



---

## **Universidad de Valladolid**

Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,  
Agronómica y de la Bioenergía

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**TITULO: PROYECTO DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA  
EXPLORACIÓN AGRÍCOLA MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PLACAS  
SOLARES FOTOVOLTAICAS**

~~~~~

**AUTOR: AURORA ARROYO GARCÍA**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: MIGUEL VICTORIAN BROTO CARTAGENA**

**SORIA, 27 DE JUNIO DE 2022**



***AUTORIZACIÓN del TUTOR  
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. Miguel Victorián Broto Cartagena, profesor del Departamento Ingeniería Agrícola y Forestal como Tutor del TFG titulado "PROYECTO DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS" presentado por la alumna D<sup>a</sup> Aurora Arroyo García, da el V<sup>o</sup>. B<sup>o</sup>. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el TFG presentado cumple con las condiciones suficientes para poder ser presentado y proceder a su defensa.

Soria, 24 de junio de 2022

El Tutor del TFG,

**BROTO  
CARTAGENA  
MIGUEL  
VICTORIAN  
18021444R**

Firmado  
digitalmente por  
BROTO CARTAGENA  
MIGUEL VICTORIAN  
- 18021444R  
Fecha: 2022.06.24  
21:48:59 +02'00'

Fdo.: Miguel Broto Cartagena



# RESUMEN DEL PROYECTO

**TÍTULO:** Proyecto de mejora de la eficiencia energética de una explotación agrícola mediante la instalación de placas solares fotovoltaicas.

**AUTOR:** Aurora Arroyo García

**TUTOR:** Miguel Victorián Broto Cartagena

**DEPARTAMENTO QUE TUTORA:** Ingeniería agrícola y forestal.

## RESUMEN:

En el presente proyecto se realiza el diseño de una instalación de placas solares fotovoltaicas sobre el tejado con orientación sur de una nave agrícola (siendo ésta la orientación óptima para maximizar la producción de energía eléctrica), y de sistemas de telecontrol y telegestión del riego en esta misma nave para permitir un control más fácil y preciso del riego de la explotación agrícola, localizada en el municipio de Bocigas (Valladolid).

Se instalarán 326,06m<sup>2</sup> de placas solares fotovoltaicas que suministrarán la energía de forma directa a la nave agrícola, a un pívot y a una electrobomba sumergida, y de forma indirecta a un segundo pívot (y el cual es imposible conectar a la instalación fotovoltaica de forma directa al ser económicamente inviable y, como tiene acceso a la red, se compensará la energía que requiera este pívot con la producción de las placas solares instaladas).

Los sistemas de telecontrol y telegestión del riego tienen por objetivo facilitar la labor del agricultor al permitirle controlarlo sin la necesidad de tener que desplazarse hasta la explotación, reduciendo también de esta manera la emisión de gases de efecto invernadero derivados de su desplazamiento, además de permitirle optimizar el consumo de agua y energía de la explotación, haciendo que sea más eficiente al reducir sus gastos en estos dos elementos.

Finalmente, se ha estudiado la viabilidad del proyecto tomando como referencia el valor de compra de la energía y de la venta de los excedentes de energía derivados del autoconsumo en el año 2019 y en el año 2021, siendo rentable llevar a cabo el proyecto en este último supuesto y, como el valor de la energía hasta ahora tiene una tendencia al alza, la inversión es cada vez más rentable.



# ÍNDICE

## 1. MEMORIA

- 1.1. ANTECEDENTES
- 1.2. OBJETO
- 1.3. BASES DEL PROYECTO
  - 1.3.1. DIRECTRICES
  - 1.3.2. CONDICIONANTES
  - 1.3.3. SITUACIÓN ACTUAL
  - 1.3.4. OBJETIVOS
- 1.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- 1.5. DESCRPCIÓN DEL PROYECTO
- 1.6. IMPACTO AMBIENTAL
- 1.7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 1.8. PROGRAMACIÓN DE LA OBRA
- 1.9. EVALUACIÓN DEL PROYECTO
- 1.10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

## 2. ANEJOS

- 2.1. ANEJO I – INFORMACIÓN DE LAS PARCELAS
  - 2.1.1. INFORMACIÓN CATASTRAL DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICA LA NAVE AGRÍCOLA
  - 2.1.2. INFORMACIÓN CATASTRAL EN LA QUE SE UBICA EL PÍVOT
  - 2.1.3. FICHA URBANÍSTICA
- 2.2. ANEJO II – NAVE AGRÍCOLA

- 2.3. ANEJO III – DESCRIPCIÓN DEL PÍVOT**
- 2.4. ANEJO IV – DESCRIPCIÓN DE LA ELECTROBOMBA SUMERGIDA**
- 2.5. ANEJO V – ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA GLOBAL DE LA EXPLOTACIÓN**
- 2.6. ANEJO VI – ESTUDIO CLIMÁTICO**
  - 2.6.1. INTRODUCCIÓN**
  - 2.6.2. TEMPERATURA**
  - 2.6.3. VIENTO**
  - 2.6.4. RADIACIÓN SOLAR**
  - 2.6.5. OTROS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS**
- 2.7. ANEJO VII – MÓDULO FOTOVOLTAICO E INVERSOR**
  - 2.7.1. INTRODUCCIÓN**
  - 2.7.2. ELECCIÓN DEL TIPO DE PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA**
  - 2.7.3. ELECCIÓN DEL MODELO DE PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA**
  - 2.7.4. ELECCIÓN DEL TIPO DE INVERSOR**
  - 2.7.5. ELECCIÓN DEL MODELO DE INVERSOR**
- 2.8. ANEJO VIII – SISTEMA DE TELECONTROL Y TELEGESTIÓN DEL RIEGO**
- 2.9. ANEJO IX – INGENIERÍA DE LAS OBRAS**
- 2.10. ANEJO X – INGENIERÍA DE LOS PROCESOS**
- 2.11. ANEJO XI – CÁLCULO ESTRUCTURAL**
- 2.12. ANEJO XII - IMPACTO AMBIENTAL**
- 2.13. ANEJO XIII - ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



- 2.13.1. INTRODUCCIÓN
- 2.13.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS
- 2.13.3. MEDIDAS PREVENTIVAS
  - 2.13.3.1. MEDIDAS PREVIAS
  - 2.13.3.2. PRECAUCIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO
    - 2.13.3.2.1. RESPECTO AL PERSONAL QUE INTERVIENE
    - 2.13.3.2.2. RESPECTO A LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA
- 2.14. ANEJO XIV – SITUACIÓN ACTUAL
- 2.15. ANEJO XV – ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### **3. PLANOS**

- 3.1. LOCALIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA
- 3.2. LOCALIZACIÓN DE LA NAVE AGRÍCOLA DENTRO DE LA PARCELA
- 3.3. DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN LA NAVE AGRÍCOLA
- 3.4. DISPOSICIÓN Y DIMENSIONADO DE LAS PLACA SOLARES FOTOVOLTAICAS EN LA NAVE AGRÍCOLA
- 3.5. DISPOSICIÓN Y DIMENSIONADO DEL CUADRO DE RIEGO Y DEL INVERSOR
- 3.6. DISPOSICIÓN DE LOS PÓRTICOS Y LAS CORREAS
- 3.7. LOCALIZACIÓN DE LOS PILARES

### **4. PLIEGO DE CONDICIONES**

- 4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS
  - 4.1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO
  - 4.1.2. NORMAS DE APLICACIÓN
  - 4.1.3. SITUACIÓN DE LAS OBRAS

**4.1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

**4.1.5. DOCUMENTOS CONTRACTUALES**

**4.1.6. OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO**

**4.2. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES**

**4.2.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES**

**4.2.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO**

**4.2.3. CONECTORES TIPO MC4 MACHO Y HEMBRA CON CABLE SOLAR**

**4.2.4. ABRAZADERA DE PANEL DE EXTREMO LATERAL**

**4.2.5. ABRAZADERA MEDIANA DE MONTAJE DEL PANEL SOLAR**

**4.2.6. RAÍL DE ALUMINIO**

**4.2.7. CRUCE DE FERROCARRIL**

**4.2.8. INVERSOR TRIFÁSICO**

**4.2.9. CUADRO DE RIEGO**

**4.3. EJECUCIÓN DE OBRAS, CONTROLES DE CALIDAD Y ABONO**

## **5. PRESUPUESTO**

**5.1. MEDICIONES**

**5.2. CUADRO DE PRECIOS**

**5.3. CUADRO DE PRECIOS EN LETRA**

**5.4. PRESUPUESTO GENERAL**

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

Proyecto de mejora de la eficiencia energética de una explotación agrícola mediante la instalación de placas solares fotovoltaicas



# MEMORIA



## 1.1. ANTECEDENTES

Los altos gastos que conlleva la agricultura, entre los que se encuentra el cada vez mayor precio de la electricidad, junto con el bajo precio de los productos obtenidos, ocasiona que este sector sea cada vez menos rentable, especialmente para los pequeños y medianos productores, que cada vez se ven más inhabilitados para competir con los grandes productores, ya no solo en el ámbito económico, sino también en el legal, ya que cada vez son más las restricciones y la normativa a cumplir, como es la prohibición de ciertos productos fitosanitarios por otros más respetuosos con el medioambiente, pero también más caros e ineficientes.

