,1	5013111,307	194101405,9	6266389,201	242626756,9	8146300,274	315414783,9
35	79,5	124544485,4	3736334,561	149312388,7	4981719,415	199908134,9	6227224,269	248853981,1	8095391,549	32531075,5
36	79	123761186,7	3712835,602	153025224,3	4950447,469	200433632,4	6188059,336	255042040,5	8044477,137	331554652,6
37	78,5	122977888,1	3689336,642	156714560,9	4919115,523	208952747,9	6148894,404	261190934,9	7993562,725	339548215,4
38	78	122194589,4	3665837,683	16038098,6	4887783,577	213840531,5	6109729,471	267300664,4	7942408,312	347490863,7
39	77,5	121411290,8	3642338,723	164022737,3	4856451,631	21866983,1	6070564,539	273371228,9	7891733,9	355382597,6
40	77	120627992,1	3618839,764	167641571,1	4825119,685	22352102,8	6031399,606	279402628,5	7840819,488	361223417,1
41	76,5	119844693,5	3595340,804	171266917,9	4793787,739	228315920,5	5992134,674	285394863,2	7789905,076	371013322,1
42	76	119061394,8	3571841,845	174808759,8	4762455,793	233078346,3	5953069,741	291347932,9	7738990,663	378752312,8
43	75,5	118278096,2	3548342,885	178357102,6	4731123,847	237509470,2	5913904,809	297261837,7	7688067,251	386440389
44	75	117494797,5	3524843,926	178831946,6	4699791,901	242509262,1	5874739,876	303136577,6	7637161,839	394077550,9
45	74,5	116711498,9	3501344,966	185383291,5	4668459,955	2471777722	5835574,944	308972152,5	7586247,427	401663798,3

80MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.					
			3 centimos kwh entregado				4 centimos kwh entregado						5 centimos kwh entregado				6 centimos kwh entregado		
	CASO 1,4MW	152187966.4	0.03				0.04						0.05				0.065		
0	97	14762327.4	4428669.821	4428669.821	5904893.095	5904893.095	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368	7381116.368
1	96.5	146861387.5	4405841.626	8834511.447	5874455.501	11779348.6	7343069.377	14724185.75	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279	9595451.279
2	96	146100447.7	4383013.431	13217524.88	5844017.908	17623366.5	7305022.385	22029208.13	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101	9496529.101
3	95.5	14539507.9	4360185.236	17577710.11	5813580.315	23496078.82	7266975.394	29296183.52	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012	9347068.012
4	95	144578568	4337357.041	21915067.16	5783142.722	29220089.54	7228928.402	36525111.93	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923	9397606.923
5	94.5	143817628.2	4314528.846	26229596	5752705.128	34912794.67	7190881.411	43715993.34	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834	9348145.834
6	94	143056688.4	4291700.651	30521266.65	5722267.535	4069560.152	7152834.419	50868827.76	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745	9298684.745
7	93.5	142295748.5	4268872.456	34790169.11	5691829.942	4638689.215	7114787.427	57983615.18	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656	9299223.656
8	93	141534808.7	4246044.261	39036213.37	5661392.349	52048284.5	7076740.436	65060355.62	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477	9150301.477
9	92.5	140738868.9	4223216.066	43259817.31	5600517.162	57679239.25	7000646.453	72099049.06	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388
10	92	140012929.1	4200387.872	47459817.31	5600517.162	63279756.41	7000646.453	79099695.52	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388	9100840.388
11	91.5	139251989.2	4177559.677	51637376.99	5570079.569	68849835.98	6962599.461	86062294.98	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299	9051379.299
12	91	138491049.4	4154731.482	55927108.47	5539641.976	74389477.96	6924552.469	92986847.45	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21	9001918.21
13	90.5	137730109.6	4131903.287	59924011.75	5509204.382	79898682.34	6886505.478	99873352.92	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121	8952457.121
14	90	136969169.7	4109075.092	64033086.85	5478766.789	85377449.13	6848458.486	106721811.4	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032	8902996.032
15	89.5	136208229.9	4086246.897	68119333.74	5448329.196	90825778.32	6810411.495	113532222.9	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943	8853534.943
16	89	135447290.1	4063418.702	72182752.44	5417891.602	96243669.93	6727364.503	12030487.4	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854	8804073.854
17	88.5	134686350.2	4040590.507	76223342.95	5387454.090	101631123.9	6734317.511	127038904.9	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765	8754612.765
18	88	133925410.4	4017762.312	80241105.26	5357016.416	106988140.4	6696270.52	133735175.4	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676	8705151.676
19	87.5	133164470.6	3994934.117	84236039.38	5326578.823	112314719.2	6658223.528	140393399	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587	8655690.587
20	87	132403530.7	3972105.922	88208145.3	5296141.229	117610860.4	6620176.537	147013575.5	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498	8606229.498
21	86.5	131642590.9	3949277.727	92157423.03	52665703.636	122876564	6582129.545	153595705	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409	8556766.409
22	86	130881651.1	3926449.532	96083872.56	5204828.45	12811830.1	6544082.553	160139787.6	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32	8507307.32
23	85.5	130120711.2	3903621.337	99987493.9	5204828.45	133316658.5	6506035.562	166645823.2	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23	8457846.23
24	85	129359771.4	3880793.142	103868287	5174390.856	138491049.4	6467988.57	173113811.7	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141	8408385.141
25	84.5	128598831.6	3857964.947	107726252	5143952.653	148635002.7	6429941.579	179543753.3	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052	8358924.052
26	84	127837891.7	3835136.752	111561388.7	5113351.67	148748518.3	6391894.587	18593647.9	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863	8309462.863
27	83.5	127076951.9	3812308.557	115373697.3	5083078.076	153831596.4	6353847.596	192298495.5	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874	8260001.874
28	83	126316012.1	3789480.362	119163177.7	5052640.483	158884336.9	6315800.604	198605296.1	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785	8210540.785
29	82.5	12555072.2	3766652.167	122929829.8	5022202.589	163906439.8	6277753.612	204883049.7	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696	8161079.696
30	82	124794132.4	3743823.972	126673653.8	4991765.297	168898205.1	6239706.621	211122756.3	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607	8111618.607
31	81.5	12403192.6	3720995.777	130396449.6	4961327.703	173879532.8	6201659.629	217324416	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518	8062575.518
32	81	123272252.8	3698167.583	134092817.2	4930890.11	178790422.9	6163612.638	223488028.6	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429	8012696.429
33	80.5	122511312.9	3675339.388	137768156.5	4900452.517	183690875.4	6125565.646	228613594.2	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34	7963235.34
34	80	121750373.1	3652511.193	140520607.7	4870014.924	188608090.3	6087518.654	233701112.9	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251	7913774.251
35	79.5	120989433.3	3629682.998	145050250.3	4839577.33	193460407.7	6049471.663	23750584.6	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162	786413.162
36	79	120228493.4	3606854.803</																

80MW

VARIACIÓN MENSUAL		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	160367246,5	4811017,396	4811017,396	6414689,861	6414689,861	8018362,326	8018362,326	10423871,02	10423871,02
1	96,5	159540611,2	4786218,337	9597235,732	6381624,449	12796314,31	7977030,561	15995392,89	10370139,73	20794010,75
2	96	158713975,9	4761419,278	14358655,01	6348859,018	19144873,35	7935698,797	23931091,68	10316408,44	31110419,19
3	95,5	157887340,6	4736620,219	19098275,23	6315493,626	25460366,97	7894367,032	31825458,72	10262677,14	41373096,33
4	95	157060705,4	4711821,161	23807096,39	6282428,214	31742795,19	7839305,268	39678493,98	10208945,85	51582042,18
5	94,5	156234070,1	4687022,102	28494118,49	6249362,802	37992157,99	7811703,503	47490197,49	10155214,55	61737256,73
6	94	155407434,8	4662223,043	33156341,54	6216297,391	44208455,38	7770371,738	55260569,23	10010483,26	71888739,99
7	93,5	154580799,5	4637423,984	37793765,52	6183231,979	50391687,36	7729039,974	62989609,2	10047751,97	81886491,96
8	93	153754164,2	4587825,867	42406390,45	6150166,567	56541853,93	7687708,209	70677317,41	9994020,672	91880512,63
9	92,5	152927258,9	4587825,867	46994216,31	6117101,156	62658955,08	7646376,445	78323693,85	9940289,378	101828082
10	92	152100893,6	4563026,808	51557243,12	6084035,744	68742990,83	7563712,916	85928738,53	93492451,45	9832826,79
11	91,5	151274258,3	4538227,749	56095275,56	6050970,87	74793961,16	7522381,151	93492451,45	101014832,6	101014832,6
12	91	150447623	4513428,691	60608999,56	6017904,921	80811866,08	7481049,387	108495882	9779095,496	131319282,4
13	90,5	149620987,7	4488629,632	65097529,19	5984839,509	86796705,59	7439177,622	115935599,6	9725364,202	141044646,6
14	90	148794352,4	4463830,573	69561359,77	5951774,098	92748479,69	7398385,857	123333985,5	9617901,615	160334181,1
15	89,5	147967717,1	4439031,514	74000391,28	5918708,686	98667188,37	7398385,857	130691039,6	9564170,321	169898351,4
16	89	14714081,9	4414232,456	78414623,74	5885643,274	104552831,6	7357054,093	138006761,9	9510439,027	179408790,5
17	88,5	146314446,6	4389433,397	82804057,13	5852577,883	110405409,5	7315772,328	145281152,5	9466707,733	188865498,2
18	88	145487811,3	4364634,338	87168601,47	5819512,451	116224922	7274390,564	152514211,2	9402976,439	198268474,6
19	87,5	144661176	4339835,279	91508526,75	5786447,039	122011369	7233058,799	159705938,3	9349245,145	20617719,8
20	87	143823540,7	4315036,221	95823562,97	5753381,628	127764750,6	7191727,035	166856333,6	9295513,851	216913333,6
21	86,5	143007905,4	4290237,162	100113800,1	5720316,216	133485066,8	7150395,27	173965397,1	9241782,557	22615016,2
22	86	142181270,1	4265438,103	104379238,2	5687250,804	139172311,6	7109063,505	181033128,8	9188051,263	235343067,4
23	85,5	141354634,8	4240639,045	108619877,3	5654185,393	144828503	7067731,741	188059528,8	9026857,381	244477387,4
24	85	140527999,5	4215839,986	112835717,3	5621119,981	150447623	7026399,976	195044597	89134319,969	253557976,1
25	84,5	139701364,2	4191040,927	117026758,2	5588054,569	156035677,6	6985068,212	201988333,4	88591326,087	262584833,5
26	84	138874728,9	4166241,868	121193000,1	5554989,158	161590666,7	6943736,447	208890738,1	8793126,087	27157959,6
27	83,5	138048093,7	4141442,81	12934442,9	5488858,334	167112390,5	6861072,918	215751811	86913126,087	28047754,3
28	83	13721458,4	4116643,751	13354231,3	5455792,923	178057241,8	6819741,153	222571552,2	8685663,499	289343017,8
29	82,5	136394823,1	4091844,692	137609976,9	5422727,511	183479693,3	6778409,389	229349961,6	85811932,206	298154950,1
30	82	135566187,8	4067045,633	141652223,5	5389662,099	18889631,4	6737077,624	236087039,2	84828200,912	306613151
31	81,5	134741552,5	4042246,575	145696971	5356596,688	19422628,1	6695745,86	242782785,1	83704469,618	315617620,6
32	81	133914917,2	4017447,516	149662319,5	5323331,276	204949750,3	6654414,095	249437199,2	82650738,324	324268358,9
33	80,5	133088281,9	3992648,457	15360168,9	5290465,864	209540255,2	6613082,331	256050281,5	8191392,324	332863565,9
34	80	13226466,6	3967849,398	155636168,9	5257400,453	210097625,6	6571750,566	262622032,1	80543275,736	341408441,7
35	79,5	131435011,3	3943050,34	157573219,2	5224335,041	215313230,3	6530418,801	269152450,9	8489544,442	348989186,1
36	79	130608376	3918251,281	161491470,5	5191269,63	220513230,3	6489087,037	275641337,9	8455134,148	358333999,3
37	78,5	129781740,7	3893452,222	165384922,7	5158204,218	225671343,5	6447755,272	282089293,2	8382081,854	366716081,1
38	78	128955105,4	3868653,163	169235375,9	5125138,806	230796573,3	6406423,508	284849716,7	8323830,56	37504431,7
39	77,5	128128470,2	3843854,105	1730997430	5092073,395	235888846,7	6365091,743	29846808,4	8274819,266	383319050,9
40	77	127301834,9	3819055,046	180710741	5059007,983	240947654,7	6323759,979	301184568,4	8220887,972	391559938,9
41	76,5	126475199,6	3794255,987	184480138	5025942,671	245973397,3	6282428,214	307466996,6	8116756,678	399707095,6
42	76	125648564,3	37644657,87	188224855,8	4992877,16	250966474,4	6241096,45	313708093,1	8113425,384	407820521
43	75,5	124842192,9	3744657,87	191944714,6	4959811,748	255926286,2	6199764,685	319907857,7	8005964,09	415880215,1
44	75	123995293,7	3719858,811	195639774,4	4926746,336	260853032,5	6158432,92	326066290,7	8005962,796	423886177,9
45	74,5	123168658,4	3695059,752							

80MW

SEGUIMIENTO		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	213559558,2	0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	207152771,4	6214583,143	6214583,143	8286110,857	8286110,857	10357638,57	10357638,57	13464930,14	13464930,14
1	96,5	206084973,6	6182549,209	12397132,35	8243398,945	16529509,8	10304248,68	20661887,25	13395523,29	26860453,43
2	96	205017175,8	6150515,275	18547647,63	8200687,034	24730196,84	10250858,79	30912746,05	13256116,43	40186598,86
3	95,5	203949378,1	6118481,342	24666128,97	8157975,122	32888171,96	10197468,9	41110214,95	13256709,57	53443279,43
4	95	202818580,3	6086447,408	30725276,38	8115263,211	41003435,17	10144079,12	51254293,96	13187302,72	66630272,45
5	94,5	201813782,5	6054413,474	36806989,85	8072551,299	49075986,47	10090689,12	61344983,08	13117895,86	79748478,01
6	94	200745984,7	6022379,54	42829369,39	8029839,387	57105825,86	10037299,23	71832282,32	13048489	9279697,01
7	93,5	199678186,9	5990345,607	48819715	7887127,476	65092953,33	9983909,345	81366191,66	12979082,15	105776049,2
8	93	198610389,1	5958311,673	54778026,67	7944415,564	73037368,99	9930519,455	91296711,12	12908675,29	118685724,5
9	92,5	197542591,3	5926277,739	60704304,41	7901703,652	8093907,255	9877129,565	101173840,7	12840268,44	131525992,9
10	92	196474793,5	5894243,806	66598548,22	7858991,741	8823739,629	9823739,629	110997580,4	12770861,58	144296854,5
11	91,5	195406995,7	5862209,872	7260758,09	7816279,829	96614344,12	9770349,786	120767930,1	12701454,72	156998308,2
12	91	194339197,9	5830175,938	78290994,03	7773367,917	10438791,2	9716959,897	130484890	12632047,87	16663057,1
13	90,5	193271400,1	5798142,004	84089076,03	7730856,006	112118768	9663570,007	140148460,1	12562641,01	182192998,1
14	90	192203602,4	5766108,071	89855184,1	7688144,094	119896012,1	9610180,118	149758640,2	12493234,15	194666232,2
15	89,5	191135804,6	5734074,137	95589258,24	7645432,183	127452344,3	9556790,329	159315430,4	12423827,3	207110059,5
16	89	190068006,8	5702040,203	101291298,4	7602720,271	135055064,6	9503400,339	168818830,7	12354420,44	219464480
17	88,5	189000209	5670006,269	106961304,7	7560008,359	142615072,9	9450010,449	178268841,2	12285013,58	231749493,5
18	88	187932411,2	5637972,336	112599277	7512796,446	150132369,4	9396620,56	187665461,7	121215606,73	243965100,3
19	87,5	186864613,4	5605938,402	118205215,4	7474584,536	165760693,9	9343230,67	197008692,4	12146199,87	256111300,1
20	87	185796815,6	5573904,468	12379119,9	7431872,624	172427987,3	9236450,891	206298533,2	12076793,01	268188093,2
21	86,5	184729017,8	5541870,535	129320990,5	7389160,713	191797436,1	9129671,112	224718045,1	11997979,3	282133458,6
22	86	183661220	5508386,601	140308629,7	7303736,889	187078173	9129671,112	233847716,2	11868572,45	297133458,6
23	85,5	182592422,2	5477802,667	145754398,5	7261024,978	194339197,9	9076281,222	242923997,4	1179165,59	315801196,6
24	85	181525624,4	5445768,733	151168133,3	7218313,066	201557511	9022891,333	251946888,8	11590452,02	33078252,53
25	84,5	180457826,7	5413734,8	156549834,1	7175601,155	208733112,2	8916111,554	260916390,2	11560351,88	339191307,3
26	84	179390028,9	5381700,866	161899501,1	7132889,243	215866001,4	8969501,443	269916390,2	11521538,16	352303790,4
27	83,5	17832231,1	5349666,932	161899501,1	7090177,331	222956178,7	8862721,664	278695223,4	11452131,31	37375921,7
28	83	177254433,3	5317632,998	167217134	7047465,42	230003644,2	8809331,775	28750455,2	11382724,45	385138646,2
29	82,5	176186635,5	5285599,065	17756292,2	7004753,508	237008397,7	8755941,885	296260497,1	11331317,59	396451963,8
30	82	175118837,7	5253565,131	17756292,2	6962041,596	243970439,3	8702551,996	304963049,1	11243910,74	40695874,5
31	81,5	174051039,9	5221531,197	182977829,4	6919329,685	250889768,9	8649162,106	316161221,2	11175093,08	41870378,4
32	81	172983242,1	5189497,264	188167326,7	6876611,773	25766986,7	8542382,327	322207983,4	11105097,02	429975475,4
33	80,5	171915444,3	5157463,33	193324790	6833905,862	26460292,6	8542382,327	33075065,7	11036590,17	441011165,6
34	80	170847646,5	5125429,396	198450219,4	6791193,95	271391486,5	8488992,437	339239338,2	10996738,31	451977428,9
35	79,5	169779848,7	5093395,462	203543614,9	6748482,038	278139968,6	8435602,548	346767460,7	10896876,46	462874325,4
36	79	168712051,1	5061361,529	208606470,4	6705770,127	284845738,7	8382212,658	356057173,4	10827469,6	473701795
37	78,5	167644233,2	5029327,595	213634364	6663046,302	291508796,9	8328822,769	364385996,1	10780655,89	48449857,4
38	78	166576455,4	4997293,661	21863197,7	6623046,302	298129143,2	8275432,879	372661429	10686855,89	495148513,6
39	77,5	165508657,6	4965259,728	222566857,4	657634,392	304706777,6	8222042,99	380883472	10619249,03	50576762,6
40	77	164440859,8	4933225,794	228530083,2	653431275,1	311741700,1	8168653,1	389051225,1	10549842,17	516317604,8
41	76,5	163373062	4901191,86	233431275,1	6492210,568	317733910,6	8152563,211	397167388,3	10480435,32	526798040,1
42	76	162302646,2	4869157,926	238300433	6449398,657	324183409,3	8061873,321	403229261,1	10411028,46	537209068,6
43	75,5	161237466,4	4837123,993	24313757	6406786,745	330590196,1	8008483,431	413237745,1	10341621,6	547550690,2
44	75	160169668,6	4805090,059	247942647	6364074,834	336954270,9	7955093,542	421192838,6		
45	74,5	159101870,8	4773056,125	252715703,2						

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6 centimos kwh entregado				
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0		190666959,3	5720008,778	5720008,778	7626678,371	7626678,371	9533347,964	9533347,964	12393352,35	12393352,35
1	96,5	189684139,9	5690524,197	11410532,97	787365,596	1521404,97	9484206,995	19017554,96	12329469,09	24722821,45
2	96	188701320,5	5661039,615	17071572,59	7548052,821	2276206,79	9435066,026	28452620,98	12265852,83	36988407,28
3	95,5	187718501,1	5631555,034	22701851,62	7508740,046	3027038,838	9385925,057	37838546,04	12201702,57	49190109,85
4	95	186735681,8	5602070,453	28305198,08	7469427,27	37740264,1	9336784,088	47173330,13	122137819,31	61327929,17
5	94,5	185752862,4	5575285,872	33877783,95	7430114,495	45170378,6	9287643,119	56462973,25	1207396,05	73401865,22
6	94	184770043	5543101,29	39420885,24	7390801,72	52561818,32	9238502,15	65701457,4	12010052,8	85411918,02
7	93,5	183787223,6	5513616,709	44934501,95	7351488,945	59912669,26	9189361,181	74890836,58	11946169,54	97358087,55
8	93	182804404,3	5484132,128	50418634,08	7312161,17	67224845,43	9140220,213	84031056,79	11882286,28	109240373,8
9	92,5	181821584,9	5454647,546	55873281,62	7272863,395	74497708,83	9091079,244	93122136,04	11818403,02	121058776,8
10	92	180838765,5	5425162,965	61298444,59	7233550,62	81731259,45	9041938,275	102164074,3	11754519,76	132813296,6
11	91,5	179855946,1	5395678,384	66694122,97	7194237,845	8892979,29	8992797,306	111156871,6	1169036,5	144503933,1
12	91	178873126,7	5366193,802	72060316,77	7154925,07	9668042,36	8943656,337	120100528	11626753,24	156130686,3
13	90,5	177890307,4	5336709,221	77397025,99	7115612,294	103196034,7	8894515,368	128995043,3	11652869,98	167693566,3
14	90	176907488	5307224,64	82704250,63	7076299,519	110272334,2	8845374,399	137840417,7	11498986,72	179192543
15	89,5	175924668,6	5277740,058	87981290,69	7036986,744	118730920,9	8796233,43	14663651,2	11435103,46	190627646,5
16	89	174941849,2	5248235,477	93230246,17	6997673,969	124306994,9	8747092,461	155383743,6	11371220,2	201998866,7
17	88,5	173959029,9	5218770,896	98449017,06	6958361,194	131265356,1	8697951,493	164081695,1	11307336,94	213306203,6
18	88	172976210,5	5189286,314	103638303,4	6919048,419	138184404,5	8668810,524	172730505,6	11243493,68	224549657,3
19	87,5	171993391,1	5159801,733	108798105,1	6879735,644	145064140,1	8599669,555	181330175,2	11179570,42	235729277,7
20	87	171010571,7	5130317,152	11392842,3	6840422,869	151904563	8550528,586	189880703,8	1111587,16	246484914,9
21	86,5	170027252,3	5100832,57	119029254,8	6801110,094	158705673,1	8501387,617	198382091,4	11051803,9	257896718,8
22	86	169044933	5071347,989	124100062,8	6761797,319	165467470,4	8452246,648	208834338	10987920,64	268884639,4
23	85,5	168062113,6	5041863,408	129142466,2	6722484,543	172188995,5	8403105,679	215237443,7	10924037,38	279808676,8
24	85	167079294,2	5012378,826	134154845,1	6683171,768	178873126,7	8353964,71	223591408,4	10860154,12	290668831
25	84,5	166096474,8	4982894,245	144091149	6643858,993	185516985,7	8304823,741	231896232,2	10796270,86	301465101,8
26	84	165113655,5	4953409,664	158774470,5	6604546,218	192121532	8255682,773	240151914,9	10732387,6	312197489,4
27	83,5	164130836,1	4923925,082	149015074	6562333,443	198686765,4	8206541,804	248358456,7	10665504,34	322865993,8
28	83	163148016,7	4894440,501	15390914,5	6525920,688	205212686,1	8157400,835	256515857,6	10604621,09	334470614,9
29	82,5	162165197,3	4864955,92	158774470,5	6486607,893	211699294	8108259,866	264624117,4	10540737,83	344011352,7
30	82	161182377,9	483471,338	16360994,8	6447295,118	218146589,1	8059118,897	272683236,3	10476854,57	354488207,2
31	81,5	160199558,6	4805986,757	168415928,6	6407982,343	22454571,4	800977,928	280693214,3	10412971,31	364901178,5
32	81	159216739,2	4776502,176	173192430,7	6368669,567	230923241	7960386,959	288630961,2	10349088,05	374250266,6
33	80,5	158233919,8	4747017,594	177939448,3	6329356,792	237252597,8	7911695,99	296565747,2	10285204,79	38555471,4
34	80	157251100,4	4717533,013	182656981,3	6290044,017	243542641,8	7862555,022	304428302,2	1021321,53	395756792,9
35	79,5	156268281,1	4688048,432	182345029,8	6250731,242	249793373	7813414,053	31224716,3	1015428,27	405914231,2
36	79	155285461,7	468563,85	192003593,6	6211418,467	256004791,5	7764273,084	32000598,4	10093555,01	41600786,2
37	78,5	154302642,3	4629079,269	196632672,9	6132792,917	268306990,1	7665991,146	335387112,6	10029671,75	426037457,9
38	78	153318222,9	4599594,688	201232262,6	6127105,692	276306990,1	7518568,239	35800240,3	9965788,49	436003246,4
39	77,5	152337003,5	4570110,106	205802377,7	6093480,142	274403170,3	74616850,177	343003962,8	9901905,23	445905151,7
40	77	151354184,2	4540625,525	210343400,2	6054167,367	280472192,2	7367709,208	350571672	98388021,971	455517312,3
41	76,5	150371364,8	4511140,944	214854144,2	6014854,591	286472192,2	7218568,239	35800240,3	977025,452	46571329,7
42	76	149388545,4	4481656,362	219335800,5	5975541,816	292447734	7469427,27	365559667,5	971025,452	475227567,8
43	75,5	148405726	4452171,781	222787972,3	5936229,041	298383963,1	7420286,302	372979953,8	9646372,192	484873940
44	75	147442906,7	4422687,2	2282210659,5	5896916,266	304280879,3	7371145,333	380351099,2	95282488,932	494456428,9
45	74,5	146440087,3	4393202,618	232603862,1	5857603,491	310138482,8	7322004,364	387673103,5	9518605,673	503975034,6

100MW

CASO 2,25MW		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6 centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	185053260.4	5551597.811	5551597.811	7402130.415	7402130.415	9252663.019	9252663.019	12028461.92	12028461.92
1	96.5	5522981.328	11074579.14	7369975.104	14766105.52	9204966.88	18457631.9	13964659.54	23994921.47	11966459.54
2	96	183145494.8	5494364.844	16568943.98	7325819.792	22019215.31	9157274.74	27614906.64	35899378.63	1190449.16
3	95.5	182191612	5465748.361	22034692.34	7287664.481	29379589.79	9109581.99	36724487.24	47774183.3	11842454.78
4	95	181237729.2	5437131.877	27474824.22	7249509.169	38629098.96	9061886.462	45786373.7	59522825.81	11780845.24
5	94.5	180283846.5	5408515.394	3288039.61	7211353.858	43840452.82	9014192.323	54800566.02	71240735.83	11718450.02
6	94	179329963.7	5379898.91	38260283.52	7173198.547	51013651.37	8686498.183	63767064.21	82897183.47	11565447.64
7	93.5	178376080.9	5351282.426	43611520.95	7135043.235	58148694.6	8918804.004	72685868.25	94491638.73	11594445.26
8	93	177427198.1	5322665.943	48934186.89	7096887.924	65245582.52	8871109.905	81556978.16	11532442.88	11470440.5
9	92.5	176468315.3	5294049.459	54228236.35	7058732.612	72304315.14	8823415.765	90380393.92	11565447.64	11408438.11
10	92	175514432.5	5265432.976	59493669.33	7020577.301	79324892.44	875721.626	99156115.55	11408438.11	128902950.2
11	91.5	174560549.7	5236816.492	64730465.82	6982421.989	86307314.43	872807.487	107884143	11346433.73	140249385.9
12	91	173606667	5208200.009	69938685.83	6944266.678	923251581.11	8680333.348	116564476.4	115153819.3	11284433.35
13	90.5	172652784.2	5179583.525	75118269.35	6906111.367	100157692.5	8632639.208	125197115.6	11222430.97	162766350.3
14	90	171698901.4	5150967.041	80269236.4	6867956.055	107025648.5	8584945.069	133782060.7	11160428.59	173916678.9
15	89.5	170745018.6	5122350.558	85391586.95	6829800.744	113855449.3	8337250.93	142319311.6	11098426.21	185015105.1
16	89	169791135.8	5093734.074	90485321.03	6791645.432	120647094.7	8489556.791	15080868.4	11036423.83	196051528.9
17	88.5	168837253	5065117.591	95550438.62	6753490.121	127400584.8	8441862.651	159250731	1097421.45	207025950.3
18	88	167883370.2	5036501.107	100586939.7	6715334.81	134115919.6	8394168.512	167644899.5	10912419.07	217938366.1
19	87.5	166929487.5	5007884.624	105594824.3	6671719.498	140793099.1	8346474.373	175991373.9	10850416.68	228788786.1
20	87	165975604.7	4979268.14	110574092.5	6639024.187	147432123.3	8298780.233	184290154.1	10788414.3	239577200.4
21	86.5	165021721.9	4950651.656	115524744.1	6600868.875	154032992.2	8251086.094	192541240.2	10726411.92	250303612.3
22	86	164067839.1	4922035.173	120446779.3	6562713.564	160959705.8	8203991.955	200744632.2	10664409.54	260968021.9
23	85.5	163113956.3	4893418.689	125340198	6524558.252	167120264	8155697.816	20890030	10620407.16	271570429
24	85	162160073.5	4864802.206	130205000.2	6486402.941	173606667	8108003.676	217008333.7	10540404.78	282110833.8
25	84.5	161206190.7	4836185.722	135041185.9	6448247.63	180054914.6	8060309.537	22506843.2	10478402.4	29259736.2
26	84	160252308	4807569.239	139848755.2	6410092.318	186646006.9	8012165.398	233081258.6	10416400.02	303005636.2
27	83.5	159298425.2	4778952.755	144627707.9	6371937.007	192836943.9	7964921.259	241046179.9	10354397.64	313360033.8
28	83	158344542.4	4750336.272	149378044.2	6333781.695	199170725.6	7917227.119	248963407	10293395.26	323652429.1
29	82.5	157390659.6	4721719.788	154099764	6295626.384	205466352	7869532.98	256832940	10230392.87	333888222
30	82	156436776.8	4693103.304	158792867.3	6257471.073	211723823.1	7821838.841	264654778.8	10168390.49	344051212.5
31	81.5	155487894	4664886.821	16345754.1	6219315.761	217943138.8	7774144.701	27428923.5	10106388.11	354157600.6
32	81	154529011.2	4635870.337	168093224.5	6181160.45	224124299.3	7726450.562	280155374.1	10044385.73	3644201986.3
33	80.5	153575128.5	4607253.854	172700478.3	6143005.138	230267304.4	7678756.423	287834130.5	9982383.35	374184369.7
34	80	152621245.7	4578637.37	17729115.7	6104849.515	23632154.2	7631062.284	295465192.8	9920380.969	384104750.6
35	79.5	151629362.9	4550020.887	181829136.6	6066694.525	242438848.7	7583368.144	303048609.9	9858378.588	393031329.2
36	79	150713480.1	4521404.403	186350541	6028539.204	248467388	7535674.005	310584234.9	9796376.207	403759505.4
37	78.5	149759597.3	4492787.919	190830320.3	5990383.893	25445771.8	7487979.866	318072214.8	9734373.826	413493879.3
38	78	148880714.5	4464171.436	195847508.9	5952228.581	260410000.4	7440285.727	325125050.1	9672371.444	423166507.7
39	77.5	147851831.7	4435549.952	199743055.3	5914073.27	266324073.7	7392591.587	332905092.1	9610369.063	432776619.8
40	77	146897949	4406938.469	204149993.7	5875917.958	272199999.7	7344897.448	340249989.6	9548366.882	442324986.4
41	76.5	145944066.2	4378321.985	208528315.7	5837762.647	278037554.3	7297203.309	34754192.9	9486364.801	451811350.7
42	76	144990183.4	4349705.502	212878021.2	5799607.336	283837361.6	7249509.169	354796702	9424361.92	461235712.7
43	75.5	144036300.6	4321089.018	217199110.2	5761452.024	289598813.7	7201815.03	361998517.1	9362359.539	470598072.2
44	75	143082417.8	4292472.535	22149182.8	5723296.713	295322110.4	7154120.891	369152638	9300357.158	4798984229.4
45	74.5	142128535	4263856.051	22575438.8	5685147.401	301007251.8	7106426.752	376259064.7	9238354.777	489136784.1