Es esta situación la que ha motivado al promotor del presente proyecto a apostar por una fuente de energía renovable como es la solar fotovoltaica. De esta forma pretende disminuir los gastos económicos generados por el consumo de energía de la red eléctrica al mismo tiempo que reduce su coste al producirla él mismo y solo tomar la energía de la red cuando la producción en su instalación sea deficiente. Así, reducirá los gastos de su explotación, obtendrá un beneficio a mayores con la venta de la energía que produzca en exceso, contribuirá a reducir la contaminación atmosférica al utilizar una fuente de energía limpia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que se produzcan por su desplazamiento y hará un uso más eficiente del agua de riego y de la electricidad.

También es necesario mencionar los elevados y cada vez mayores precios de la energía y la imposibilidad de saber de como evolucionarán en el futuro, aunque, dado que actualmente su tendencia es al alza, cabe suponer que seguirán el mismo camino que hasta ahora, por lo que ante tal situación la competitividad de la explotación en las condiciones actuales es cada vez más incierta.

## 1.2. OBJETO

El promotor del presente proyecto es la empresa AYAPRO S.L.L. siendo la proyectista del mismo Aurora Arroyo García.

La instalación de placas solares fotovoltaicas se realizará en el tejado sur de una nave agrícola situada en la parcela 104, polígono 3 de Bocigas (Valladolid), y servirá para suministrar de energía de forma directa a la nave agrícola, una electrobomba sumergida ubicada en dicha parcela y que bombea agua de un sondeo, y a un pivot que riega las parcelas 100, 101, 102, 103, 104, 105, 108 y 109, del polígono 3 de dicho municipio.

Mediante la instalación de placas solares fotovoltaicas se reducirá el consumo de energía procedente de la red, reduciendo los gastos derivados de utilizar la energía procedente de esta fuente y contribuyendo a la lucha contra el cambio climático. También se originarán beneficios a mayores, ya que, al estar la instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica, se inyectarán los excesos de producción, generados principalmente en los meses de invierno.

También se instalará un cuadro de riego que permita el control y la gestión del riego de forma telemática, con lo que se facilitará al agricultor esta labor al poder realizarla sin tener que desplazarse hasta la explotación, lo que derivará también en la reducción de gases contaminantes derivados de su desplazamiento, ya que dicho agricultor no reside en el municipio en el que se encuentra la explotación agrícola.

Se instalarán 326,06m<sup>2</sup> de placas solares fotovoltaicas que producirán 21024kWh anuales, tal y como se indica en el anejo VII, donde se calcula la producción de la placa solar fotovoltaica escogida, la JLS120M375W de la marca JNL SOLAR, para un emplazamiento concreto, en este caso el municipio de Bocigas.



## 1.3. BASES DEL PROYECTO

### 1.3.1. DIRECTRICES

El objetivo del promotor es reducir los gastos de la explotación agrícola mejorando su eficiencia energética al mismo tiempo que reduce las emisiones contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera derivadas de su desplazamiento y del uso de energía de la red eléctrica, siempre que sea posible.

Los condicionantes impuestos por el promotor son:

- Usar como fuente de energía renovable la solar fotovoltaica.
- Usar placas solares fotovoltaicas, ya que no será necesario la producción de calor y, por lo tanto, aunque las placas solares térmicas e híbridas tienen un rendimiento mayor, la energía producida en forma de calor no se podría utilizar, y, por lo tanto, se perdería, lo que, unido al mayor precio de estos equipos, haría que el presente proyecto no fuera rentable.
- Instalar las placas solares fotovoltaicas en el tejado de la nave agrícola.
- Conectar la instalación fotovoltaica a la red para suplir posibles deficiencias en la producción de las placas a instalar y para inyectar a la red los excesos producidos por la instalación, obteniendo así un beneficio económico.
- Conseguir la máxima rentabilidad económica.
- Minimizar los costes del proyecto.

- Que la inversión inicial se recupere en un plazo máximo de diez años.

### 1.3.2. CONDICIONANTES

- Condicionantes internos:

- Infraestructura:

La instalación de placas solares se situará sobre el tejado sur de 522,015m<sup>2</sup> y una pendiente del 30% de una nave agrícola de 50m de longitud, 7m de altura hasta alero y de 10m hasta cumbre.

- Climatología:

- Las placas solares fotovoltaicas deberán tener una alta resistencia a las elevadas temperaturas.
- Las placas solares fotovoltaicas deberán tener una elevada resistencia al granizo.
- Las placas solares fotovoltaicas deberán tener el mayor rendimiento posible con nubosidad o niebla.
- Los complementos de las placas solares fotovoltaicas (railes, abrazaderas...) deberán ser resistentes a la oxidación.
- Se buscará que las placas solares fotovoltaicas tengan el mayor rendimiento posible, partiendo de la irradiación solar incidente en su localización y ser rentables económicamente.
- La instalación deberá estar protegida frente a la acción de los rayos.

- Condicionantes externos:

• Legales: serán de aplicación:

- *Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.*
- *“Real decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.”*
- *“Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.”*
- *“Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico”.*
- *“Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.”*
- *“Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.”*
- *“Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.”*

### **1.3.3. SITUACIÓN ACTUAL**

La explotación agrícola toma de la red la energía requerida para abastecer a la nave agrícola durante todo el año, y al pívot y a la electrobomba

sumergida del sondeo en los meses de verano, cuando la necesidad de agua de los cultivos en esta época es muy alta, la pluviometría es baja y las altas temperaturas hacen que la humedad se evapore con rapidez, aunque el pívot también puede llegar a demandar algo de energía durante el resto del año, energía que no se utilizaría para regar, si no para moverle y facilitar así la realización de las labores necesarias en la parcela y para las cuales el pívot puede obstaculizar.

En el caso del riego, el agricultor, en los meses de verano, debe desplazarse hasta la explotación varias veces al día y a la semana para iniciar o parar el riego, obligándole de esta forma a desplazarse desde su lugar de residencia hasta la explotación, con la consiguiente contaminación producida por la emisión de gases de efecto invernadero generados por ello, lo cual se pretende evitar con la instalación de un cuadro de riego que permita el telecontrol y la telegestión del riego vía internet.

#### **1.3.4.OBJETIVOS**

Los objetivos que persigue el presente proyecto son, en primer lugar, reducir los gastos económicos de la explotación y hacerla más eficiente desde un punto de vista energético y del consumo del agua de riego.

También se pretende facilitar la labor del agricultor y mejorar su calidad de vida al reducir el número de desplazamientos que tenga que realizar al permitirle controlar el riego por medio de sistemas de telecontrol y telegestión del mismo.

Estos objetivos se traducen a su vez en la reducción de la dependencia energética de la red de la explotación y de la reducción de emisiones de gases de gases contaminantes y, por lo tanto, contribuyendo a reducir el efecto invernadero, ya que, con este sistema, se reducirán dichas emisiones derivadas del desplazamiento en automóvil del agricultor, que debe desplazarse obligatoriamente en él hasta la explotación ya que no reside en el mismo municipio en el que se encuentra la explotación, y evitando el uso de la energía procedente de la red que proviene en su mayoría de la quema de combustibles fósiles.

También se pretende reducir la cada vez mayor incertidumbre de los gastos económicos que pueda conllevar en el futuro la energía eléctrica, y que hasta ahora este precio es cada vez mayor.

Por último, el agricultor pretende obtener un beneficio añadido con la venta de los excedentes que produzca la instalación fotovoltaica a la red. Dichos excedentes serán mayores en invierno y otoño, cuando, debido a la mayor presencia de precipitaciones y al estado fisiológico de los cultivos, las necesidades de agua de riego de éstos son menores.

## **1.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

Se han estudiado diferentes alternativas para la elección del tipo y modelo de placa solar fotovoltaica que se usará, el tipo y modelo de inversor que se instalará y el modelo de cuadro de riego que se utilizará, tal y como se explican en los ANEJOS VII (módulo fotovoltaico e inversor) y VIII.

De esta forma se ha seleccionado como placa solar JLS120M365WB - JLS120M375W de la marca JNL SOLAR, que es una placa solar de capa fina, es decir, de cristal de silicio amorfo. A pesar del menor rendimiento de este tipo de placas solares, cuentan con una alta resistencia al granizo y a las altas temperaturas, siendo estos factores especialmente importantes debido a los graves daños que puede generar el granizo en las células de las placas y las altas temperaturas, que provocan daños en las placas y ocasionan que su rendimiento disminuya. En este aspecto cabe destacar que, para este tipo de placas, al ser más resistentes a las altas temperaturas, la refrigeración de los paneles puede ser menor, lo que no ocurre con las placas solares fotovoltaicas monocristalinas y policristalinas, que al ser más sensibles a las elevadas temperaturas requieren que la refrigeración, causada principalmente por el viento y que es compleja si la instalación se sitúa en un tejado de las características del de este proyecto, sea muy importante.

La elección de este modelo de placa solar fotovoltaica se ha debido a que destacan su menor peso, su resistencia al granizo y su menor coste, teniendo también un buen valor de rendimiento, vida útil y su resistencia a las altas temperaturas.

En cuanto al inversor utilizado se ha optado por un inversor trifásico string, el Inversor Huawei Trifásicos 60kW, V-200-1000V 6 MPPT.