100MW

FIJO		3 centimos kWh entregado		4 centimos kWh entregado		5 centimos kWh entregado		6 centimos kWh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	195288156.6	0.03		0.04		0.05		0.065	
0	97	189429511.9	5682885.357	5682885.357	757180.476	757180.476	9471475.596	9471475.596	12312918.27	12312918.27
1	96.5	188453071.1	5653592.134	11336477.49	7538122.845	15115303.32	9422653.556	18894129.15	12249449.62	24562367.9
2	96	187476630.3	5624298.91	16960776.4	7499065.214	22614368.54	9373831.517	28267960.67	12185980.97	36748348.87
3	95.5	186500199.6	5595005.687	22555792.09	7460007.583	30047437.612	9325009.478	37592970.15	1212512.32	48870861.19
4	95	185523748.8	5565712.463	281221494.55	7420949.951	376187439.9	9276187.439	46689157.59	12059043.7	60929904.86
5	94.5	184547308	5536419.24	33657913.79	7381892.32	44877218.39	9227365.4	56096522.99	1199575.02	72925479.88
6	94	183570867.2	5507126.016	3916509.81	7342834.689	52220053.08	9178543.361	6527506.35	11932106.37	84857586.25
7	93.5	182594426.4	5477832.793	44642872.6	7303777.057	59523830.13	9129721.322	74404787.67	11868637.72	96726232.97
8	93	181617985.6	5448539.569	50091412.17	7264719.426	66788549.56	9080899.282	83485686.95	11805169.07	108531393
9	92.5	180641544.9	5419246.346	55510658.52	7225661.795	74014211.36	9032077.243	92517764.19	11741700.42	120273093.5
10	92	179665104.1	5389953.122	60900671.64	7186604.163	81200815.52	8983255.204	101501019.4	11678231.77	131951325.2
11	91.5	178688663.3	5360659.899	66261271.54	7147546.532	88348362.05	8934433.165	110435452.6	11614763.11	143566088.3
12	91	177712222.5	5331366.675	71592638.21	7108488.901	95456850.95	8885611.126	119321063.7	11551294.46	155117382.8
13	90.5	176735781.7	5302073.452	76894711.67	7069431.269	102536282.2	8836789.087	128157852.8	11487825.81	166605208.6
14	90	175759340.9	5272780.228	82167491.89	7030373.638	109556655.9	8787967.047	136945819.8	11424357.16	178029565.8
15	89.5	174782900.2	5243487.005	87410978.9	6991316.007	116547971.9	8739145.008	145684964.8	11360888.51	189390454.3
16	89	173806459.4	5243487.005	9245487.82	6952258.375	123500230.2	8690322.969	154375287.8	11297419.86	200687874.1
17	88.5	172830018.6	5184900.558	97810073.24	6913200.744	130413431	8641500.93	163016788.7	11239951.21	211921825.3
18	88	17185377.8	5155607.335	10296580.6	6874143.113	137287574.1	8592678.891	171609467.6	11170482.56	223092307.9
19	87.5	170897137	5126314.111	108091994.7	6835085.481	144122659.6	8543856.852	180153324.5	11107013.91	234199321.8
20	87	169900696.3	5097020.888	113199015.6	6796077.85	150918687.4	8495034.813	188648359.3	11043545.26	24524267.1
21	86.5	168924255.5	5067727.664	118256743.2	6756970.219	16456757.6	8446212.773	197095172.1	10980076.61	256225943.7
22	86	167947814.7	5038434.441	122325177.7	671912.587	176193570.2	8397390.734	205491962.8	10916607.95	267139551.6
23	85.5	166971373.9	5009141.217	128304318.9	6678854.956	171072425.2	8348568.695	213840331.5	10853139.3	277992990.9
24	85	165994933.1	4979847.994	133284166.9	6639797.325	177172222.5	8299746.656	222140278.1	10789670.65	288782361.6
25	84.5	165018492.3	4950554.77	138234721.7	6600739.693	184312962.2	8250924.617	230391202.8	10726202	299508563.6
26	84	164042051.6	4921261.547	143155983.2	6561682.062	190874644.3	8202102.578	238593305.3	10662733.35	310171296.9
27	83.5	163065610.8	4891968.323	148047951.5	6522624.431	197397268.7	8153280.538	246746585.9	10599264.7	320770561.6
28	83	162089170	4862675.1	152910626.6	6483566.799	203880835.5	8104458.499	254851044.4	10535796.05	331306577.7
29	82.5	161112729.2	4833381.876	157744008.5	6444509.168	210325344.7	8055636.46	26290680.8	10472327.4	341778685.1
30	82	160136288.4	4804088.653	162548097.2	6405451.537	216730796.2	8006814.421	270913495.3	1040868.75	35218743.8
31	81.5	159159847.6	4774795.429	167322892.6	6366393.906	223097190.1	7957992.382	278871487.6	10345390.1	362352933.9
32	81	158183406.9	4745502.206	172068394.8	6327336.274	229424526.4	7909170.343	286780658	10281921.45	373814855.4
33	80.5	157206966.1	4716208.982	176784603.8	6288278.643	235712805	7860348.304	294641006.3	10218452.79	383033308.2
34	80	156230525.3	4686915.759	181471519.5	624921.012	24196200.6	7811526.264	302452332.6	10154984.14	393188292.3
35	79.5	155254084.5	4657622.535	186129142.1	6210163.38	248172189.4	7762704.225	310215236.8	10091515.49	403279807.8
36	79	154277643.7	4628329.312	190757471.4	6171105.749	254343295.2	765060.147	317929119	10028046.84	413307854.7
37	78.5	153301202.9	4599036.088	195356507.5	6132048.118	260475343.3	7616238.108	32559417.2	9965478.191	423272432.8
38	78	152324762.2	4569742.865	199926250.8	6092990.622	266568333.8	7616238.108	333210417.2	9901109.54	433173542.4
39	77.5	151348321.4	4540449.641	204466700	6053932.855	272622266.6	7567416.069	34077833.3	9837640.889	443011833.3
40	77	150371880.6	4511156.418	208977956.4	6014875.224	278637141.9	7518594.03	348296427.3	9774172.388	45278535.5
41	76.5	149395439.8	4481863.194	213459719.6	5975817.992	284612959.4	7469771.99	355766199.3	9710703.587	462496055.1
42	76	148418999	4452569.971	217912289.6	5936759.961	290567193.4	7420949.951	363187149.3	9667234.337	4721423294
43	75.5	147442558.2	4423276.747	222335566.3	5897702.333	296447211.7	7372127.912	370559277.2	9583767.286	481777060.3
44	75	146466117.5	4393983.524	226729549.8	5858644.698	302306066.4	7323305.873	377882283	9520297.635	491247358
45	74.5	145489676.7	4364690.3	231094240.1	5819587.067	308125653.5	7274483.834	385157066.9	9456828.984	500704186.9

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	4 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	5 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	6 centimos kwh entregado	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
		188300365.2	0.03			0.04			0.05			0.065		
	CASO 1,4MW													
0	97	182651354.2	5479540.626	5479540.626	7306054.168	7306054.168	9132567.71	9132567.71	9132567.71	1827238.02	11872338.02	11872338.02	11872338.02	23683478.43
1	96.5	181709882.4	5451295.571	109930836.2	7268394.095	14574448.26	9085492.619	18218060.33	9085492.619	18218060.33	11811140.4	11811140.4	27256477.86	35433421.21
2	96	180768350.6	5423050.517	16353886.71	7230734.022	21805182.29	9038417.528	27256477.86	9038417.528	3624720.29	11688745.17	47122166.38	11688745.17	47122166.38
3	95.5	179826848.7	5394805.462	21748692.18	7193073.949	2898265.23	8991342.436	3624720.29	8991342.436	45192087.64	11627547.55	58749713.93	11627547.55	58749713.93
4	95	178885346.9	5366560.407	2711522.58	7155413.876	36153670.11	8944267.345	45192087.64	8944267.345	5408927.89	11565349.93	70316063.86	11565349.93	70316063.86
5	94.5	177943845.1	5338315.352	32453567.93	7117753.803	43271423.91	8897192.254	5408927.89	8897192.254	62939397.05	11505152.31	81821216.17	11505152.31	81821216.17
6	94	177002343.2	5310070.297	37763688.23	7080093.73	50351517.64	8850117.162	62939397.05	8850117.162	71742439.12	11443954.69	93265170.86	11443954.69	93265170.86
7	93.5	176060841.4	5281825.243	43045463.47	7042433.657	57393951.3	8803042.071	71742439.12	8803042.071	71742439.12	11443954.69	11443954.69	11382757.07	104647927.9
8	93	175119339.6	5253580.188	48299043.66	71365838.39	7004773.584	8755966.98	80498406.1	8755966.98	80498406.1	11382757.07	11382757.07	11321559.46	115969487.4
9	92.5	174177837.8	5253535.133	53524378.8	6967113.511	6629453.438	8708891.889	80498406.1	8708891.889	89207297.99	11321559.46	115969487.4	11321559.46	115969487.4
10	92	173236335.9	5197090.078	58721468.87	6929453.438	78295291.83	8661816.797	89207297.99	8661816.797	97869114.79	11260361.84	127229848.2	11260361.84	127229848.2
11	91.5	172294834.1	5168845.024	6389013.9	6891793.365	85187085.2	8614741.706	106483856.5	85187085.2	106483856.5	11199164.22	138429013.4	11199164.22	138429013.4
12	91	17155332.3	5140599.969	69030913.87	6854133.292	92041218.49	8567666.615	11505152.31	8567666.615	11505152.31	11137966.6	149566980	11137966.6	149566980
13	90.5	170411830.5	5112354.914	74143268.78	6816473.219	98857691.71	8520591.523	123572114.6	8520591.523	123572114.6	11076768.98	160643749	11076768.98	160643749
14	90	169470328.6	5084109.859	79227378.64	6778813.146	105636504.9	8473516.432	132045631.1	8473516.432	132045631.1	11015571.36	17165920.4	11015571.36	17165920.4
15	89.5	168528826.8	5055864.804	84283243.44	6741153.073	112377657.9	8426441.341	140472072.4	8426441.341	140472072.4	10954373.74	182613694.1	10954373.74	182613694.1
16	89	167587325	5027619.75	89310863.19	6703493	119081150.9	8379366.249	148851438.7	8379366.249	148851438.7	10893176.12	193506870.3	10893176.12	193506870.3
17	88.5	166645823.2	4999374.695	94310237.89	6665832.927	125746983.9	8332291.158	157183729.8	8332291.158	157183729.8	10831978.51	204338848.8	10831978.51	204338848.8
18	88	165760432.1	4971129.64	99281367.53	6628172.854	132375156.7	8285216.067	165468945.9	8285216.067	165468945.9	10707080.89	215109629.6	10707080.89	215109629.6
19	87.5	164762819.5	4942884.585	104224252.1	6590512.781	138965669.5	8238140.976	173707086.9	8238140.976	173707086.9	10709583.27	225819212.9	10709583.27	225819212.9
20	87	163821317.7	4914639.531	109138891.6	6552852.707	145518522.2	8191065.884	181898152.7	8191065.884	181898152.7	106483856.5	236467598.6	106483856.5	236467598.6
21	86.5	162879815.9	4888694.476	114027981.6	6515192.634	152033714.8	8143990.793	190042143.5	8143990.793	190042143.5	10587188.03	247054786.6	10587188.03	247054786.6
22	86	161938314	4858149.421	118883435.5	647532.561	164951119.9	8049840.61	198139059.2	8049840.61	198139059.2	10525990.41	257580777	10525990.41	257580777
23	85.5	160996812.2	4829904.366	123713339.9	6439812.488	168495119.9	8002765.519	206188899.8	8002765.519	206188899.8	10464792.79	268045569.8	10464792.79	268045569.8
24	85	160055310.4	4801659.312	128514999.2	6402212.415	171353332.3	8002765.519	214191665.4	8002765.519	214191665.4	10403595.17	278449165	10403595.17	278449165
25	84.5	159113808.6	4773414.257	133288413.5	6364552.342	177717884.6	7995690.428	222147355.8	7995690.428	222147355.8	10342397.56	288791562.5	10342397.56	288791562.5
26	84	158172306.7	4745169.202	138033382.7	6326892.269	184044776.9	7908616.337	230055971.1	7908616.337	230055971.1	10281199.94	299072762.5	10281199.94	299072762.5
27	83.5	157230804.9	4716924.147	142750506.8	6289232.196	190334009.1	7861540.245	237917511.4	7861540.245	237917511.4	10220002.32	309292764.8	10220002.32	309292764.8
28	83	156289303.1	4688679.092	147439185.9	6251572.123	196658581.2	7814465.154	245731976.5	7814465.154	245731976.5	10158804.7	319451569.5	10158804.7	319451569.5
29	82.5	155347801.3	4660434.038	152099620	6213912.05	202794993.3	7767390.063	253499366.6	7767390.063	253499366.6	10097607.08	329549176.6	10097607.08	329549176.6
30	82	154406299.4	4632188.983	156731808.9	6176251.977	208975745.3	7720314.971	261219681.6	7720314.971	261219681.6	10036409.46	339385586	10036409.46	339385586
31	81.5	153464797.6	4603943.928	161335752.9	6138591.904	215114337.2	7673239.88	268892921.4	7673239.88	268892921.4	9975211.844	349560797.9	9975211.844	349560797.9
32	81	152523295.8	4575698.873	165911451.7	6100931.831	221215269	7626164.789	276519086.2	7626164.789	276519086.2	9914014.226	359474812.1	9914014.226	359474812.1
33	80.5	151581794	4547453.819	170458905.6	6063271.738	227278540.7	7579089.698	284098175.9	7579089.698	284098175.9	9852816.607	369327628.7	9852816.607	369327628.7
34	80	150640292.1	4519208.764	174978114.3	6025611.685	23304152.4	7532014.606	291630150.5	7532014.606	291630150.5	9791618.888	379119247.7	9791618.888	379119247.7
35	79.5	149698790.3	4490963.709	1794969078	597951.612	2329292104	7484939.515	299115130.1	7484939.515	299115130.1	9730421.369	388849669.1	9730421.369	388849669.1
36	79	148757288.5	4462718.654	18393196.7	5950291.539	245242395.6	7437864.424	306552994.5	7437864.424	306552994.5	9669223.751	398518892.8	9669223.751	398518892.8
37	78.5	147815786.6	4434473.599	18836670.3	5874971.393	251155027	7390789.332	313943783.8	7390789.332	313943783.8	9608026.132	408126919	9608026.132	408126919
38	78	146874284.8	4406278.545	192772498.8	5837311.32	262867309.8	7343714.241	321287498	7343714.241	321287498	95485630.995	427159378.4	95485630.995	427159378.4
39	77.5	145932783	4377983.49	197150482.3	5837311.32	262867309.8	7296639.15	328584137.2	7296639.15	328584137.2	9485630.995	427159378.4	9485630.995	427159378.4
40	77	144991281.2	4349238.435	205810020.8	5799651.247	268666961	7249564.059	333833701.3	7249564.059	333833701.3	942433.276	445947047.3	942433.276	445947047.3
41	76.5	144039779.3	4321493.38	208501714.1	5761991.174	274828952.2	7202488.967	343036190.2	7202488.967	343036190.2	93632435.657	454594041.6	93632435.657	454594041.6
42	76	143108277.5	4293248.326	210114962.5	5724331.101	280153383.3	7155413.876	350191604.1	7155413.876	350191604.1	9302038.039	455249085.3	9302038.039	455249085.3
43	75.5	142166775.7	4265003.271	214379965.7	5686671.028	285839954.3	7108338.785	357299942.9	7108338.785	357299942.9	924080.42	464489925.8	924080.42	464489925.8
44	75	141225273.9	4236758.216	218616723.9	5649050.955	291488965.3	7061263.693	364361206.6	7061263.693	364361206.6	9179642.801	473669566.6	9179642.801	473669566.6
45	74.5	140285377.2	4208513.161	222825237.1	5611350.882	297100316.1	7014188.602	371375395.2	7014188.602	371375395.2	9118445.183	482788013.7	9118445.183	482788013.7

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.			
			3 centimos kwh entregado				4 centimos kwh entregado						5 centimos kwh entregado				6 centimos kwh entregado
	CASO 2,25MW	182756344,5	0,03				0,04						0,05				0,065
0		177273654,2	5318209,626	5318209,626	7090946,168	7090946,168	8863682,711	8863682,711	8863682,711	11522787,52	11522787,52	11522787,52	11522787,52	11522787,52	11522787,52	11522787,52	11522787,52
1	96,5	176359872,5	5290786,175	106099005,8	7054394,9	14145341,07	8817993,624	17681676,33	17681676,33	11663391,71	22986179,24	11663391,71	22986179,24	11663391,71	22986179,24	11663391,71	22986179,24
2	96	175446090,8	5263827,723	15872388,52	7017843,631	21163180,7	8772304,538	26453980,87	26453980,87	11403995,9	34390175,14	11403995,9	34390175,14	11403995,9	34390175,14	11403995,9	34390175,14
3	95,5	174523209	5235969,271	21108357,8	6981292,932	28144777,06	8726615,452	35180596,33	35180596,33	11344600,28	45734775,22	11344600,28	45734775,22	11344600,28	45734775,22	11344600,28	45734775,22
4	95	173618527,3	5208555,82	26316913,61	6944741,093	35089218,115	8680926,366	43861522,69	43861522,69	11288204,28	57019979,5	11288204,28	57019979,5	11288204,28	57019979,5	11288204,28	57019979,5
5	94,5	172704745,6	5181142,368	3149805,98	6901892,824	41997407,98	8635737,28	52496759,97	52496759,97	11225808,46	68245787,96	11225808,46	68245787,96	11225808,46	68245787,96	11225808,46	68245787,96
6	94	171790963,9	5153728,916	36651784,9	6871638,555	48886046,53	8589548,194	61086308,17	61086308,17	11166412,65	7941200,61	11166412,65	7941200,61	11166412,65	7941200,61	11166412,65	7941200,61
7	93,5	170877182,2	5126315,465	41778100,36	6835087,286	55704133,82	8543859,108	69630167,27	69630167,27	11107016,84	90519217,45	11107016,84	90519217,45	11107016,84	90519217,45	11107016,84	90519217,45
8	93	169963400,4	5098902,013	5098902,013	6798336,017	62502669,84	8498170,021	78128337,29	78128337,29	11047016,03	10156638,5	11047016,03	10156638,5	11047016,03	10156638,5	11047016,03	10156638,5
9	92,5	169049618,7	5071488,561	51948490,94	6761984,748	69264654,58	8452480,935	86580818,23	86580818,23	11255063,7	10988225,22	11255063,7	10988225,22	11255063,7	10988225,22	11255063,7	10988225,22
10	92	168135837	5044075,11	56992566,05	6725433,479	75990088,06	8406791,849	94987610,08	94987610,08	10928829,4	123483893,1	10928829,4	123483893,1	10928829,4	123483893,1	10928829,4	123483893,1
11	91,5	167222053,5	5016681,658	62009227,71	6688882,21	82678970,27	8361102,763	103348712,8	103348712,8	10869433,59	13435326,7	10869433,59	13435326,7	10869433,59	13435326,7	10869433,59	13435326,7
12	91	166308273,5	4989248,206	66998475,91	6652390,942	89331301,21	8315413,677	111664126,5	111664126,5	10810037,78	145163364,5	10810037,78	145163364,5	10810037,78	145163364,5	10810037,78	145163364,5
13	90,5	165394491,8	4961834,754	71960310,67	6615779,673	95947080,89	8269724,591	119933851,1	119933851,1	10750641,97	155914006,4	10750641,97	155914006,4	10750641,97	155914006,4	10750641,97	155914006,4
14	90	164480710,1	4934421,303	768494731,97	6579228,404	102526309,3	8224035,505	128157886,6	128157886,6	10691246,16	166605252,6	10691246,16	166605252,6	10691246,16	166605252,6	10691246,16	166605252,6
15	89,5	163566928,4	4907007,851	81801739,82	6506125,866	115575112,3	8132657,332	144468890,4	144468890,4	10631850,34	177237102,9	10631850,34	177237102,9	10631850,34	177237102,9	10631850,34	177237102,9
16	89	162653146,6	4879594,399	86681334,22	6506125,866	115575112,3	8132657,332	144468890,4	144468890,4	10572454,53	187809557,5	10572454,53	187809557,5	10572454,53	187809557,5	10572454,53	187809557,5
17	88,5	161739364,9	4852180,948	91533515,17	6469574,597	122044686,9	8086968,246	15255858,6	15255858,6	10513058,72	19832616,2	10513058,72	19832616,2	10513058,72	19832616,2	10513058,72	19832616,2
18	88	160825583,2	4824767,496	96358282,66	6433023,328	134847710,2	8041279,16	160597137,8	160597137,8	10459662,91	208776279,1	10459662,91	208776279,1	10459662,91	208776279,1	10459662,91	208776279,1
19	87,5	159911801,5	4797354,044	101155636,7	6396472,059	144874182,3	7995590,074	16859272,8	16859272,8	10394267,1	219170546,2	10394267,1	219170546,2	10394267,1	219170546,2	10394267,1	219170546,2
20	87	15898019,8	4769940,593	10592557,3	6359920,79	141234101,1	7949900,988	176542628,8	176542628,8	10334871,28	229505417,5	10334871,28	229505417,5	10334871,28	229505417,5	10334871,28	229505417,5
21	86,5	158084238	4742527,141	110668104,4	6323369,521	147557472,6	7904211,902	18446840,7	18446840,7	10275475,47	24996972,6	10275475,47	24996972,6	10275475,47	24996972,6	10275475,47	24996972,6
22	86	157170456,3	4715113,689	115383218,1	6286818,252	153844290,8	7858522,816	192305363,6	192305363,6	10126079,66	26996972,6	10126079,66	26996972,6	10126079,66	26996972,6	10126079,66	26996972,6
23	85,5	156256674,6	4687700,238	120070918,4	6250266,984	16094557,8	7812833,729	200118197,3	200118197,3	10156683,85	28028836,7	10156683,85	28028836,7	10156683,85	28028836,7	10156683,85	28028836,7
24	85	155342892,9	4660286,786	1247321205,2	6213715,715	166308273,5	7767144,643	207885341,9	207885341,9	10097288,04	270250944,5	10097288,04	270250944,5	10097288,04	270250944,5	10097288,04	270250944,5
25	84,5	154429111,1	4632873,334	129364078,5	6140613,177	178626051,2	7675766,471	223282564	223282564	9978496,412	290276333,1	9978496,412	290276333,1	9978496,412	290276333,1	9978496,412	290276333,1
26	84	153513329,4	4605459,883	13396938,4	6100061,908	184730113,1	7630077,385	230912641,3	230912641,3	9919100,6	300186433,7	9919100,6	300186433,7	9919100,6	300186433,7	9919100,6	300186433,7
27	83,5	152601547,7	4578046,431	138547884,8	6067510,639	190797623,7	7584388,299	238497029,6	238497029,6	9859704,788	310046138,5	9859704,788	310046138,5	9859704,788	310046138,5	9859704,788	310046138,5
28	83	151687766	4523219,528	147621437,3	6030959,37	196828583,1	7538699,213	246035728,8	246035728,8	9800308,976	319846447,5	9800308,976	319846447,5	9800308,976	319846447,5	9800308,976	319846447,5
29	82,5	150773984,3	4503632,979	143098217,8	5994408,101	202822991,2	7493010,126	253528739	253528739	9740091,164	329587560,7	9740091,164	329587560,7	9740091,164	329587560,7	9740091,164	329587560,7
30	82	149860202,5	4495806,076	152117243,4	5921305,563	214702156,6	7401631,954	260976060	260976060	9681517,352	339768878	9681517,352	339768878	9681517,352	339768878	9681517,352	339768878
31	81,5	148946420,8	4468392,624	156585636	5957856,832	208780848	7447321,04	26976060	26976060	9621212,54	348890999,6	9621212,54	348890999,6	9621212,54	348890999,6	9621212,54	348890999,6
32	81	148032639,1	4440979,173	161026615,2	5921305,563	214702156,6	7401631,954	260976060	260976060	9562725,728	358453725,3	9562725,728	358453725,3	9562725,728	358453725,3	9562725,728	358453725,3
33	80,5	147118857,4	4413565,721	165440180,9	5884754,294	220866907,9	7355942,868	275733634,8	275733634,8	9503329,916	367957055,2	9503329,916	367957055,2	9503329,916	367957055,2	9503329,916	367957055,2
34	80	146205705,6	4386152,269	16982633,2	5848203,026	226435110,9	7310253,782	283043888,6	283043888,6	944390995,3	377400989,3	944390995,3	377400989,3	944390995,3	377400989,3	944390995,3	377400989,3
35	79,5	145291293,9	4358738,817	174185072	5811651,575	232246012,4	7264564,696	290308453,3	290308453,3	944390995,3	386785527,6	944390995,3	386785527,6	944390995,3	386785527,6	944390995,3	386785527,6
36	79	14437512,2	4331325,366	178516397,4	5775100,488	238021863,1	7218875,61	297527328,9	297527328,9	9384538,293	386785527,6	9384538,293	386785527,6	9384538,293	386785527,6	9384538,293	386785527,6
37	78,5	143463730,5	4303931,914	182823039,3	5738549,219	243760412,4	7173186,523	304700515,4	304700515,4	9325142,481	396110670,1	9325142,481	396110670,1	9325142,481	396110670,1	9325142,481	396110670,1
38	78	142549948,7	4276498,462	187096807,7	5701997,956	24994210,3	7081808,351	318909821,2	318909821,2	9265305,857	414582767,6	9265305,857	414582767,6	9265305,857	414582767,6	9265305,857	414582767,6
39	77,5	141636167	4249085,011	191345892,7	5665446,681	255127857	7081808,351	318909821,2	318909821,2	9206305,857	414582767,6	9206305,857	414582767,6	9206305,857	414582767,6	9206305,857	414582767,6
40	77	140722385,3	4221671,559	19567564,3	5628895,143	266549096,5	7036119,265	325945940,5	325945940,5								

100MW

VARIACIÓN MENSUAL		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PERDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0	97	199909855,2	5997295,657	5997295,657	7996394,21	7996394,21	9995492,762	9995492,762	12994140,59	12994140,59
1	96,5	198879392,1	5966381,762	11963677,42	7955175,683	15951569,89	9943969,604	19939462,37	12927160,48	25921301,08
2	96	197849128,9	5935467,867	17899145,29	7913957,156	23865527,05	9892446,445	29831908,81	12860180,38	38781481,45
3	95,5	196818465,7	5904553,972	23803699,26	7872738,629	31738265,68	9840923,287	39672832,1	12793200,27	51574681,73
4	95	195788002,6	5873640,077	29677339,34	7831520,102	39569785,78	9789400,128	49462232,23	1272620,17	64300901,89
5	94,5	194757539,4	5842726,182	35520065,52	7790301,576	47360087,36	9737876,97	59200109,2	12659240,06	76960141,95
6	94	193722076,2	5811812,287	41331877,8	7749083,049	55109170,41	9686353,811	68886463,01	12592259,95	89552401,91
7	93,5	192696613	5780898,391	47112776,2	7707864,522	62817034,93	9634830,652	78521293,66	1252579,85	10207681,8
8	93	19166149,9	5749984,496	52862760,69	766645,995	7825427,468	9583307,494	88104601,15	12455981,5	11455981,5
9	92,5	190635686,7	5719070,601	5881831,29	7625427,468	78109108,39	9531784,335	97636385,49	12391319,64	126927301,1
10	92	189605223,5	5688156,706	64269988	7584208,941	85693317,33	9480261,177	107116646,7	1232439,53	139251640,7
11	91,5	188574760,4	5657242,811	69927230,81	75553559,73	922645,384	9428739,018	116545384,7	12257359,42	151509000,1
12	91	187544297,2	5626328,916	75553559,73	7501771,888	100738079,6	9377214,86	125922599,5	12190379,32	163699379,4
13	90,5	186513834	5595415,021	81148974,75	7460553,361	1081198633	9325691,701	135248291,2	12123399,21	175822778,6
14	90	185483370,8	5564501,125	86713475,87	7419334,834	115617967,8	9274168,542	144522459,8	12056419,11	187879197,7
15	89,5	184452907,7	5533587,23	92247063,1	7378116,307	122996084,1	9222645,384	153745105,2	11989439	199868636,7
16	89	18342244,5	5502673,335	97749736,44	7336897,78	130332981,9	9171122,225	162916227,4	11922458,89	211791095,6
17	88,5	182391981,3	5471759,44	103221495,9	7295697,253	137628661,2	9119599,067	172035826,5	11855478,79	223646574,4
18	88	181361518,2	5440845,545	108662341,4	7254460,727	144883121,9	9068075,908	181103902,4	11788498,68	235435073,1
19	87,5	180331055	5409931,65	114072273,1	7213242,2	152096364,1	9016552,75	19012045,1	11721518,57	24716591,7
20	87	179300591,8	5379017,755	119451290,8	7172023,673	159266837,8	8965029,591	199085484,7	11654538,47	25881130,1
21	86,5	178270128,6	5348103,859	124799394,7	7130805,146	166399192,9	8913506,432	207998991,1	1158758,36	270398686,5
22	86	177239665,5	5317189,964	130116584,7	7089586,619	173488779,5	8861983,274	216860974,4	11520578,26	281919266,7
23	85,5	176209202,3	5286276,069	13540260,7	7048368,092	180537147,6	8810460,115	225671434,5	11453598,15	293372864,9
24	85	175178739,1	5255362,174	140658222,9	7007149,565	187544297,2	8707413,798	234430371,5	11386618,04	304759482,9
25	84,5	174148276	5224448,279	145882671,2	6965931,039	194510228,2	8604367,481	243137785,3	11319637,94	316079120,9
26	84	17311812,8	5193534,384	15107605,6	6924712,512	201434940,7	8555890,64	251793675,9	11252657,83	327331778,7
27	83,5	172087349,6	5162620,489	156238826	6883493,985	20831834,7	852844,322	268950887,7	11185677,73	338517456,4
28	83	171056886,4	5131706,593	16137053,6	6842275,458	215160710,2	852844,322	268950887,7	11185677,73	338517456,4
29	82,5	170026423,3	5100792,698	166471325,3	6801056,931	22196167,1	8501321,164	277452208,9	11051717,51	360687871,6
30	82	168995960,1	5069878,803	171541204,1	6759388,404	228721605,5	8449798,005	285902006,9	10984737,41	371672609
31	81,5	167965496,9	5038964,908	176580169	6718619,877	235440225,4	8398274,847	294300281,7	10911757,3	382590366,3
32	81	166935033,8	5008051,013	181588220,1	667401,351	242117626,7	8346751,688	302647033,4	10850777,19	393441143,5
33	80,5	165904570,6	4977137,118	18656597,2	6636182,894	248753809,6	8295228,53	310942262	1078397,09	404224940,6
34	80	164874107,4	4944623,223	191551580,4	6594964,297	255349251,6	8243705,371	319185967,3	10716816,98	414941757,5
35	79,5	163843644,2	4913309,327	196426889,7	6553745,777	261902519,6	8192182,212	327378149,5	10649836,88	425591594,4
36	79	162813181,1	4884395,432	201311285,2	6512521,243	268415046,9	8140659,054	335518808,6	10582856,77	436174451,2
37	78,5	161827719,9	4853481,537	20616466,7	6471308,716	274888655,6	8089135,895	343607944,5	10518716,66	446690327,8
38	78	160752254,7	4822567,642	210987334,3	6430090,189	281316445,8	8037612,737	351645557,2	10448896,56	457139224,4
39	77,5	159721791,6	4791653,747	215778988,1	6388871,663	287705317,4	7986089,578	359631646,8	10381916,45	467521140,9
40	77	158691328,4	4760739,852	220559272,9	6347653,136	294052970,6	7934566,42	367566213,2	10314936,35	477836077,2
41	76,5	157660865,2	4729825,957	225269553,9	6306434,609	300359405,2	7883304,261	375449256,5	10247956,24	488084033,4
42	76	156630402	4698912,061	229968466	6265216,082	306624621,3	7831520,102	383260776,6	10180976,13	498265009,6
43	75,5	155599398,9	4667998,166	234696644,1	622369664,1	312848618,8	7779396,944	391060773,5	10113996,03	508379005,6
44	75	154569475,7	4637084,271	239273548,4	6182779,028	319031397,9	7728473,785	398789247,3	10047015,92	518426021,5
45	74,5	153539012,5	4606170,376	243879718,8	6141560,501	325172958,4	7676950,627	406466198	9980035,815	528406057,3