Los inversores string tienen un rendimiento menor que los microinversores e híbridos, pero son los más adecuados para este tipo de instalación debido a que no se verá perjudicado por el sombreado de las placas solares fotovoltaicas, su menor precio y a su sencillo mantenimiento, siendo el modelo elegido el más adecuado al disponer de una mejor protección para el usuario frente a posibles derivaciones, una mayor eficiencia, un mejor sistema de enfriamiento y al tener una tensión nominal adecuada a esta instalación.

Como cuadro de riego se ha optado por el cuadro eléctrico Dositech Dosirian+, al ser este el que más prestaciones consideradas como importantes tiene, como es la indicación del sentido de avance del pivot, la localización de posibles fallos y averías, la posibilidad de temporizar el riego, el control del cañón final y del autorreverse por ángulo y la posibilidad de supervisión y control del riego vía internet.

## **1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Con el presente proyecto se pretenden instalar en el tejado sur de 522,015m<sup>2</sup> de una nave agrícola 326,06m<sup>2</sup> de placas solares fotovoltaicas para abastecer de energía a la propia nave, a un pivot y a una electrobomba sumergida situada en un sondeo que proporciona agua al pivot, siendo la potencia máxima demandada por la explotación de 55kW.

Así, se utilizarán 156 placas solares fotovoltaicas, el modelo JLS120M375W de la marca JNL SOLAR, de 375W de potencia unitaria, un

rendimiento del 20,5% y una superficie por placa de 1,83m<sup>2</sup>, con lo que se conseguirá generar una potencia total de 58,50kW en un momento dado y una energía anual de 21024kWh.

Sabiendo que actualmente se consume una media de 19046,90kWh anuales, se producirá un excedente de energía de 1451,50kWh. Este elevado excedente se debe a la elevada demanda exigida por la explotación en verano, demanda muy inferior durante el resto del año a causa de que no se riega o se hace muy poco, por lo que el uso de la electrobomba sumergida, que es elemento que mayor demanda de potencia y energía exige, se reduce a unos siete meses (tal como se indica en el ANEJO V - ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA EXPLOTACIÓN).

El inversor utilizado en esta instalación es un inversor tipo cadena o string, el Inversor Huawei Trifásico 60kW V-200-1000V 6MPPT, el cual tiene una eficiencia del 99% y una potencia de 60kW.

Para este proyecto también es importante el cuadro eléctrico al que irán conectados el pívot y la electrobomba sumergida, y que obtendrá la energía necesaria a partir de la generada por las placas solares fotovoltaicas y que facilitará las labores del agricultor y mejorará la eficiencia en el uso del agua de la explotación, tal como se refleja en el anejo VII (sistemas de telecontrol y telegestión del riego).

Es importante recordar que esta explotación agrícola cuenta con un segundo pívot al cuál es imposible conectar con la instalación fotovoltaica, por lo que sus consumos, como los del resto de la explotación cuando la producción sea deficiente o inexistente (cuando, por ejemplo, sea necesario regar por la noche) serán abastecidos por la red y compensados por los excedentes de consumo de la instalación fotovoltaica.

## **1.6. IMPACTO AMBIENTAL**

El presente proyecto no está sometido a evaluación de impacto ambiental, siguiendo de aplicación la ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental tal como se refleja en los anejos I, II y III, tal como se indica en el anejo XI del presente proyecto.

Se busca reducir las emisiones contaminantes de la explotación agrícola generadas con los múltiples desplazamientos que debe realizar el agricultor en verano para iniciar o finalizar el riego, y al obtener la explotación la energía que requiere de la red. De esta forma, se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero y se hará que la explotación sea más eficiente desde el punto de vista energético, económico y del consumo del agua, ya que con la instalación de sistemas de telecontrol y telegestión del riego el agricultor podrá tener un mayor control de su explotación, actuando de forma más rápida y eficiente ante la aparición de averías en el sistema de riego que provoquen fugas.

## **1.7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Para preservar la salud de todo el personal implicado en las actuaciones descritas en el presente proyecto se han identificado en el anejo XII (estudio básico de seguridad y salud) los principales riesgos que se pueden dar durante la ejecución de la instalación, así como las medidas preventivas pertinentes. De esta forma, será de aplicación la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.



## 1.8. PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

Tal como se indica en el anejo IX del presente proyecto, se iniciará con la tramitación de las licencias, lo cual llevará tres meses, tras lo que se iniciará con la instalación de las placas solares fotovoltaicas (que durará tres semanas) y con la instalación del cuadro de riego y el inversor en el interior de la nave (para que de esta forma estén protegidos de inclemencias meteorológicas, animales y robos), lo que llevará una semana.

Después de una semana de haber comenzado, se conectará al cuadro de riego el pívot y la electrobomba sumergida del sondeo, y, tras terminar la instalación de las placas solares, se procederá a conectarlas al inversor, al cuadro eléctrico de la nave y al cuadro de riego.

(1) Diagrama de Gantt.

| ACTIVIDADES                                                                        | TIEMPO DE DURACIÓN |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------|-------|
|                                                                                    | Enero              | Febrero | Marzo | Abril |
| Obtención de las licencias                                                         | ■                  |         |       |       |
| Colocación de las placas solares                                                   |                    |         |       | ■     |
| Instalación del cuadro de riego y conexión al cuadro eléctrico de la nave          |                    |         |       | ■     |
| Instalación del inversor y conexión al cuadro eléctrico de la nave                 |                    |         |       | ■     |
| Conexión del pívot y de la electrobomba sumergida al cuadro de riego               |                    |         |       | ■     |
| Conexión de las placas solares al cuadro eléctrico de la nave y al cuadro de riego |                    |         |       | ■     |

Fuente: elaboración propia.

## 1.9. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto es rentable, tal y como se explica en el ANEJO XV – ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA, siendo el valor actual neto positivo para un interés del 14% en el supuesto del 2021 y del 3% en el del 2019.

Un dato a tener en cuenta es el hecho de que para el cálculo de la rentabilidad de este proyecto se ha tenido en cuenta el ahorro económico derivado del autoconsumo y la venta de energía excedente a la red, sin tener en cuenta otros beneficios que pueda generar la explotación, además, el promotor se beneficiará de una subvención que cubrirá el 45% de la inversión, es decir, 13.594,12€ de los 30.209,16€ totales. Dicha subvención se recoge en el *“Real Decreto 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia”*.

## 1.10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| PRESUPUESTO GENERAL                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|
| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                          | Parcial      | Importe            |
| Instalación de las placas solares fotovoltaicas                                                                                                                                                                                                                      |              |                    |
| Oficial 1ª instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                         |              | 2.349,60 €         |
| Ayudante instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                           |              | 2.161,20 €         |
| Módulo solar fotovoltaico de capa fina JLS120M375W de la marca JNL SOLAR.                                                                                                                                                                                            |              | 7.044,96 €         |
| Conectores tipo MC4 machos y hembras con cable (se toma como unidad un conector macho más un conector hembra más 1m de cable).                                                                                                                                       |              | 1.435 €            |
| Abrazadera de panel de extremo lateral sin marco.                                                                                                                                                                                                                    |              | 13,04 €            |
| Abrazadera de mediados de panel sin marco.                                                                                                                                                                                                                           |              | 250,80 €           |
| Raíl de aluminio 40x40 para la fijación de los paneles solares.                                                                                                                                                                                                      |              | 1.718,40 €         |
| Cruce de ferrocarril.                                                                                                                                                                                                                                                |              | 483,36 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b> | <b>15.456,56 €</b> |
| Instalación del inversor                                                                                                                                                                                                                                             |              |                    |
| Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                             |              | 782,40 €           |
| Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                               |              | 720,40 €           |
| Inversor trifásico Huawei Trifásico 60kW V-200-1000V 6MPPT.                                                                                                                                                                                                          |              | 5.750,00 €         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b> | <b>7.252,80 €</b>  |
| Instalación del cuadro de riego                                                                                                                                                                                                                                      |              |                    |
| Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                             |              | 782,40 €           |
| Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                               |              | 720,40 €           |
| Cuadro eléctrico Dositech Dosirian +.                                                                                                                                                                                                                                |              | 4.650,00 €         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b> | <b>6.152,80 €</b>  |
| Elementos de protección individuales                                                                                                                                                                                                                                 |              | 1.347,00 €         |
| <b>Presupuesto total instalaciones</b>                                                                                                                                                                                                                               |              | <b>30.209,16 €</b> |
| <p>El presupuesto general de este anteproyecto asciende a la cantidad de treinta mil doscientos nueve con dieciséis euros (30.209,16€)</p> <p>Soria, noviembre de 2021</p> <p><i>Aurora</i></p> <p>Fdo: Aurora Arroyo García<br/>Ingeniería Agraria y Energética</p> |              |                    |



# **ANEJOS**



## 2.1. ANEJO I – INFORMACIÓN DE LAS PARCELAS

### 2.1.1. INFORMACIÓN CATASTRAL DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICA LA NAVE AGRÍCOLA

En la siguiente tabla se indican los datos referentes a la parcela en la que se encuentran el sondeo y la nave agrícola, sobre cuyo tejado sur se situará la instalación de placas solares fotovoltaicas.

(1) Datos de la parcela en la que se encuentra la nave agrícola.

| Polígono | Parcela | Nº catastro          | Clase   | Uso principal | Superficie construida (m <sup>2</sup> ) | Superficie total (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---------|----------------------|---------|---------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| 3        | 104     | 47022A003001040000IH | Rústico | Agrario       | 1.000                                   | 22.109                             |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. INFORMACIÓN CATASTRAL DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICA EL PÍVOT

A continuación, se muestra una tabla con los datos de las parcelas afectadas por el pívot.