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6 centimos kwh entregado				
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0		192756690,2	5782700,712	5782700,712	7710267,616	7710267,616	9637834,52	9637834,52	12529184,88	12529184,88
1	96,5	191763099,4	5752892,976	1153593,69	7670523,968	13380791,58	9588154,96	19225989,48	12666601,45	24993786,32
2	96	190769508	5723085,241	17258678,93	7630780,321	23011571,9	9538475,401	28764464,88	12400018,02	37393804,35
3	95,5	189751916,8	5693277,505	22951956,43	7591036,673	30602608,58	9488795,842	38253260,72	1233424,59	49729238,94
4	95	188782325,6	5663469,769	28615426,2	7551293,026	38153901,6	9439116,282	47692377,01	12270851,17	62000909,11
5	94,5	187788734,5	5633667,034	34249088,24	7515149,378	45656450,98	9389436,723	57081813,73	1220267,74	7420637,85
6	94	186795143,3	5603854,298	39952942,53	7471805,731	53137256,71	9339757,163	66425170,897	12141684,31	86348042,16
7	93,5	185801552,1	5574046,562	45426989,1	7432062,083	60569318,8	9290077,604	75711648,5	12077100,89	98425143,04
8	93	184807960,9	5544238,827	5097127,92	7392318,436	67961637,23	9240398,045	84952046,54	12012517,46	110437660,5
9	92,5	183814369,7	5514431,091	56485659,02	7352574,788	75312831,141	9141038,926	94142765,03	1184283804	11883350,6
10	92	182820778,5	5484623,356	61970282,37	7312831,141	82627043,16	9091359,367	112375163,3	11818767,18	146087712,3
11	91,5	181827187,3	5454815,62	67425097,99	7273087,493	89900130,65	9041679,807	121416843,1	11754183,75	157841896,4
12	91	180833596,1	5425007,884	72850105,88	7233343,846	97133474,5	8942320,688	139351164,1	11625016,89	181156513,3
13	90,5	179840005	5395200,149	78245306,02	7193600,188	104327074,7	8992000,248	130408843,4	11689600,32	169551496,4
14	90	178846413,8	5365392,413	83610698,44	7153856,551	111480931,2	8942320,688	139351164,1	11625016,89	181156513,3
15	89,5	177852822,6	5335584,677	88946283,11	7114112,903	118595044,2	8892641,129	148243805,2	11560433,47	192716946,7
16	89	176859231,4	5305776,942	94252060,06	7074369,256	135669413,4	8842961,57	157086766,8	11495850,04	204212796,8
17	88,5	175865640,2	5275969,206	99528029,26	7034625,608	132704039	8793282,01	165880048,8	11431266,61	215640463,4
18	88	1748772049	5246161,471	104774190,7	6994881,961	139669892,1	8743602,451	174623651,2	11366683,16	227010746,6
19	87,5	173878457,8	5216353,735	109990544,5	6955138,313	146654059,3	8693922,892	183317574,1	11302099,76	238312846,3
20	87	172884866,6	5186545,999	115177090,5	6915394,666	153569454	8644243,332	191961817,4	11237516,33	249550362,7
21	86,5	171891275,5	5156738,264	12033828,7	6875651,018	160445105	8594563,773	200556381,2	11172932,9	260723299,6
22	86	170897684,3	5126930,528	12546079,3	6839507,371	167281012,3	8544884,213	209110265,4	11108349,48	271831645,1
23	85,5	169904093,1	5097122,792	130557882,1	6796163,723	174077176,1	8495204,654	217596470,1	11043766,05	282875411,1
24	85	168910501,9	5067315,057	135625197,1	6756420,076	180833596,1	8445525,095	226041995,2	10979182,62	293854593,7
25	84,5	167916910,7	5037507,321	140662704,4	6716676,428	187550272,6	8346165,976	234437840,7	1091459,2	304769192,9
26	84	166923319,5	5007699,586	1456770404	6676932,781	194227205,4	8346165,976	242784006,7	10850015,77	315619208,7
27	83,5	165929278,3	4977891,85	150648295,9	6637189,133	200864394,5	8296486,416	251080493,1	10785432,34	326604641
28	83	164936137,1	4948084,114	155956380	6597445,486	207461840	8246806,857	259327300	10720848,91	337125490
29	82,5	163942546	4918276,379	160514656,4	6557701,838	214019541,8	8197127,298	267524427,3	10656265,49	34781755,4
30	82	162948954,8	4888468,643	165403125	6517958,191	220537500	8147447,738	275671875	10591682,06	358373437,5
31	81,5	16195363,6	4858660,907	170261785,9	6478214,543	227015714,5	8097768,179	283769643,2	10527098,63	36890036,1
32	81	160961772,4	4828853,172	175090639,1	6438470,896	233454185,4	8048088,62	291817731,8	10462515,21	379363054,3
33	80,5	159968181,2	4799045,436	179889684,5	6398727,248	239852912,7	7998409,06	299816140,9	10397931,78	389760983,1
34	80	158974590	4769237,701	184638922,2	6358983,601	246211896,3	7948729,501	307764870,4	10333348,35	400094331,5
35	79,5	157983816,5	4739429,965	189398552,2	6319239,953	25231136,2	7899490,941	315663920,3	10268394,3	410363096,6
36	79	156987407,6	4709622,229	194107974,4	6279496,306	258810632,5	7849370,382	323513290,7	10204181,5	420567277,9
37	78,5	155993816,5	4679814,494	198787788,9	6239752,86	26550385,2	7799690,823	331312981,5	10139598,07	430706876
38	78	155000225,3	4650006,758	203437959,7	6200090,011	271406959,6	7750011,263	33962992,8	1007501,464	440781890,6
39	77,5	154006634,1	4620199,022	208057994,7	6160265,363	277410695,6	7700331,704	346763324,5	1001041,22	450792321,8
40	77	153013042,9	4590391,287	212648386	6120521,716	283531181,3	7650562,145	354413976,6	998413976,6	460738169,6
41	76,5	152025860,5	4560583,551	212648386	608078,068	289611959,4	7600992,585	362014949,2	99481664,361	470619434
42	76	151025860,5	453075,815	221739745,3	6041034,421	295652993,8	7551293,026	369566249,2	9816880,934	480436114,9
43	75,5	150032269,3	4500968,08	226240713,4	6001290,773	301654281,6	7501613,466	377067855,7	9796188212,4	490188212,4
44	75	149038678,1	4471160,344	230771837,8	5961547,126	307615831,7	7451933,907	384519789,6	9687514,079	49987526,5
45	74,5	148045087	4441352,609	235153226,4	5921803,478	313537635,2	7402254,348	391922044	9622930,652	509486657,1

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6.5centimos kwh entregado				
ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
0										
1	96.5	186117127.3	5612443.942	5612443.942	7483258.589	9354073.237	9354073.237	12160295.21	12160295.21	12160295.21
2	96	185152789.8	5583513.819	11195957.76	7444685.092	14927943.68	9305856.364	18659929.6	12097613.27	24257908.48
3	95.5	184188452.4	5525653.572	16705041.46	7406111.594	2234005.27	9257639.492	27917569.09	12034931.34	36292839.82
4	95	183224114.9	5496723.448	22276195.03	7367538.096	2970159.37	37126991.71	11972249.41	11972249.41	48265089.23
5	94.5	182259777.5	5467793.325	27772918.48	7328964.598	3703055.97	9161205.747	46288197.46	11909567.47	60174656.7
6	94	181295440.1	5408933.078	33240711.8	7290391.1	44302094.07	9112988.875	55401186.34	11846885.54	72021542.24
7	93.5	180331102.6	5409933.078	38679575	7251817.602	5152766.67	9064772.003	64465958.34	11784203.6	83805745.84
8	93	179366765.2	5381002.955	44089508.08	7213244.104	5878601.077	9016555.13	73482513.47	11721521.67	95527267.51
9	92.5	178402427.7	5352072.831	54822583.87	7136097.108	6596861.38	8968338.258	82450851.73	11658839.74	107186107.2
10	92	177438090.3	5323142.708	60145726.57	7097523.611	80194302.1	8871904.513	100242877.6	11533475.87	11533475.87
11	91.5	176473752.8	5294212.585	6543999.16	7058950.113	87235252.21	8832687.641	109066565.3	11470793.93	11470793.93
12	91	175509415.4	5265282.461	70705221.62	7020376.615	94273628.83	8775470.769	117842036	11408112	135194646.8
13	90.5	174545077.9	5236352.338	75941573.96	6981803.117	101255431.9	8727253.896	126569289.9	11345430.06	164540076.9
14	90	173580740.5	5207422.214	81148996.17	6943292.619	10819861.6	8679037.024	135248327	11282748.13	17582825
15	89.5	172616403	5178492.091	86327488.26	6904656.121	115103317.7	8630820.151	143879147.1	11220066.2	187042891.2
16	89	171652065.6	5149561.967	91477050.23	6866082.623	121969400.3	8582603.279	152461750.4	11157384.26	198200775.5
17	88.5	170687728.1	5120631.844	96597682.07	6827509.125	128796909.4	8534386.407	160996136.8	11094702.33	209294977.8
18	88	169723390.7	5091701.721	106789383.8	6788935.8	135585845.1	8486169.534	169482306.3	11030200.39	220326998.2
19	87.5	168759053.2	5062771.597	106752155.4	6750362.13	142336207.2	8437952.662	177920259	1096938.46	231296336.7
20	87	167794715.8	5033841.474	111785996.9	6711788.632	149047959.8	8389735.79	18630994.8	10906659.48	242202993.2
21	86.5	166830378.3	5004911.35	116790908.2	6673215.134	155721211	8341518.917	194651513.7	10843974.59	253046667.8
22	86	165866404.9	4975981.227	121766889.4	6634641.636	162335852.6	8293302.045	202944815.7	10781292.66	26382260.5
23	85.5	164901703.5	4947051.104	126713940.5	6596068.138	168951920.7	8245085.173	211189900.9	10718610.72	274546871.2
24	85	163937366	4918120.98	131632061.5	6557494.64	175509415.4	8196868.3	219386769.2	10655928.79	285202800
25	84.5	162973028.6	4889190.857	13652152.4	6518921.142	182028336.5	8148651.428	22753420.6	10593246.86	29579604.8
26	84	162008691.1	4860260.733	141381513.1	6480347.644	188508684.2	8100434.556	235635855.2	10530564.92	306326611.8
27	83.5	161044353.7	4831330.61	146212843.7	6441774.147	194950458.3	8052217.683	243688072.9	10467882.99	316794494.7
28	83	160080016.2	4802400.486	151015244.2	6403200.649	20135365.9	8004000.811	25192073.7	10405201.05	327199695.8
29	82.5	159116678.8	4773470.363	155788714.6	6364627.151	207178286.1	7955783.938	259647857.6	10345214.9	337542214.9
30	82	158151341.3	4744540.24	160533254.8	6326053.653	214044393.8	7907567.066	26755424.7	10279837.19	347822052.1
31	81.5	157187003.9	4715610.116	165248864.9	6287480.155	220318319.9	7859350.194	275414774.9	10217155.25	358039207.4
32	81	156272666.4	4686679.993	169255444.9	6248906.657	226580726.6	7811133.321	283225908.2	10154473.32	368193680.7
33	80.5	155258329	4657749.869	174593294.8	6210333.159	232791059.7	7762916.449	290988824.7	10091791.38	378285472.1
34	80	154293991.5	4628819.746	17922114.5	6171759.661	238962819.4	7714699.577	298703524.2	10029109.45	388314581.5
35	79.5	153329654.9	4599889.623	183822004.2	6133198.163	245209609.6	7666482.704	306370006.9	9966427.516	398281009
36	79	152365316.6	4570939.499	188392963.7	6094612.666	251190618.2	7618265.832	313988272.8	9903745.582	40818454.6
37	78.5	151400979.2	4542029.376	192934993	6056039.168	257246657.4	7570048.96	321558321.7	9841063.648	418025818.3
38	78	150436641.7	4513099.252	197448092.3	6017465.67	26024015.2	7521832.087	329080153.8	9778804.000	427804200
39	77.5	149472304.3	4484169.129	20193261.4	5978892.172	26924015.2	7473615.215	336553769	9715699.779	437519899.7
40	77	148507966.9	445239.006	206387500.4	5940318.674	275183333.9	7425398.343	343979167.4	9653017.845	447172917.6
41	76.5	147543629.4	4426308.882	210813809.3	5901745.176	281085039.9	7377181.47	351336348.8	9590335.911	456763253.5
42	76	146579292	4397378.759	215211188.1	5863171.678	28694850.8	7328964.998	35868513.4	9527653.977	466290907.5
43	75.5	145614954.5	4368448.635	219579636.7	5824598.18	292772848.9	7280747.726	365966061.2	9464972.043	475755879.5
44	75	144650617.1	4339518.512	223919155.2	5786024.683	298558873.6	7232530.853	373198592	9402290.109	485158169.6
45	74.5	143686279.6	4310588.388	228229743.6	5747451.183	304306324.8	7184313.981	380382906	9339608.175	494497777.8