(1) Datos de las parcelas afectadas por el pívot.

| Polígono | Parcela | Nº catastro          | Clase   | Uso principal | Superficie construida (m <sup>2</sup> ) | Superficie total (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---------|----------------------|---------|---------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
| 3        | 100     | 47022A003001000000IE | Rústico | Agrario       | 0                                       | 10.601                             |
| 3        | 101     | 47022A003001010000IS | Rústico | Agrario       | 0                                       | 49.371                             |
| 3        | 102     | 47022A003001020000IZ | Rústico | Agrario       | 0                                       | 22.375                             |
| 3        | 103     | 47022A003001030000IU | Rústico | Agrario       | 0                                       | 6.322                              |
| 3        | 104     | 47022A003001040000IH | Rústico | Agrario       | 1.000                                   | 22.109                             |
| 3        | 105     | 47022A003001050000IW | Rústico | Agrario       | 0                                       | 17.250                             |
| 3        | 108     | 47022A003001080000IY | Rústico | Agrario       | 0                                       | 47.875                             |

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.3. FICHA URBANÍSTICA

Para la realización de las actuaciones de instalación de placas solares sobre el tejado de la nave agrícola ha sido necesario disponer de la ficha urbanística, la cual se muestra a continuación.

|                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| TÍTULO DEL PROYECTO:                   | NAVE PARA MAQUINARIA, EQUIPOS AGRICOLAS Y GRANO                                    |
| EMPLAZAMIENTO:                         | PARCELA Nº 104 Y 105, POLÍGONO 3.                                                  |
| MUNICIPIO Y PROVINCIA:                 | BOCIGAS (VALLADOLID)                                                               |
| PROMOTOR:                              | AYAPRO SLL                                                                         |
| INGENIERA TÉCNICA AGRÍCOLA AUTORA:     | AURORA ARROYO GARCÍA                                                               |
| NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE:       | NORMAS SUBSIDIARIAS DE PLANEAMIENTO MUNICIPAL CON ÁMBITO PROVINCIAL DE VALLADOLID. |
| CALIFICACIÓN DEL SUELO QUE SE OCUPARÁ: | NO URBANIZABLE COMÚN.                                                              |

#### FICHA URBANÍSTICA

| DESCRIPCIÓN          | EN NORMATIVA         | EN PROYECTO            | CUMPLIMIENTO (SI o NO) |
|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| USO DEL SUELO        | NO URBANIZABLE COMÚN | NO URBANIZABLE COMÚN   | SI                     |
| PARCELA MÍNIMA       | 5.000 M2             | 38.900 M2              | SI                     |
| OCUPACIÓN MÁXIMA     | 2.000 M2             | 1.000 M2               | SI                     |
| EDIFICABILIDAD       |                      |                        |                        |
| Nº PLANTAS s/rasante | BAJO + 1             | BAJO                   | SI                     |
| ALTURA MÁXIMA        | 7 M A CORNISA        | 7 M A CORNISA          | SI                     |
| VUELO MÁXIMO         |                      |                        |                        |
| RETRANQUEOS MÍN.     | 7 M A LINDEROS       | 7,09/7,76/8,65/10,59 M | SI                     |
| FONDO EDIFICABLE     |                      |                        |                        |
|                      |                      |                        |                        |
|                      |                      |                        |                        |

La Ingeniera Técnica Agrícola que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las Normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas.

Por ello, en cumplimiento del artículo 47 del Reglamento de Disciplina Urbanística firma en Bocigas, A 1 de noviembre de 2021

Firmado:

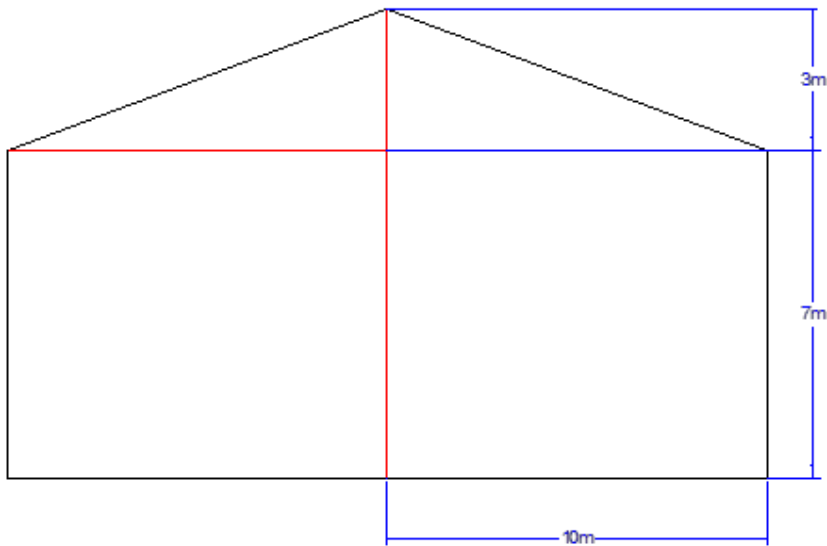
*Aurora*



## 2.2. ANEJO II – NAVE AGRÍCOLA

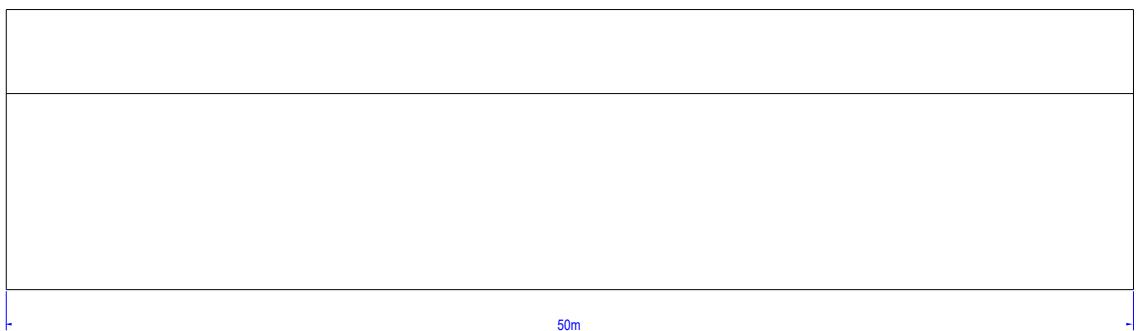
La edificación en la que se planea hacer la instalación es una nave agrícola de 50m de longitud, una anchura de 20m, una altura de cumbrera de 10m y una altura hasta alero de 7m, por lo que el tejado tiene una pendiente del 30% (es decir, de 16,70°), siendo la superficie del tejado utilizable (sabiendo que solo se usará la mitad del tejado orientada hacia el sur por ser esta la orientación óptima) de:

$$50m * \sqrt{10^2m + 3^2m} = 522,015m^2$$



(1) Alzado de la nave agrícola.

Fuente: elaboración propia.



(2) Perfil de la nave agrícola.

Fuente: elaboración propia.

## **2.3. ANEJO III – DESCRIPCIÓN DEL PÍVOT**

La explotación agrícola cuenta con dos pivots de iguales características.

Cada pivot tiene una longitud de 158,30m, llegando el radio regado a los 173,30m. La velocidad máxima que pueden alcanzar es de 170m/h y el caudal máximo es de 50.000l/h, cubriendo una superficie total de 9,44ha cada uno en un giro de 360°, requiriendo una potencia aproximada de 500W.

## **2.4. ANEJO I V – DESCRIPCIÓN DE LA ELECROBOMBA SUMERGIDA**

En la explotación agrícola en la que se llevará a cabo la actuación existe un sondeo del cual se extrae el agua necesaria para regar parte de las parcelas que conforman esta explotación. Para ello se usa una electrobomba sumergida de 45kW.

## **2.5. ANEJO V – ESTUDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA GLOBAL DE LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA**

En este anejo se estudiará el consumo de energía de la explotación agrícola anual mes a mes. De esta forma se indicará, por separado el consumo de la nave agrícola y del riego, del sondeo y de dos pivots (pivot 1 y pivot2), habiendo uno de ellos (pivot 2) al cual no se podrá suministrar energía a partir de la obtenida mediante las placas solares fotovoltaicas debido a que para poder conectar ambas instalaciones sería necesario atravesar parcelas con dicha

conexión que no son propiedad del promotor, por lo cual este pívot recibirá la energía necesaria de la red, pero, dado que se pretende inyectar a la red los excesos de energía producidos por las placas solares a, se realizará una compensación entre la energía consumida por el pivot 2 y la suministrada a la red. En todo caso, si se produjera una deficiente producción de energía eléctrica por parte de la instalación fotovoltaica, se tomará la energía necesaria de la red, compensándose también esta deficiencia de producción con el exceso de producción que se dé cuando las condiciones meteorológicas sean óptimas y el consumo por parte de la explotación no sea excesivo.

A continuación, se muestra el consumo energético de la explotación agrícola:

(1) Consumo energético en kWh.