100MW

SEGUIMIENTO		3 centimos kwh entregado		4 centimos kwh entregado		5 centimos kwh entregado		6,5centimos kwh entregado		
AÑO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.
	CASO 1,3MW	2662,18079,4	0,03		0,04		0,05		0,065	
0	97	258231537	7746946,11	7746946,11	10329261,48	10329261,48	12911576,85	12911576,85	16785049,9	16785049,9
1	96,5	256900446,6	7707013,398	15453959,51	10276017,86	20605279,34	12845022,33	25756599,18	16698529,03	33483578,93
2	96	255568356,2	7667080,686	23121040,19	10222774,25	30828053,59	12778467,81	38535066,99	16612008,15	50095587,08
3	95,5	254238256,8	7627147,974	30748188,17	1016950,63	40997584,22	1271913,29	51246980,28	1652687,28	66621074,36
4	95	252907175,4	7587215,262	38333403,43	10116287,02	51113871,24	12645358,77	63892399,05	1648986,4	83060040,76
5	94,5	251576085	7547282,55	45882685,98	1006304,4	61176914,64	12578804,25	76471143,3	16352445,53	99412486,29
6	94	25024994,6	7507349,838	53390055,82	1000979,78	71186714,42	12512249,73	88883393,03	16265924,65	115678410,9
7	93,5	248913904,2	7467417,126	60857452,94	9956556,168	81143270,59	12445695,21	101429088,2	16179403,77	131857814,7
8	93	24782813,8	7427484,414	68284937,36	9903312,552	91046583,14	12379140,69	113808228,9	16092882,9	147950697,6
9	92,5	24651733,4	7387551,702	75672489,06	9850068,937	100896652,1	12312586,17	126120815,1	16006362,02	163957059,6
10	92	244920633	7347618,99	83020108,05	9796825,321	100896652,1	12246031,65	138366846,8	15919841,15	179876900,8
11	91,5	243589542,6	7307686,279	90327794,33	9743581,705	120437059,1	12179477,13	150546323,9	15833320,27	195710221
12	91	242258452,2	7267753,567	9795547,9	9690338,089	130127397,2	12112922,61	162659246,5	15746799,39	211457020,4
13	90,5	240927361,8	7227820,855	104823368,8	9637094,473	139764491,7	12046368,09	174705614,6	15660278,52	227117299
14	90	239596271,4	7187888,143	112011256,9	9583850,857	149348342,5	11979813,57	186685428,2	15573757,64	242691056,6
15	89,5	238265181	7147955,431	119159212,3	9530607,241	158878949,8	11913259,05	198598687,2	15487236,77	258178293,4
16	89	236934090,6	7108022,719	126267235	9477363,625	168356313,4	11846704,53	210445391,7	15400715,89	273579009,3
17	88,5	235603000,2	7068090,007	133335325,1	9424120,01	177780433,4	11780150,01	22225541,8	15314195,02	288893204,3
18	88	234271909,8	7028157,295	140363482,3	9370876,394	187151309,8	11713395,49	233939137,2	15227674,14	304120878,4
19	87,5	2329240819,4	6988242,583	147351706,9	9317632,778	196468942,6	11647040,97	245586178,2	15141153,26	319276231,7
20	87	231609729	6948291,871	154299998,8	9264389,162	20573331,7	11580486,45	257166664,7	15054632,39	334316664,1
21	86,5	230278638,7	6868426,448	16208358	9211145,936	2149477,3	11513931,93	268680596,6	14968111,51	349284755,6
22	86	228947548,3	6828493,736	168076784,4	9157901,546	224102329,2	11447377,41	280127974	14881590,64	36166566,2
23	85,5	227616457,9	6828493,736	174905278,1	9104658,314	23207037,5	11380822,89	29150879,6	14795069,76	378961436
24	85	226285367,5	6788561,024	181693839,2	9051414,698	242258452,2	11314268,37	302823063,3	14708548,88	393669984,9
25	84,5	224954277,1	6748628,312	188442467,5	8998171,083	251256623,3	11247713,85	314070779,1	14622028,01	408292012,9
26	84	223623186,7	6708695,6	19515163,1	8944927,467	26020150,8	11181159,33	325251938,5	14535507,13	422827520
27	83,5	222292096,3	6668762,888	201819926	8891683,851	277931674,9	11114604,81	336366543,3	14448986,26	437276506,3
28	83	220961005,9	6628830,176	22084487,56,1	8838440,235	2867931674,9	11048050,29	347414593,6	14362465,38	451638971,6
29	82,5	2196291915,5	6588897,464	215037653,6	8785196,619	286716871,5	10981495,77	358396089,3	14275944,51	465914916,1
30	82	218298825,1	6548964,752	221586618,4	8731953,003	291448824,5	10914941,25	369311030,6	14189423,63	480104339,8
31	81,5	216967734,7	6509032,04	228095650,4	8678709,387	304127533,9	10848386,73	380159417,3	14102902,75	494207242,5
32	81	215636644,3	6469099,329	234564749,7	8625465,771	312752999,6	10781832,21	390941249,5	14016381,88	50823624,4
33	80,5	21430553,9	6429166,617	240993916,3	8572222,156	31752921,8	10715277,69	401656527,2	13925986,1	522153485,4
34	80	212974463,5	6389233,905	247338150,3	8518978,54	329844200,3	10648723,17	412305250,4	13843340,13	535996622,5
35	79,5	211643373,1	6349301,193	253732451,4	8465734,924	338309935,3	10582168,65	422887419,1	13756819,25	549753644,8
36	79	210312282,8	6309368,481	260041819,9	8412491,308	346722426,6	10515614,13	43340303,2	13670298,38	564423942,3
37	78,5	208981192,3	6269435,769	266311355,7	8359247,692	355081674,3	10449059,62	443852092,8	13583777,5	57700720,7
38	78	207650101,9	6229503,057	272540758,8	8306004,076	363387678,3	10382505,1	454234597,9	13497256,62	590504977,3
39	77,5	206319011,5	6188570,345	278730329,1	8252760,46	371640438,8	10315950,58	464550548,5	13410735,75	603915713
40	77	204987921,1	6149637,633	284879966,7	8199516,844	379839955,6	10249396,06	474799944,5	13324214,87	617299927,9
41	76,5	203656830,7	6109704,921	290989817,7	8146273,229	387868228,9	10182841,54	484982786,1	132327694	630477621,9
42	76	202325740,3	6029839,498	297059443,9	8093029,613	396079258,5	10116287,02	495096073,1	13151173,12	6436348795
43	75,5	200994649,9	6029839,498	303089283,4	8039785,997	404119044,5	10049732,5	50514880,5	13064652,24	656693447,3
44	75	199663559,5	5988906,786	306079190,1	7986542,381	4121105986,9	9983177,976	515131983,6	12978131,37	66667178,6
45	74,5	198332469,1	5949974,074	315029164,2	7933298,765	420038885,6	9916623,456	525048607	12891610,49	682563189,1

100MW

ANO	RENDIMIENTO	ENERGIA ANUAL TOTAL DESCONTADAS PÉRDIDAS EN KWH	3 centimos kwh entregado	4 centimos kwh entregado	5 centimos kwh entregado	6 centimos kwh entregado				
ANO	RENDIMIENTO	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.	DINERO INGR.	DINERO ACUM.			
0		241660593,1	7249817,792	7249817,792	9666423,723	9666423,723	12083029,65	15707938,55	15707938,55	
1	96,5	240414919,9	7212447,597	14462265,39	9616596,796	19283802,052	12020766	24103775,65	15626969,79	31334908,34
2	96	239169246,8	7175077,403	21637342,79	9566769,87	28849790,39	11958462,34	36062237,99	15546001,04	46880909,38
3	95,5	237929573,6	7137072,008	28775050	9616942,944	38366733,33	11896178,68	47958416,67	15463941,67	62345941,67
4	95	236677900,4	710037,013	3587387,01	9467116,017	47833849,35	11833895,02	59729311,69	15384063,53	77730005,19
5	94,5	23543227,3	7062966,818	4293383,83	9412989,091	5725138,44	11771611,36	71563923,05	15303094,77	93033099,97
6	94	234186554,1	7025596,623	49969950,45	9367462,164	66618600,61	11709327,71	83273250,76	15222126,02	108255226
7	93,5	232940880,9	6988226,428	56952176,88	9317653,238	75936235,84	11647044,05	94920294,8	15141157,26	123396383,2
8	93	231695207,8	6950856,234	6390303,12	9267808,312	8520404,15	11584760,39	10650505,2	15060188,51	138456571,8
9	92,5	230449534,6	6913486,039	70816519,15	9168154,459	94422476,73	11522476,73	118027531,9	14979219,75	15435791,5
10	92	229203861,5	6876115,844	77692635	9118327,532	103590180	11460193,07	129487725	14898251	168334042,5
11	91,5	227958188,3	6838745,649	84531380,65	9118327,532	112708507,5	11397909,42	140885634,4	14812782,24	183151324,7
12	91	226712515,1	6801375,454	91332756,1	9068500,606	121777008,1	11335625,76	152221260,2	14736313,48	197887638,2
13	90,5	225466842	6764005,26	98096761,36	9018673,68	130795681,8	1127342,1	163494602,3	14655344,73	212542983
14	90	224221168,8	6726635,065	104823396,4	8968846,753	13976254,6	11211058,44	174705660,7	14574375,97	227117358,9
15	89,5	222975495,7	6689264,87	111512661,3	8919019,827	148683548,4	11148774,78	185854435,5	14493407,22	241610766,1
16	89	221729822,5	6651894,675	118164556	8869192,9	157552741,3	11086491,13	196940926,6	14412438,46	256073204,6
17	88,5	220484149,3	6614524,48	124779080,5	8819365,974	166372107,3	11024207,47	207965134,1	14331469,71	270354674,3
18	88	219238476,2	657154,286	131356234,7	8719712,121	175141646,3	10961923,81	218927057,9	14250500,95	284605175,3
19	87,5	21792803	6539784,091	137896018,8	8719712,121	183861358,4	10899640,15	229826698	14169532,2	298774707,5
20	87	216747129,9	6502413,896	144398432,7	8669885,195	192531243,6	10837356,49	240664054,5	14088563,44	312863270,9
21	86,5	215501456,7	6465043,701	150863476,4	8620058,268	201151301,9	10775072,84	251439127,4	14007594,69	326870865,6
22	86	214255783,5	6427673,506	15729149,9	8570231,342	209121533,2	10712789,18	262151916,6	13926625,93	340797491,5
23	85,5	213010110,4	6390303,312	16681453,2	8520404,415	218241937,7	10650505,52	272802422,1	13845657,18	354643148,7
24	85	211764437,2	6352933,117	170034386,4	8470577,489	226712515,1	10588221,86	283390643,9	13764688,42	368407837,1
25	84,5	210518764,1	6315562,922	17634949,3	8420750,563	235133265,7	10463654,55	293916582,1	13683719,66	382091556,8
26	84	209273090,9	6278192,727	182628142	8370923,636	243504189,3	10278952,6	304380236,7	135954307,7	395669407,7
27	83,5	208027417,7	6240822,532	18888864,5	8321442,857	251825286,1	1021370,89	314781607,6	13521782,15	409216089,8
28	83	206781744,6	6203452,338	195072416,9	8271269,783	26096555,8	1039087,23	325120694,8	13440813,4	422656505,2
29	82,5	205536071,4	6166682,143	201238499	8221442,857	268317998,7	10276803,57	335397498,4	13359844,64	436016747,9
30	82	204290398,3	6128711,948	207367211	8321096,71	276489614,6	10214519,91	345612018,3	13278875,89	449295623,8
31	81,5	203044725,1	6091341,753	21348552,7	8121789,004	28461401,6	10152236,26	355764254,5	13197907,13	46249330,9
32	81	201799051,9	6053971,558	219512524,3	8071962,078	292683365,7	1008995,26	365854207,1	13116938,38	475610469,3
33	80,5	20055378,8	6016601,364	225529125,6	8022135,151	300705500,9	10027668,94	375881876,1	13035969,62	488646438,9
34	80	199307705,6	5979231,169	231508356,8	7927308,225	308677809,4	9965385,281	385847261,4	12955000,87	501601439,8
35	79,5	198062032,5	5941860,974	237450217,8	7922481,289	316660290,4	9903101,623	395750363	128745471,9	514475471,9
36	79	196816359,3	5904490,779	243354708,6	7872654,372	324472944,8	9840817,965	405591180,9	12793063,35	52726835,2
37	78,5	195570686,1	5867120,584	249221829,2	7828282,446	332292772,2	9778534,307	413669715,3	12712094,6	53990629,8
38	78	194325201,3	5829750,39	255051529,5	7773000,515	340068772,7	9716250,649	425085965,9	126311755,74	552611755,7
39	77,5	193079399,8	5792380,195	260843959,7	7723173,593	347791946,3	9653966,991	434739932,9	12550157,09	565161912,8
40	77	191833666,7	57555010	266598966,7	76733346,669	355465293	9529399,675	444361616,2	12469188,33	579019320,7
41	76,5	190582993,5	5717639,805	272716609,5	7623519,74	363088812,7	9519399,675	453861015,9	123881920,7	59019320,7
42	76	189342320,3	5680269,61	27796689,2	7573892,814	370662505,5	9467116,017	463328131,9	12307250,82	602326571,5
43	75,5	188096647,6	5642899,416	283659778,6	7523865,887	378186371,4	9404832,359	472732964,3	12226282,07	614452855,6
44	75	186865097,4	5605529,221	289245507,8	7474038,961	385660410,4	93424548,701	482075513	12145313,31	626698166,9
45	74,5	185605300,9	5568159,026	294813466,8	7424212,035	393084622,4	9280265,043	491335778	12064344,56	638762511,4

10-SECCIONES CABLEADO:

Seguendo la normativa REBT ITC-BT-40 mencionada en el apartado de normativa técnica se procederá al cálculo de la sección del cable aplicando el criterio de caída de tensión y el criterio para intensidad máxima admisible.

El cable a utilizar será el P-SUN de PRYSMIAN.

TRAMO STRINGS- CAJA CONEXIONES:

$$I' = \frac{(\lambda \cdot I)}{(F_c)}$$

Siendo:

λ el factor 1,25 obligatorio por el REBT ITC-BT-40

I la intensidad de la línea(A)

F_c el factor de corrección aplicado

$$I' = \frac{(\lambda \cdot 8,58)}{(0,9 \cdot 0,9)} = 13,24 \text{ A}$$

Los factores de corrección aplicados se han elegido para un sistema de instalación C y según las recomendaciones de PRYSMIAN.

Además, para la tabla de intensidades máximas admisibles se ha tenido en cuenta la nueva norma **UNE-HD 60364-5-52** que anula y sustituye la norma de referencia UNE 20460-5-523:2004. Es de interés mencionar que las nuevas modificaciones son leves y en su mayoría más permisivas que en la UNE 20460-5-523:2004.

$$S = \frac{(L \cdot I)}{(\gamma \cdot E)}$$

Siendo:

L la longitud de la línea(m)

I Intensidad de la línea(A)

γ Conductividad del cobre(m/ Ω .mm²)

E Caída máxima permitida para el tramo L

Se aplicará el mismo valor de conductividad que aplica PRYSMIAN para el cable P-SUN en las mismas condiciones de contorno que la zona de interés, esto es, 46,82 m/ Ω .mm², cuya inversa sería la resistividad, la cual aumenta con la temperatura.