| Mes          | Nave agrícola | Riego          |         |         |
|--------------|---------------|----------------|---------|---------|
|              |               | Sondeo         | Pívot 1 | Pívot 2 |
| Enero        | 40,6          | 0              | 0       | 0       |
| Febrero      | 35,1          | 0              | 0       | 0       |
| Marzo        | 30            | 2,94           | 0,03    | 0,03    |
| Abril        | 34,5          | 1043,62        | 12,69   | 12,69   |
| Mayo         | 40            | 1321,94        | 15,53   | 15,53   |
| Junio        | 18            | 1685,52        | 19,24   | 19,24   |
| Julio        | 49            | 4778,4         | 50,8    | 50,8    |
| Agosto       | 23,5          | 6090,22        | 74,39   | 74,39   |
| Septiembre   | 25            | 2717,54        | 27,73   | 27,73   |
| Octubre      | 47,5          | 523,32         | 5,34    | 5,34    |
| Noviembre    | 56            | 18,62          | 0,19    | 0,19    |
| Diciembre    | 48,7          | 4,9            | 0,05    | 0,05    |
| <b>Total</b> |               | <b>19046,9</b> |         |         |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior los meses de mayor consumo son julio y agosto, por lo que a continuación se calculará el consumo máximo en una hora en dichos meses, teniendo en cuenta que ambos pívots nunca funcionarán a la vez, por lo que el máximo consumo se dará si se está consumiendo energía en la nave agrícola, en el sondeo y en uno de los pívots.

El consumo máximo en el mes de julio será la suma de los consumos máximos de la nave agrícola que es de 9,5kWh, el del pívot que es de 0,5kWh y el del sondeo que es de 45kWh. Por lo tanto, la energía máxima que puede

exigir la explotación es de:

$$9,5 + 0,5 + 45 = 55kWh$$

Por lo que la potencia que deberán suministrar las placas solares deberá ser:

$$\frac{55kWh}{1h} = 55kW$$

El consumo máximo en el mes de agosto será la suma de los consumos máximos de la nave agrícola que es de 7,2kWh, el del pivot que es de 0,5kWh y el del sondeo que es de 45kWh. Por lo tanto, la energía máxima que puede exigir la explotación es de:

$$7,2 + 0,5 + 45 = 52,7kWh$$

## **2.6. ANEJO VI – ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **2.6.1. INTRODUCCIÓN**

En este apartado se estudiarán los datos climáticos del municipio en el que se planea hacer la instalación fotovoltaica, determinando de esta manera los condicionantes referidos a este aspecto, ya sea para definir la energía que se prevé obtener mediante el estudio de la irradiación solar, como para señalar los daños que pueden ocasionar en la instalación diferentes factores climáticos, principalmente la temperatura, el viento, la nubosidad, la nieve y el granizo.

## 2.6.2. TEMPERATURA

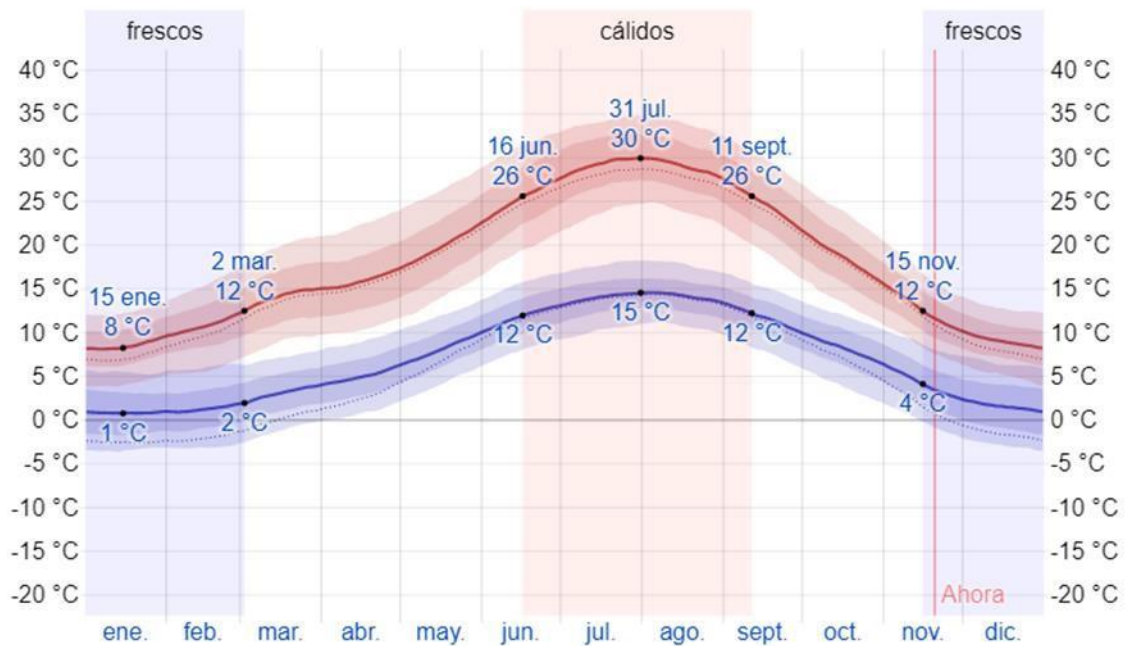
Las altas temperaturas tienen un efecto negativo sobre el rendimiento de las placas solares fotovoltaicas, ocasionando una caída de voltaje que deriva en una menor potencia de salida, siendo la temperatura óptima de funcionamiento de una placa solar fotovoltaica de 25°C. De esta forma se reduce en un 0,45% la eficiencia de estos elementos por cada grado que se aumente.

Por lo tanto, a la hora de elegir el modelo de placa fotovoltaica más adecuada será un factor que se deberá tener en cuenta.

(1) Temperaturas medias, temperaturas medias máximas y temperaturas medias mínimas en Valladolid.

| Mes        | Temperatura media mensual/anual (°C) | Temperatura media mensual/anual de la temperaturas máximas diarias (°C) | Temperatura media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Enero      | 4.2                                  | 8.2                                                                     | 0.2                                                                      |
| Febrero    | 5.9                                  | 11.2                                                                    | 0.7                                                                      |
| Marzo      | 9.0                                  | 15.2                                                                    | 2.8                                                                      |
| Abril      | 10.7                                 | 16.9                                                                    | 4.6                                                                      |
| Mayo       | 14.5                                 | 21.0                                                                    | 7.9                                                                      |
| Junio      | 19.3                                 | 27.0                                                                    | 11.6                                                                     |
| Julio      | 22.3                                 | 30.7                                                                    | 14.0                                                                     |
| Agosto     | 22.1                                 | 30.1                                                                    | 14.1                                                                     |
| Septiembre | 18.5                                 | 25.6                                                                    | 11.3                                                                     |
| Octubre    | 13.2                                 | 18.9                                                                    | 7.6                                                                      |
| Noviembre  | 7.9                                  | 12.4                                                                    | 3.5                                                                      |
| Diciembre  | 5.0                                  | 8.6                                                                     | 1.3                                                                      |

Fuente: Aemet.



(1) Promedio de temperaturas máximas y mínimas.

Fuente: weatherspark.com

### 2.6.3. VIENTO

El viento puede ser tanto beneficioso como perjudicial para una instalación de placas solares fotovoltaica. En el primer caso, ante las elevadas temperaturas que puedan adquirir las placas solares actúa enfriándolas, mejorando de esta forma su rendimiento al reducir su temperatura, razón por la que se suele dejar un espacio entre el tejado y la placa, permitiendo la circulación del aire entre estos dos elementos.

También es el fenómeno meteorológico más peligroso para una instalación fotovoltaica, y en especial si se trata de viento del norte, ya que puede dar lugar al “efecto vela” al impactar contra las placas solares por su cara inferior. El viento racheado también ocasiona problemas, al provocar el aflojamiento de los elementos de fijación de las placas.

En esta instalación no existirá el problema del “efecto vela”, ya que se instalarán las placas solares sobre el tejado de una nave agrícola con tejado a dos aguas, colocándose éstas en la sección del tejado orientada hacia el Sur,

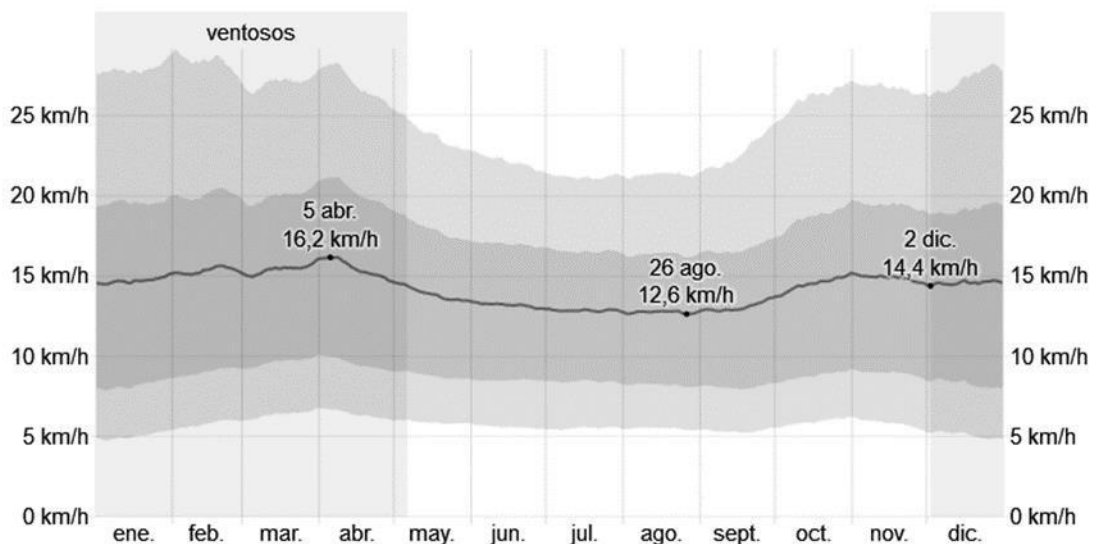
siendo ésta la orientación óptima para este tipo de instalación debido a que será fija, es decir, las placas solares no se orientarán a lo largo del día.