Se aplica el cálculo teniendo en cuenta para este tramo una caída de tensión del 0,2%:

A continuación se mostrará cada una de las secciones normalizadas del cable que tras el cálculo corresponden a cada tramo de string y la respectiva caja de conexiones:

TRAMO STRINGS-CAJA CONEXIÓN			CAÍDA MAX.	0,20%
			CONDUCTIVIDAD	46,82
STRING	L(m)	Ssección(mm2) por criterio caída V	Sección(mm2) por criterio I _{max adm.}	Sección(mm2) normalizada
1	56,12	6,87	1,5	10
2	142,52	17,46	1,5	25
3	228,92	28,05	1,5	35
4	313,32	38,39	1,5	50
5	51,66	6,33	1,5	10
6	138,06	16,91	1,5	25
7	224,46	27,5	1,5	35
8	308,86	37,85	1,5	50
9	47,2	5,78	1,5	6
10	133,6	16,37	1,5	25
11	219,4	26,88	1,5	35
12	306,4	37,54	1,5	50
13	51,66	6,33	1,5	10
14	138,06	16,91	1,5	25
15	224,46	27,5	1,5	35
16	308,86	37,85	1,5	50
17	55,12	6,75	1,5	10
18	142,52	17,46	1,5	25
19	228,92	28,05	1,5	35
20	313,32	38,39	1,5	50
21	68,86	8,44	1,5	10

TRAMO CAJA DE CONEXIONES-INVERSOR

Se aplicará el mismo procedimiento que en el tramo anterior teniendo en cuenta una caída de tensión del 1,3%.

$$I' = \frac{(\lambda \cdot 180,18)}{(0,9 \cdot 0,9)} = 278,055 \text{ A}$$

TRAMO CAJA CONEXIÓN-INVERSOR		CAÍDA MAX.	1,30%
		CONDUCTIVIDAD	46,82
L(m)	Ssección(mm2) por criterio caída V	Sección(mm2) por criterio I _{max adm.}	Sección(mm2) normalizada
600	237,51	120	240*

*Este valor es resultado del cálculo correspondiente a la situación más desfavorable, esto es, la que corresponde a 21 strings, además, la longitud que se ha considerado trata de encontrar una relación adecuada entre la sección y la distancia a los inversores situados en las orillas, a modo de reducir el riesgo de inundación.

Es importante comentar, que el valor de 240mm² es el valor teórico obtenido, sin embargo, teniendo en cuenta las recomendaciones de PRYSMIAN es adecuado aplicar una sección mayor a la teórica, lo que implica unas líneas más descargadas, menos pérdidas, mejor respuesta a cortocircuitos y la posibilidad de realizar un aumento de potencia sin tener que cambiar el conductor, lo que en cierto modo es de interés, ya que se han calculado diferentes potencias teniendo en cuenta la posibilidad de ampliar la central. Además, esto supone aprovechar al máximo las entradas del inversor, las cuales admiten hasta una sección de 300mm².

Del mismo modo se puede plantear la posibilidad de incrementar la sección teórica en el tramo strings-cajas.

Sin embargo, estas decisiones implicarían una diferencia importante en el coste ya que la longitud de cableado es considerable, por lo tanto, para tomar esa decisión se requeriría previamente realizar un análisis de amortización ecológica con la finalidad de determinar la viabilidad de la inversión. En este caso a falta de la amortización ecológica se ha decidido optar por la sección teórica calculada. Además, para el cable P-SUN-SP, la máxima sección encontrada es de 240mm² por lo que de optar por una sección superior en principio requeriría usar otro cable.

11-CÁLCULO Y VALIDACIÓN DE FUSIBLES:

Para la protección de los strings se emplearán fusibles, cuyo calibre deberá ser superior a la intensidad nominal de la línea (I_N) e inferior a la intensidad máxima admisible (I_z) para la sección de 16mm² que se ha considerado y que se cuantifica en 97A según UNE-HD 60364-5-52.

Además, se deberá cumplir que: $1,6 \cdot \text{calibre del fusible} < 1,45 \cdot I_z$

Entonces se tiene que eligiendo un calibre de 10 A, se cumple que:

$8,58 \text{ A} < 10 \text{ A} < 97 \text{ A}$ y también que: $1,6 \cdot 10 < 1,45 \cdot 97$, esto es $16 \text{ A} < 140,65 \text{ A}$

Por lo tanto la elección del calibre 10 A queda validada.

12-CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA :

Se considerará una resistencia del terreno de 30 Ωm teniendo en cuenta la resistividad en zonas pantanosas que expone el REBT en ITC-BT-18.

La longitud de las picas será de 3 metros y su diámetro de 14mm.

Se establece como máximo una resistencia de 2 Ω .

Lo que lleva a obtener una resistividad para cada pica de $\frac{30 \Omega\text{m}}{3\text{m}} = 10\Omega$

Siendo el número de picas: $\frac{10 \Omega}{2\Omega} = 5\text{picas}$

Este cálculo queda limitado y expuesto a la caracterización del suelo, el cual puede presentar una resistividad diferente a la contemplada.

13-CARGA DEL VIENTO

La velocidad media del viento en la zona de interés gira alrededor de los 5m/s, sin embargo esto es solo un valor medio, por lo que es interesante tener en cuenta el valor de ráfagas cuya velocidad sea algo superior. En este caso, para determinar la carga máxima del viento sobre el panel y sobre la estructura se valorarán ráfagas por velocidad de 15m/s.

La carga que se experimentará viene dada por la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot A \cdot (\sin \alpha)^2$$

Siendo:

q_e = carga del viento en kg/m²

A= superficie sometida a la carga

α = ángulo de inclinación del panel

q_b = presión dinámica

La presión dinámica viene dada por la expresión que sigue:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v^2$$

Siendo:

δ = densidad del aire a temperatura ambiente en kg/m³

v = velocidad del viento en m/s a la altura de la estructura.

La densidad del aire depende principalmente de la presión atmosférica, de la temperatura ambiente y de la humedad relativa y por lo general se establecen unos valores medios en función de la altitud. En este caso, teniendo en cuenta la ubicación y sus condiciones se considerará una densidad del aire de 1,23 kg/m³.

Con esto se tiene que la presión dinámica es:

$$q_b = 0,5 \cdot 1,23 \cdot 15^2 = 138,38 \text{ Pa}$$

La superficie por panel es: $1,956 \cdot 0,992 = 1,94 \text{ m}^2$

Y por lo tanto la carga para cada panel bajo estas condiciones queda como:

$$q_e = 138,38 \cdot 1,94 \cdot \sin(35^\circ)^2 = 88,32 \text{ Pa}$$

En otras unidades esto es, 9,01Kg/m²

Es importante comentar que en ocasiones en este tipo de cálculos se tienen en cuenta coeficientes en función de la altura, tipo de material sometido a la carga y otras variables que en este caso no se contemplan a modo de simplificar el cálculo dada su ámbito de aplicación y su baja variación respecto al resultado final.

Además, se ha considerado una velocidad de viento realmente desfavorable para la zona, lo que ya de por sí otorga un valor de carga prudente independientemente de que se tengan en cuenta las otras variables comentadas.

14-LABVIEW:

A continuación se muestran las partes de interés del diagrama de bloques correspondiente al programa de Labview:

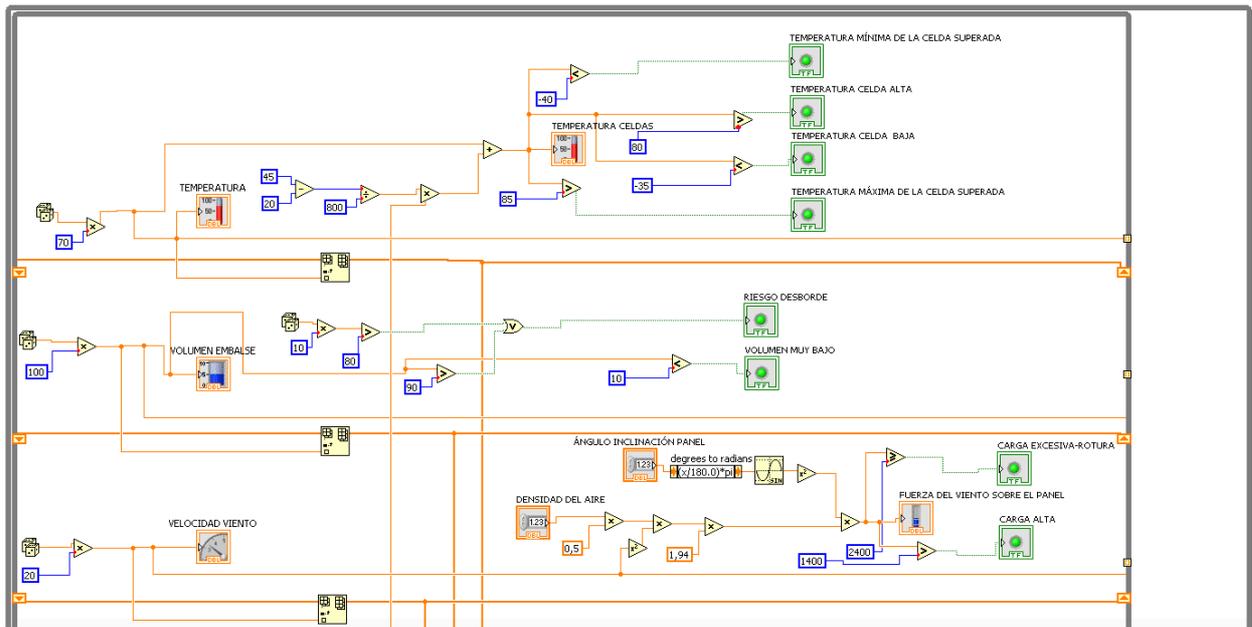


Imagen 69: Diagrama de bloques en Labview

Se detallarán algunos de los bloques de la imagen anterior:

A la entrada se tiene el valor random multiplicado por una constante, esto es con la finalidad de otorgar un valor de entrada lo más similar posible al que procedería del sensor ya que el valor random únicamente varía entre 0 y 1.

Los principales elementos de interés a tener en cuenta para confeccionar el código son:

- El lazo while para mantener la ejecución
- El Registro de desplazamiento para relacionar las salidas con las entradas y su procesado.
- El Insert into array para ubicar los datos en formato vector.

En la siguiente imagen se puede contemplar la parte más importante del código, en ella se dan las conversiones necesarias para poder trabajar con los datos obtenidos por el random, registrarlos por pantalla y realizar su guardado.

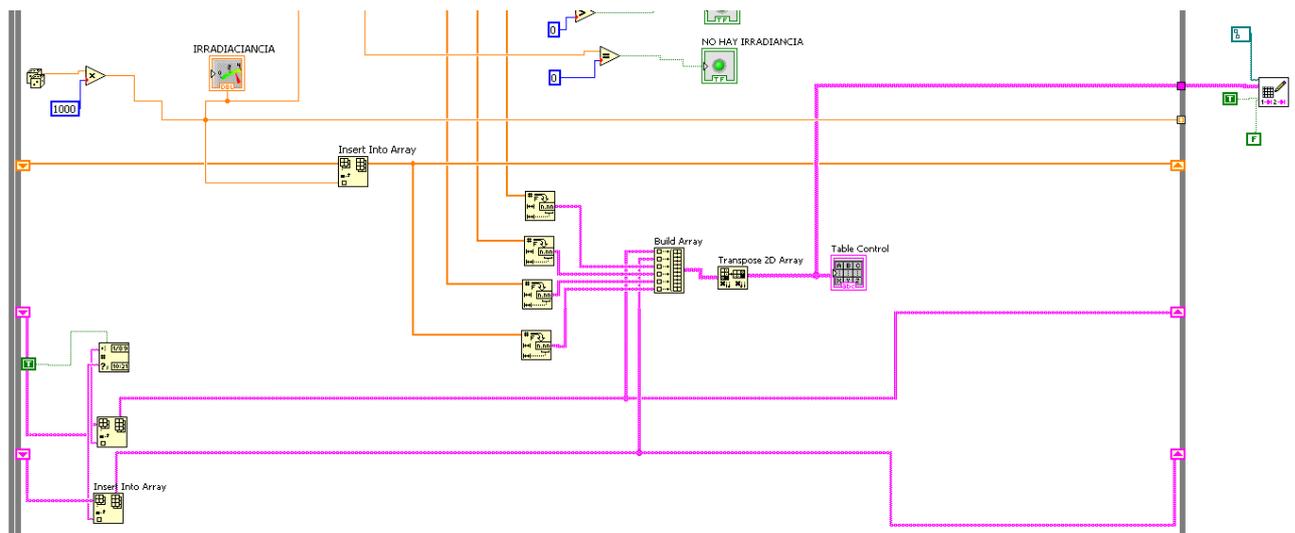


Imagen 70: Diagrama de bloques en Labview

Se destacan principalmente los siguientes bloques:

- Number To Fractional String para compatibilizar el formato y confeccionar la table Control
- El build array para construir el vector con los datos obtenidos
- Transpose 2D Array para colocar los datos por columnas.
- Write to Spreadsheet para poder guardar en el documento que se considere. En este caso el terminal correspondiente se configurará como True con la finalidad de que durante la ejecución del while, los valores previamente obtenidos no se borren.

Este bloque está situado dentro del segundo bucle y por lo tanto se realizará un guardado tras otro hasta que considere el usuario, esto es con la finalidad de poder realizar las copias de seguridad que se consideren.

Por lo tanto, con esto se tendrían los bloques principales, los cuales irán conectados a los terminales correspondientes, esto es, a los terminales compatibles.

En Labview cada terminal compatible corresponde al mismo color y por lo tanto cada color en cuestión corresponde a un tipo de dato. Si la unión a realizar es incompatible se requerirá la conversión de los datos. En esto es lo que se ha hecho con el Number To Fractional String.

15-DATASHEETS INVERSORES:

Gamesa E-1.4 MVA

TECHNICAL SPECIFICATIONS

DC input values

Recommended rated power	1,400-1,800 kWp
Max. Direct Current @ 50°C	2,100 A
Direct Current voltage range	610 - 1,000 V
DC MPPT voltage range	610 - 910 V
No. of DC inputs	12
Max. cable section per input	2 x 300 mm ²
Start of production	0.5% Pn approx.

AC output values

N° of phases	3
Apparent power	1,400 kVA
AC Active Power @ PF 1 & 50°C	1,370 kW
Nominal AC voltage	400 Vrms
Voltage allowance range	-15% / +10%
Output frequency	50Hz/60Hz
Power Factor	See P-Q table
THD of AC current	<3% @ Pn
Max. AC current per phase @ 50°C	2020 Arms
Max. AC current per phase @ 25°C	2165 Arms
Section max. cable per phase	6 x 300 mm ²

Performance

Max. performance	98.6%
European performance	98.4%
Californian efficiency	98.4%
Power consumption on Stand-by	< 200 W

Other features

MPPT	2
LVRT	Yes
Permissible ambient temperature	-20°C / +50°C (65°C) ⁽¹⁾
Relative humidity	95% (without condensation)
Max. Altitude	3,000 m without derating
Size (width x height x depth)	2,450 x 1,840 x 1,035 mm
Weight	1,800 kg
Heat Exchanger size	1,000 x 1,200 x 1,000 mm
Protection degree	IP-20, indoor
Cooling	Water & Forced air

Main standards

EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178, CE Marking.
For more information, please contact Gamesa Electric.
(1) With derating (graph at your disposal).

P-Q TABLE

Temperature	Power Factor	P. Active Power	Q. Reactive Power
50°C	PF=1	1,370 kW	0 KVA _r
	PF=0.95	1,330 kW	437 KVA _r
	PF=0.9	1,250 kW	600 KVA _r
40°C	PF=1	1,400 kW	0 KVA _r
25°C	PF=1	1,500 kW	0 KVA _r

Note: Other operation points - consult Gamesa Electric.

SPECIFIC DESIGN FOR GRID INTEGRACION

- ▶ Outstanding reactive power capabilities – see P-Q Table.
- ▶ Complies with the strictest grid connections codes including voltage dips of different countries (Germany, Jordan, UK/Scotland, Spain, Philippines, Chili, Puerto Rico,...) – voltage dips up to 100% for 1 second and nominal reactive current injection during voltage dips.
- ▶ Design for integration over weak grids and with high perturbations. Possibility of non-characteristic harmonics cancellation over distort and unbalance grids.

ADDITIONAL FEATURES

- ▶ Two independent Max Power Point Trackers (MPPT) which optimize the energy harvesting and increase overall efficiency.
- ▶ Touch screen of the inverter in several languages.
- ▶ Built-in web server for remote monitoring and control.

GLOBAL RELIABILITY

- ▶ Gamesa Electric harnesses the technological and productive capacities of a top international Group: Gamesa. With its network of maintenance services in over 30 countries spanning five continents, the company offers solutions adapted to the needs of its customers in the various sectors, ensuring maximum reliability under the most demanding conditions.
- ▶ Cutting-edge power electronics technology applied to photovoltaic products for high performance, robustness and global reliability, leveraging on our wind converter's technology.

Interfaces

Touch display.
Communication protocol.MOBBUS-TCP IP.
TCP-IP Connection.
Ethernet (CAN/PROFIBUS, etc).

Protections

Reverse polarity.
DC and AC transient overvoltage.
DC and AC shortcircuit.
Overtemperature.

Anti-Islanding protection.
Correct phase sequence.
AC overload.
Without transformer.

Optional solution and kits

Configurable DC cabinet – up to 12 DC fuses (positive pole).
Dehumidifying Kit for humidity environments.
DC ground connection kit.
SCADA monitoring system.

Gamesa E-2.25 MVA-SB-0-UL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

VALORES DE ENTRADA DC

Potencia nominal recomendada	2.500-2.700 kWp
Máx. corriente en continua @ 50°C	2.500 A
Rango de tensión DC	935 - 1.500 V
Rango de tensión MPPT	935 - 1.250 V
Nº de entradas en continua	Hasta 24
Inicio de producción	0,5% Pn aprox.

VALORES DE SALIDA AC

Número de fases	3
Potencia nominal AC (50°C)	2.250 kVA
Potencia máxima AC (40°C)	2.300 kVA
Potencia máxima AC (25°C)	2.500 kVA
Tensión nominal AC	660 Vrms
Rango de tensión AC	-10% / +10%
Rango de frecuencia	47,5...53/57...63 Hz
Factor de potencia	Todo el rango
Distorsión armónica de corriente AC (THD)	<3%@Sn
Corriente nominal AC por fase	1970 A
Máx. corriente AC por fase	2190 A

RENDIMIENTO

Máx. rendimiento	98,5%
Rendimiento Europeo	98,2%
Consumo energético en stand-by	< 200 W

OTRAS CARACTERÍSTICAS

MPPT	1
LVRT/HVRT	Sí
Rango de temperatura	-20°C/+50°C (+60°C) ⁽¹⁾
Humedad relativa	95% (sin condensación)
Altitud máxima	2.000 m
Dimensiones (largo x ancho x fondo)	3.250 x 2.200 x 1.000
Peso	2.000 kg
Protección IP	IP 54 / NEMA 3R
Refrigeración	Aire Forzado

Principales normativas

UL 1741: 2010	C22.2 No.1071-01:2001
UL 62109-1	NEC 2014
IEEE1547	
IEC 61000-6-2	IEC 61000-6-4
IEC 62109-1	IEC 62109-2
IEC 62116	IEC 61683

Para más información, por favor consulte con Gamesa Electric.

⁽¹⁾ Con reducción de potencia de +50 a +60°C.

ESPECÍFICAMENTE DISEÑADO PARA LA INTEGRACIÓN EN RED

- ▶ Capacidad de inyección de reactiva en todo el rango inductivo y capacitivo, pudiendo llegar a funcionar al 100% en modo Statcom.
- ▶ Capacidad de inyección de reactiva nocturna sin kits adicionales que permite, junto con el Power Plant Controller (PPC), cumplir con los códigos de red más estrictos a la vez que compensa el consumo nocturno de energía reactiva que tiene cualquier planta en su punto de conexión.
- ▶ Además de la gestión de potencia activa y reactiva gracias al PPC en el punto de inyección, esta solución permite: control de rampas de subida y bajada, control de potencia activa constante de salida, limitación de potencia activa, control del factor de potencia y control de tensión y control de potencia reactiva en función de consigna externa.
- ▶ Solución óptima para redes débiles o con perturbaciones gracias a la función "cancelación selectiva de armónicos" integrada en su firmware. Dispone también de función de osciloscopio integrada que puede monitorizarse de forma remota.

FIABILIDAD GLOBAL

- ▶ Gamesa Electric aprovecha las capacidades tecnológicas y de producción de un grupo líder en renovables, como es Gamesa. Con su red de servicios de mantenimiento en más de 30 países de los cinco continentes, ofrece soluciones adaptadas a las necesidades de sus clientes en diferentes sectores, respondiendo con la máxima fiabilidad en las condiciones más exigentes.
- ▶ Tecnología de vanguardia en electrónica de potencia aplicada a los productos fotovoltaicos para un alto rendimiento, robustez y fiabilidad global.

Interfaces

Protocolo de comunicación
MODBUS-TCP IP.
Conexión TCP-IP.
Ethernet (CAN/PROFIBUS).

Protecciones

Inversión de polaridad.
Transitorios de sobretensión en DC y AC.
Cortocircuito DC y AC.
Sobretemperatura.

Solución opcional y kits

Kit deshumificador para entornos de alta humedad.
Pantalla táctil (HMI) con posibilidad de configuración en varios idiomas.
Kit para soportar temperaturas muy bajas (inferior a -20°C).
Kit conexión a tierra.

Gamesa E-1.3 MVA

TECHNICAL SPECIFICATIONS

DC input values

Recommended rated power	1,300 kWp
Max. Direct Current	1,800 A
Direct Current voltage range	570 - 1,000 V
DC MPPT voltage range	570 - 910 V
No. of DC inputs	12
Max. cable section per input	2 x 300 mm ²
Start of production	0.5% Pn approx.

AC output values

Apparent power	1,300 kVA
No. of phases	3
Rated AC power	1,000 kW
Maximum AC power	1,100 kW ⁽¹⁾
Rated AC voltage	360 Vrms
AC voltage range	-15% / +10%
Output frequency range	47.5...53/57...63 Hz
Power factor	0.76 IND - 0.76 CAP
AC harmonic distortion (THD)	<3%@Pn
Rated AC per phase	1,600 Arms @ PF=1
Max. AC per phase	2,100 Arms @ -15%V PF=0.9
Max. AC cable section per phase	4 x 300 mm ²

- (1) Under rated conditions.
 (2) With reduced power.
 (3) Pipes and heat exchanger included with supply.

Performance

Max. performance	98.6%
European performance	98.4%
Californian-efficiency	98.4%
Power consumption on Stand-by	< 200 W

Other features

MPPT	2
LVRT	Yes
Temperature range	-20°C/+50°C (+65°C) ⁽²⁾
Relative humidity	95% (without condensation)
Max. Altitude	3,000 m without derating
Size (length x height x depth)	2,450 x 1,840 x 1,035 mm
Heat Exchanger size	1,000 x 1,200 x 1,000 mm
Weight	1,700 kg
Protection degree	IP 20, interior
Cooling	Water and Forced Air ⁽³⁾

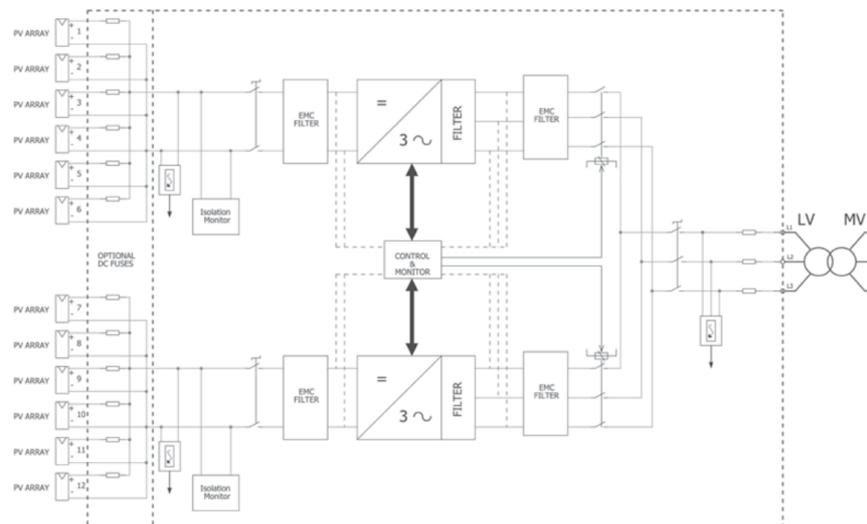
Main standards

EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 50178, CE Marking, CGC.
 For more information, please contact Gamesa Electric.

16-CONFIGURACIÓN POR DEFECTO PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE DEL INVERSOR ELEGIDO:

A continuación se mostrará la configuración estándar que considera Gamesa para el inversor elegido, esto es, el E-1.4MVA:

STANDARD CONFIGURATION



14-BIBLIOGRAFÍA

2-JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

<http://ainenergia.com/paneles-solares-flotantes/>

<http://www.saclimafotovoltaica.com/fotovoltaica-flotante-espana/>

<http://www.escueladeenergiaverde.com/blogEEV/proyectos-solares-flotantes/>

<http://www.diariorenovables.com/2017/05/la-mayor-planta-fotovoltaica-mundo.html>

<http://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>

<http://omicron.elespanol.com/2017/05/mayor-granja-fotovoltaica-flotante-china/>

3-TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

<https://www.youtube.com/watch?v=IYAIJo26rMk>

<http://www.lawebdelasenergiasrenovables.com/contruir-panel-solar-fotovoltaico-parte-1/>

http://www.eco-systems.es/fotovoltaica_conexion_a_red.shtml

<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/test-rendimiento-paneles/>

<https://www.youtube.com/watch?v=bGITVKHXYvk>

https://www.youtube.com/watch?v=0_J5FPitRNk

<https://www.youtube.com/watch?v=jUbhmk9rIj8>

<http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

<http://www.clickrenovables.com/blog/placas-solares-todo-lo-que-necesitas-saber/>

<http://www.autoconsumamos.com/dimensionado-instalacion-fotovoltaica-aislada-metodo-del-mes-mas-desfavorable/>

<http://es.krannich-solar.com/es/productos/paneles-fotovoltaicos/panasonic.html>

4-PVGIS

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

5-EMBALSE DE BELLÚS

<http://www.seprem.es/ficha.php?idpresa=164&p=7>

<http://www.embalses.net/pantano-623-bellus.html>

6-CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/celeste/tiempo/tiempo.html>

http://www.gamesaelectric.com/index.php?option=com_content&task=view&id=193&Itemid=325

<http://www.ign.es/web/mapasantiguos/syncromap.html#map=14/-52722.44/4711287.01/0>

<http://www.ign.es/web/mapasantiguos/index.html#map=14/-52722.44/4711287.01/0>

<http://blogs.comunitatvalenciana.com/senderismo/2011/06/09/mapas-topograficos-de-la-cv-para-gps-en-terrasit/>

<http://www.enersac.com/energia-solar-faq-cual-es-la-funcion-de-los-diodos-en-una-instalacion-fotovoltaica.php>

<http://www.areaelectronica.com/semiconductores-comunes/clases-diodos.html>

http://www.axitecsolar.com/data/solarpanels_documents/DB_72zlg_poly_power_MiA_ES.pdf

http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=2|0_1|1|UVT010|cercado: 0 0 0 0 0 0 3 0

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/18046/catalogo%20prysmian%20preus.pdf?sequence=17>

http://www.prysmianclub.es/files/content/images/Catalogo_BT_Prysmian_2013_2.pdf

<https://www.monsolar.com/estructura-de-aluminio-con-railes-para-superficie-3-paneles-60-celulas-horizontal.html>

https://poliformat.upv.es/portal/site/GRA_12193_2016/tool/8ba49435-a84d-47d4-a058-84ccb45db2dc

http://www.topcable.com/descargas/blog/topcable_metodos_instalacion.pdf

<http://www.prysmianclub.es/>

<http://es.krannich-solar.com/es/autoconsumo/normativa-fotovoltaica.html>

http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Si_Ambito.aspx?id_am=76

<https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/novedades-norma-intensidades>

<https://www.voltimum.es/search/site/c%C3%A1lculos%20y%20tablas%20de%20intensidades%20admisibles%20para%20agrupaciones%20de%20cables%20n%20cuadros>

<https://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/buscadornormas.asp#.WcBU8tNjau4>

8-EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

https://poliformat.upv.es/portal/site/GRA_12148_2016/tool/9211f2fd-79bf-4c74-94a2-f35e99554f03

<http://fototeca.icv.gva.es/>

http://www.bellus.es/sites/bellus.portalesmunicipales.es/files/PGOU_texto_integro_0.pdf

11-SISTMA ENERGÉTICO EN ESPAÑA

<http://www.ree.es/es/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/comercializacion/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/el-mercado-mayorista/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/peajes-de-acceso-y-deficit-tarifario/>

<https://www.ipsom.com/wp-content/uploads/2017/01/2.jpg>

<https://www.ipsom.com/2017/01/repaso-de-los-precios-y-estado-de-la-energia-en->

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/electricidad/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/normativa/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/generacion/>

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/actividades-reguladas-en-el-sector-electrico/>

<http://blogs.publico.es/econonuestra/files/2015/09/mercado-OMIE.jpg>

https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_en_Espa%C3%B1a

http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/operacion-y-control-de-sistemas-electricos/II_OCSE_RFP.pdf

http://s6.eestatic.com/2016/02/17/actualidad/Actualidad_103001325_1318914_1706x960.jpg

<http://daenjwvga9l54.cloudfront.net/wp-content/uploads/2013/11/Gr%C3%A1fico.jpg>

<http://www.20minutos.es/noticia/2653191/0/causas-efectos/crisis-petroleo-barato/perjudicados-beneficiados/>

<http://www.elmundo.es/economia/2016/07/10/5771856c268e3e3d038b469e.html>

<http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/Nuclear-vs-renovables/>

<https://www.youtube.com/watch?v=xnReRSpEkfY>

<https://blog.cnmec.es/2013/12/12/como-funcionan-las-primas-a-la-generacion-de-energia-en-regimen-especial/>

https://www.youtube.com/watch?v=E8_vSep6c_8

<https://unef.es/legislacion-fotovoltaica/>

<https://www.killmybill.es/regimen-especial/>

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/12/16/empresas/1481902389_675893.html

http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/grupos_investigacion/gsep/auditorias_fotovoltaicas/Normativa%20Fotovoltaica

<http://www.revistaei.cl/reportajes/fundamentos-del-modelo-marginalista-un-sistema-eficiente-o-perverso/#>

<http://www.20minutos.es/entrevistas/jorge-morales/601/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Balance_net

<https://www.energias-renovables.com/panorama/espana-se-gasta-120-millones-de-20141217>

<https://www.energias-renovables.com/panorama/espana-ha-sumado-9-100-millones-de-20140209>

<https://image.slidesharecdn.com/presentacionestudio2013-150505063426-conversion-gate02/95/estudio-de-impacto-macroeconomico-de-las-eerr-en-espa-26-638.jpg?cb=1430807900>

<https://es.slideshare.net/jmoralesdelabra/201403-la-fotovoltaica-tras-la-reforma-elctrica-jornada-universidad-extremadura>

<https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/alemania-contra-espana-primas-energia-renovable-ciadi-14355>

<http://www.magnuscmd.com/wp-content/uploads/2017/05/pic1.jpg>

OTROS

Libro de texto: Agustín Castejón, Germán Santamaría: 104-522-908

HERRAMIENTAS UTILIZADAS:

Matlab , Excel, Google Earth, PVGIS, SunEarth, Labview, Autodesk-Autocad