A continuación, se muestran los valores de la velocidad media del viento y la dirección predominante en la localización donde se planea hacer la instalación.

(2) Velocidad y dirección dominante del viento.

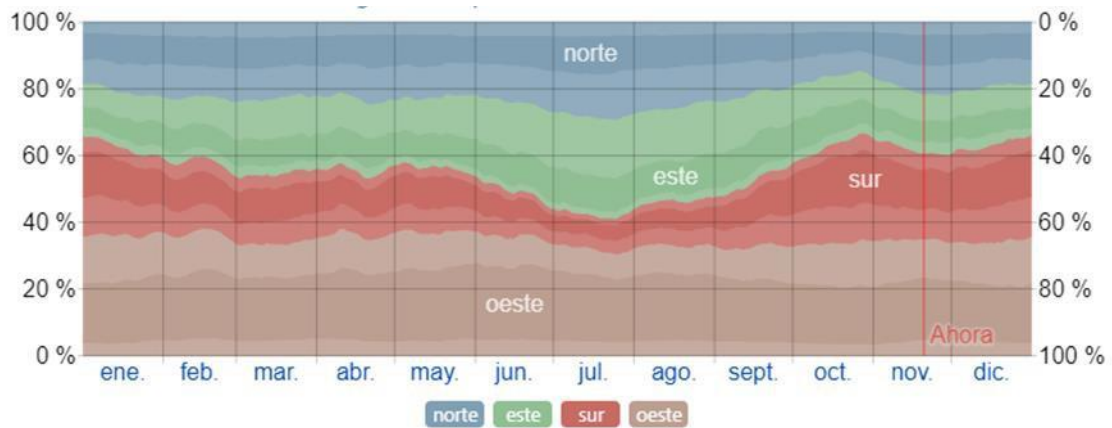
| Mes        | Velocidad del viento (km/h) | Dirección predominante del viento |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Enero      | 14,7                        | Oeste                             |
| Febrero    | 15,3                        | Oeste                             |
| Marzo      | 15,5                        | Oeste                             |
| Abril      | 15,4                        | Oeste                             |
| Mayo       | 13,9                        | Oeste                             |
| Junio      | 13,2                        | Oeste                             |
| Julio      | 12,8                        | Oeste                             |
| Agosto     | 12,8                        | Oeste                             |
| Septiembre | 13,1                        | Oeste                             |
| Octubre    | 15,5                        | Oeste                             |
| Noviembre  | 14,9                        | Oeste                             |
| Diciembre  | 14,6                        | Oeste                             |

Fuente: Aemet.



(2) Velocidad promedio del viento.

Fuente: weatherspark.com



(3) Dirección promedio del viento.

Fuente: weatherspark.com

## 2.6.4. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía emitida por el Sol y la que llega a la Tierra se cuantifica mediante la irradiación solar, que es la energía recibida por unidad de superficie.

Esta radiación se compone de tres tipos principales de radiaciones, que son:

- La radiación infrarroja, que constituye el 49% de la radiación solar.
- La radiación visible, que constituye el 43% de la radiación solar.
- La radiación ultravioleta, que constituye el 7% de la radiación solar.

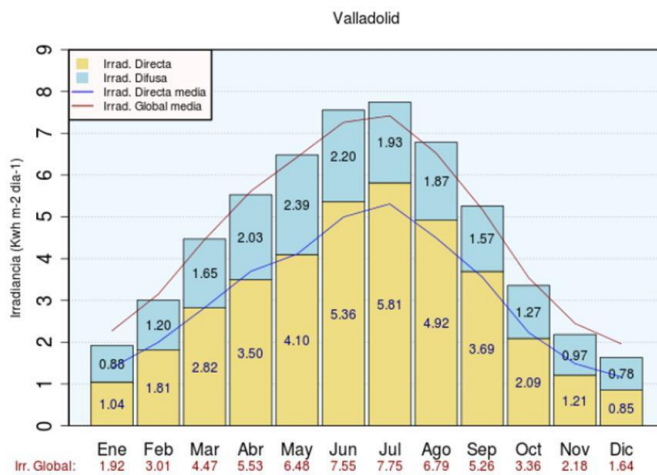
Existen otros tipos de radiación dentro de la solar, pero que tan solo representan el 1% del total (como son las microondas, los rayos X y los rayos Gamma).



Para llegar a la superficie terrestre la radiación solar se ve sometida a fenómenos de reflexión, absorción y difusión. Esto se debe a que tiene que atravesar la atmósfera, donde los gases que la forman son los responsables de que se dé este suceso, variando el grado en el que la radiación se verá afectada en función de su frecuencia.

La atmósfera también reduce la cantidad de radiación procedente del Sol que llega hasta la superficie terrestre al reflejar parte de esta radiación al espacio exterior.

La radiación recibida del Sol varía a lo largo del año, dándose sus mínimos en diciembre con una radiación de 147MJ/m<sup>2</sup> en la provincia de Valladolid, y alcanzando su máximo en julio con 690MJ/m<sup>2</sup> en dicha provincia.



(4) Irradiancia media anual en la provincia de Valladolid.

Fuente: Aemet.

(3) Horas de luz e irradiación solar.

| Mes        | Nº medio mensual/anual de días despejados | Nº medio mensual anual de horas de Sol | Irradiación (MJ/m2) |
|------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| Enero      | 3.5                                       | 101                                    | 178                 |
| Febrero    | 4.3                                       | 147                                    | 254                 |
| Marzo      | 6.0                                       | 215                                    | 402                 |
| Abril      | 3.9                                       | 232                                    | 472                 |
| Mayo       | 3.5                                       | 272                                    | 548                 |
| Junio      | 7.8                                       | 322                                    | 621                 |
| Julio      | 14.1                                      | 363                                    | 690                 |
| Agosto     | 11.8                                      | 334                                    | 632                 |
| Septiembre | 7.5                                       | 254                                    | 530                 |
| Octubre    | 4.2                                       | 182                                    | 324                 |
| Noviembre  | 3.5                                       | 117                                    | 226                 |
| Diciembre  | 3.2                                       | 89                                     | 147                 |

Fuente: Aemet

## 2.6.5. OTROS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

En este apartado se explicarán otros fenómenos meteorológicos que pueden afectar a la instalación de placas solares fotovoltaicas, siendo sus efectos tanto positivos como negativos, dependiendo del fenómeno y en qué medida se dé:

- Nubosidad y niebla:

Las placas solares son capaces de absorber la radiación directa e indirecta procedentes del Sol, por lo que aun existiendo nubosidad o niebla serán capaces de producir energía, aunque su rendimiento estará en torno al 10% y al 15% de la producción total.

Las nubes afectan a la radiación solar de forma que la absorben, la reflejan y la difuminan, lo que no solo repercute en que a la placa le llegue menor radiación solar, sino que también atenúan la temperatura, haciendo que éstas sean más templadas.

- Lluvia:

Este fenómeno meteorológico tiene efectos positivos sobre las placas

solares fotovoltaicas, debido a que limpia la suciedad de su superficie, la cual disminuye su rendimiento.

El único efecto negativo que puede ocasionar es el de producir corrosiones si se produce la acumulación del agua, mientras que la posibilidad de que la lluvia dañe directamente a las placas solares es muy baja.

- Granizo:

En este caso es importante estudiar la vulnerabilidad de las placas solares fotovoltaicas al impacto de granizo sobre su superficie, lo que puede conllevar la rotura del vidrio protector de las células fotovoltaicas, por lo que para evitarlo será recomendable invertir en placas de mayor calidad.

- Tormenta:

El mayor efecto negativo para la instalación que tienen las tormentas es la posible caída de rayos sobre ella, lo cual es muy poco probable.

Actualmente, todas las instalaciones fotovoltaicas cuentan con sistemas de conexión a tierra para evitar las sobretensiones eléctricas que pueda generar un rayo.

Las tormentas tienen también un efecto positivo sobre las placas solares, ya que, en el caso de las tormentas de verano, reducen su temperatura, haciendo que su rendimiento aumente.

- Nieve:

La acumulación de nieve no dañará directamente a las placas solares, pero actúa como una carga estructural estática incrementada, por lo que si la acumulación de nieve es excesiva podría causar el colapso del techo.

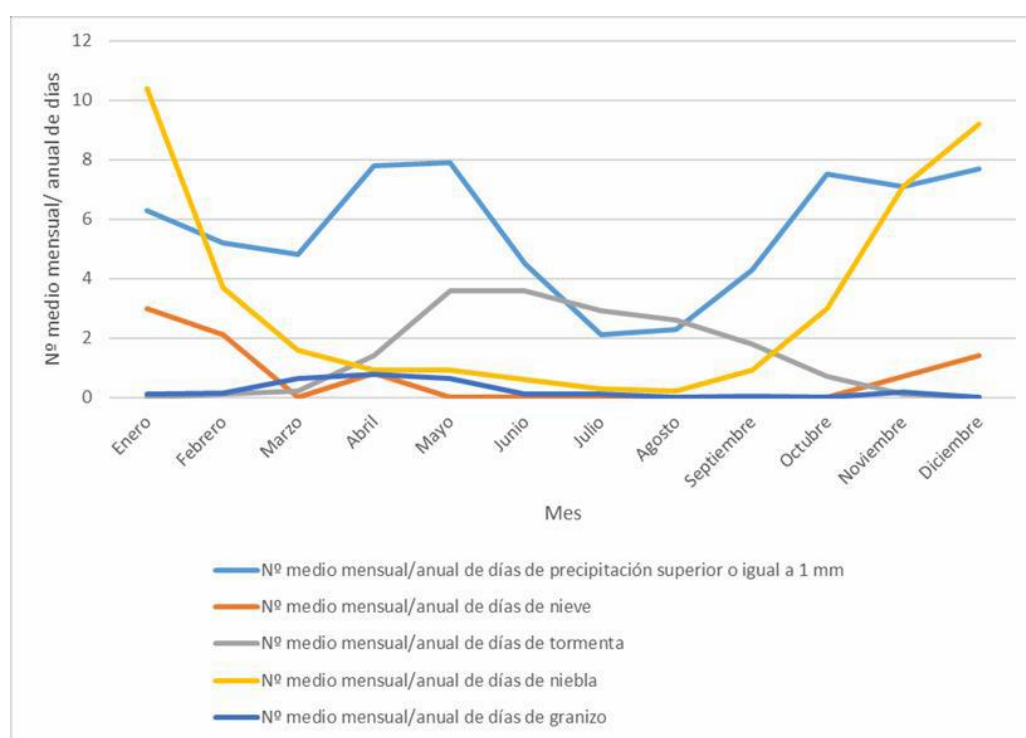
La nieve producirá, en todo caso, que las placas solares generen menos energía que la que realmente pueden generar, aunque presenta el beneficio adicional de que, al ser una superficie altamente reflectante, puede aumentar la

cantidad de radiación solar que llega a una placa solar.

(4) Número mensual de días en los que hay precipitaciones, nevadas, tormentas, niebla y granizo.

| Mes        | Nº medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm | Nº medio mensual/anual de días de nieve | Nº medio mensual/anual de días de tormenta | Nº medio mensual/anual de días de niebla | Nº medio mensual/anual de días de granizo |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Enero      | 6,3                                                                     | 3                                       | 0                                          | 10,4                                     | 0,1                                       |
| Febrero    | 5,2                                                                     | 2,1                                     | 0,1                                        | 3,7                                      | 0,1                                       |
| Marzo      | 4,8                                                                     | 0,8                                     | 0,2                                        | 1,6                                      | 0,6                                       |
| Abril      | 7,8                                                                     | 0,8                                     | 1,4                                        | 0,9                                      | 0,8                                       |
| Mayo       | 7,9                                                                     | 0                                       | 3,6                                        | 0,9                                      | 0,6                                       |
| Junio      | 4,5                                                                     | 0                                       | 3,6                                        | 0,6                                      | 0,1                                       |
| Julio      | 2,1                                                                     | 0                                       | 2,9                                        | 0,3                                      | 0,1                                       |
| Agosto     | 2,3                                                                     | 0                                       | 2,6                                        | 0,2                                      | 0,0                                       |
| Septiembre | 4,3                                                                     | 0                                       | 1,8                                        | 0,9                                      | 0,0                                       |
| Octubre    | 7,5                                                                     | 0                                       | 0,7                                        | 3                                        | 0,0                                       |
| Noviembre  | 7,1                                                                     | 0,7                                     | 0,1                                        | 7,1                                      | 0,2                                       |
| Diciembre  | 7,7                                                                     | 1,4                                     | 0                                          | 9,2                                      | 0,0                                       |

Fuente: Aemet.



(5) Número mensual de días en los que hay precipitaciones, nevadas, tormentas, niebla y granizo.

Fuente: elaboración propia.

## **2.7. ANEJO VII – MÓDULO FOTOVOLTAICO E INVERSOR**

### **2.7.1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se elegirá el tipo de placa solar fotovoltaico más adecuada para la instalación, comparando posteriormente diferentes modelos del tipo de placa elegido. De esta forma se busca elegir la placa y el inverso que mejor se adapten a las necesidades de la explotación y a las condiciones ambientales en las que se encuentra, y con una relación calidad precio adecuada.

### **2.7.2. ELECCIÓN DEL TIPO DE PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Existen tres tipos de placas solares: las monocristalinas, las policristalinas y las de capa fina.

Las placas solares monocristalinas son las más eficientes debido a que están fabricadas con silicio más puro, lo cual incrementa su coste.



(1) Placa solar monocristalina.

Fuente: ecosolaresp.com

Las placas solares policristalinas están fabricadas con silicio menos puro que el usado en la fabricación de las placas solares monocristalinas, lo que reduce su eficiencia, pero también su precio. Es también el tipo de placa solar al que más negativamente afectan las altas temperaturas.



(2) Placa solar policristalina.

Fuente: electrosistemas.com.ar.

Las placas solares de capa fina son las más usadas actualmente para el uso doméstico debido a su menor precio debido a que la pureza del silicio utilizado es mucho menor que las explicadas con anterioridad. Una característica por la cual destaca es por su flexibilidad, la cual le permite adaptarse a diversas superficies.



(3) Placa solar de capa fina.

Fuente: solam-energy.cl

A continuación, se muestra la comparación de los tres tipos de placas solares, estudiando las características que para esta situación concreta se han considerado más relevantes:

(1) Comparación de las placas solares monocristalinas, policristalinas y de capa fina.

| Característica                                             | Tipo de placa solar |                |           |
|------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|-----------|
|                                                            | Monocristalino      | Policristalino | Capa fina |
| Rendimiento (20%)                                          | 0,6                 | 0,4            | 0,2       |
| Coste (15%)                                                | 0,15                | 0,3            | 0,45      |
| Vida útil (15%)                                            | 0,45                | 0,3            | 0,15      |
| Funcionamiento en condiciones de elevada temperatura (10%) | 0,2                 | 0,1            | 0,3       |
| Producción con luz difusa (15%)                            | 0,3                 | 0,15           | 0,45      |
| Resistencia (20%)                                          | 0,2                 | 0,4            | 0,6       |
| Espacio requerido para obtener 1kW (5%)                    | 0,15                | 0,1            | 0,05      |
| Puntuación                                                 | 2,05                | 1,75           | 2,2       |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar, el tipo de placa solar idóneo para esta instalación es la de capa fina.

### 2.7.3. ELECCIÓN DEL MODELO DE PLACA SOLAR FOTOVOLTAICA

Se han estudiado tres modelos de placas solares fotovoltaicas, el JLS120M375W de la marca JNL SOLAR, el ASI 81 de la marca SCHOTT Solar y el SERIES 6 de la marca First Solar.

(1) Comparación de los tres modelos de placas solares fotovoltaicas.

| Característica | Modelo de placa solar de capa fina |                       |                        |
|----------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|
|                | JLS120M375W (JNL SOLAR)            | ASI 81 (SCHOTT Solar) | SERIES 6 (First Solar) |
| Rendimiento    | 2                                  | 1                     | 3                      |

|                                                                                      |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Vida útil                                                                            | 2  | 3  | 1  |
| Potencia pico                                                                        | 1  | 2  | 3  |
| Potencia nominal                                                                     | 2  | 1  | 3  |
| Tolerancia                                                                           | 2  | 3  | 1  |
| Influencia de las altas                                                              | 2  | 1  | 3  |
| Relación peso/área unidad                                                            | 3  | 2  | 1  |
| Resistencia (al granizo)                                                             | 3  | 2  | 1  |
| Nº de placas solares necesarias para proporcionar 55kW (nº=55kW/potencia unitaria de | 2  | 1  | 3  |
| Coste unitario                                                                       | 3  | 1  | 2  |
| Puntuación                                                                           | 22 | 17 | 21 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se le ha dado valor 3 al modelo con una mejor característica y 1 al que la característica es peor.

Tras estudiar las características que se han considerado más importantes para la elección de dicha placa, se ha elegido el modelo JLS120M375W de la marca JNL SOLAR, ya que, como se muestra en la tabla anterior, es la opción óptima respecto a los otros dos modelos.

Por lo tanto, sabiendo que la potencia nominal de la placa solar elegida es de 375W y que la demanda máxima de potencia es de 55kW, serán necesarias:

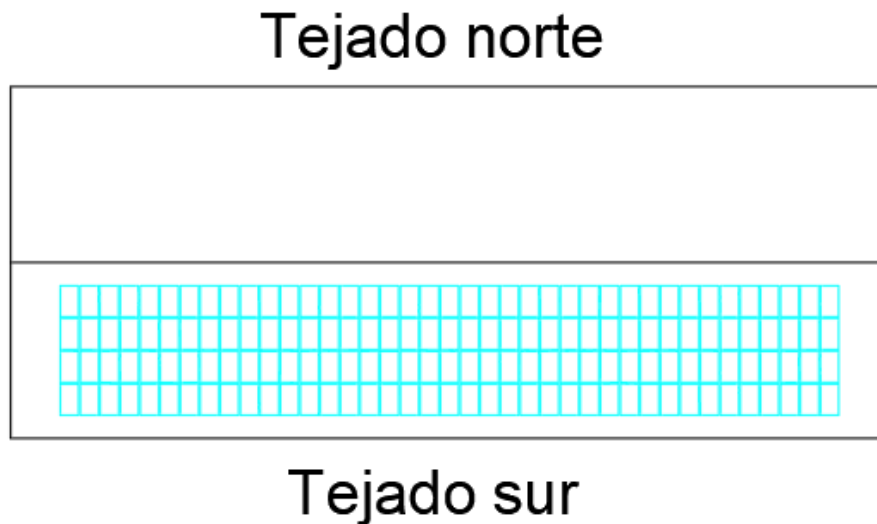
$$\frac{55kW * \frac{1000W}{kW}}{375W} = 146,67 \approx 147 \text{ placas solares fotovoltaicas}$$

Como se ha descrito en el ANEJO II – NAVE AGRÍCOLA, la superficie de tejado utilizable para hacer la instalación es de 522,015m<sup>2</sup>, y que las dimensiones de la placa estudiada son de 1,245x0,635m, el número de placas solares que se pueden poner es de:

$$\frac{522,015m^2}{(1,763m * 1,04m)} = 284,706 \approx 285 \text{ placas solares fotovoltaicas}$$



Sabiendo que la distancia entre placas de una misma fila será de 5cm y la distancia entre filas de 10cm, se colocarán 156 placas que proporcionarán una potencia total de 58,50kW. No se pondrán 147 placas debido a que fácilmente se podría exceder en el caso de, por ejemplo, un día de máxima demanda con nubosidad y en verano) tal y como se muestra en la siguiente imagen.



(4) Disposición de las placas solares sobre el tejado Sur de la nave agrícola.

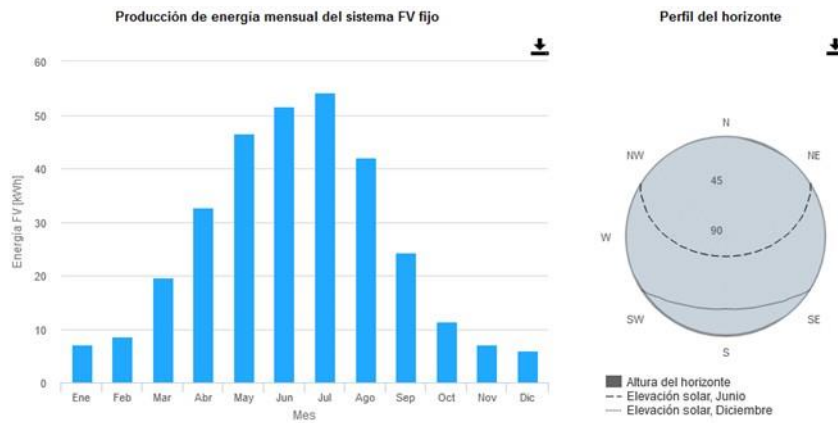
Fuente: elaboración propia.

Según lo estudiado en el ANEJO VI – ESTUDIO CLIMÁTICO en el apartado de irradiación solar, la energía que se producirá será:

(2) Energía mensual producida por la instalación de placas solares fotovoltaicas.

| MES                     | Energía producida por placa (kWh) | Numero de placas | Energía total mensual (kWh) |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|
| ENERO                   | 7,05                              | 160              | 1128                        |
| FEBRERO                 | 8,56                              | 160              | 1369,6                      |
| MARZO                   | 19,65                             | 160              | 3144                        |
| ABRIL                   | 32,75                             | 160              | 5240                        |
| MAYO                    | 46,46                             | 160              | 7433,6                      |
| JUNIO                   | 51,65                             | 160              | 8264                        |
| JULIO                   | 54,26                             | 160              | 8681,6                      |
| AGOSTO                  | 42,11                             | 160              | 6737,6                      |
| SEPTIEMBRE              | 24,3                              | 160              | 3888                        |
| OCTUBRE                 | 11,48                             | 160              | 1836,8                      |
| NOVIEMBRE               | 7,09                              | 160              | 1134,4                      |
| DICIEMBRE               | 6,01                              | 160              | 961,6                       |
| Energía anual producida |                                   |                  | 49819,2                     |

Fuente: elaboración propia.



(1) Energía anual producida por la instalación de placas solares fotovoltaicas.

Fuente: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP)

## 2.7.4. ELECCIÓN DEL TIPO DE INVERSOR

La función de los inversores es proteger la instalación en caso de cortocircuito, optimizar la producción de electricidad, sincronizar la energía producida con la red eléctrica, las baterías o la requerida por la explotación agrícola (en este caso) y recoger y ofrecer información sobre la producción de energía y el rendimiento de la instalación fotovoltaica. Por ello, es importante elegir el inversor que mejor se ajuste a la instalación fotovoltaica.

Dado que la instalación fotovoltaica será de autoconsumo y se inyectarán los excesos producidos a la red y no dispondrá de baterías, se instalará un inversor de conexión a la red.

Este tipo de inversores mantienen la tensión de la energía generada por las placas solares un poco más alta que la de la red. Así, se prioriza el uso de la energía generada por las placas solares, cogiendo energía de la red si la demanda energética de la explotación supera a la producción de las placas solares.

Los inversores con conexión a red se pueden dividir a su vez en inversores de tipo cadena (string), microinversores e híbridos.

Al tratarse de una instalación que se instalará sobre un tejado con orientación Sur y con una pendiente del 30%, se instalará un inversor trifásico string, ya que, aunque su rendimiento sea menor, son el tipo de inversor óptimo para este tipo de instalación, ya que no se verá perjudicado por el sombreado de las placas solares fotovoltaicas. Otras ventajas son su sencillo mantenimiento y su menor coste con respecto a otro tipo de inversores.

## 2.7.5. ELECCIÓN DEL MODELO DE INVERSOR

Se han estudiado tres modelos de inversores, sabiendo que la potencia deberá ser de 60kW. Estos tres inversores son el Inversor Huawei Trifásicos 60kW, V- 200-1000V 6 MPPT, el Solis Inversor 60 kW On Grid Certificado SEC y el INVERSOR TRIFASICO 60 KW - GROWATT MAX 60KTL3-LV.

(1) Comparación de los tres modelos de inversores.

| Característica                | Modelo de inversor                                  |                                              |                                                  |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                               | Inversor Huawei Trifásicos 60kW, V-200-1000V 6 MPPT | Solis Inversor 60 kW On Grid Certificado SEC | INVERSOR TRIFASICO 60 KW - GROWATT MAX 60KTL3-LV |
| Protección                    | 2                                                   | 1                                            | 2                                                |
| Nº de strings                 | 0                                                   | 0                                            | 0                                                |
| Eficiencia                    | 2                                                   | 2                                            | 1                                                |
| Enfriamiento                  | 3                                                   | 2                                            | 1                                                |
| Rango de tensión de operación | 1                                                   | 2                                            | 1                                                |
| Seguidores MPPT               | 2                                                   | 1                                            | 2                                                |
| Tensión de inicio             | 2                                                   | 1                                            | 3                                                |
| Tensión nominal               | 2                                                   | 1                                            | 2                                                |
| Coste unitario                | 1                                                   | 3                                            | 2                                                |
| Puntuación                    | 15                                                  | 13                                           | 14                                               |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se le ha dado valor 3 al modelo con una mejor característica y 1 al que la característica es peor.

En la tabla anterior se ha tomado como valor 0 aquellas características que son iguales en los tres inversores, y los valores 1 y 2 si dos de los inversores tenían igual esa característica.

Según el resultado obtenido en dicha tabla, el inversor idóneo para esta instalación es el Inversor Huawei Trifásicos 60kW, V-200-1000V 6 MPPT.

## **2.8. ANEJO VIII – SISTEMAS DE TELECONTROL Y TELEGESTIÓN DEL RIEGO**

El objetivo de instalar sistemas de telecontrol y telegestión del riego es facilitar al agricultor la acción de regar, al permitirle hacerlo desde cualquier lugar vía internet, evitando así que, de desplazarse hasta la nave, evitando así, también, la emisión de gases contaminantes, debido a que, hasta ahora, debía desplazarse hasta la explotación en automóvil obligatoriamente al no vivir en el municipio en el que se encuentra ésta.

Se han estudiado una serie de sistemas de telecontrol y telegestión del riego, eligiendo la más adecuada considerando ciertas características, tal como se muestra en la tabla siguiente, donde se ha dado el valor 1 si poseen esa característica y 0 si no lo hacen:

(1) Comparativa de los sistemas de telecontrol y telegestión del riego.

| Característica                                                                        | Modelo                               |                                         |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                                                       | Cuadro eléctrico Dositech Dosirain + | Programador de riego inteligente Ciclón | Pg 6010: programador autónomo Hydro-Plus |
| Interruptor general exterior con posibilidad de bloqueo                               | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Protección de los usuarios contra riesgos eléctricos mediante interruptor diferencial | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Ampliable                                                                             | 0                                    | 1                                       | 0                                        |
| Indicación sentido de avance de pivó                                                  | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Marcha del tramo final                                                                | 1                                    | 1                                       | 0                                        |
| Marcha del cañón                                                                      | 1                                    | 0                                       | 0                                        |
| Puesta en presión                                                                     | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Localización de posibles fallos                                                       | 1                                    | 1                                       | 0                                        |
| Analizador de averías                                                                 | 1                                    | 1                                       | 0                                        |
| Temporización                                                                         | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Voltímetro                                                                            | 1                                    | 0                                       | 0                                        |
| Control de cañón final por ángulo                                                     | 1                                    | 0                                       | 0                                        |
| Control de autorreverse por ángulo                                                    | 1                                    | 0                                       | 0                                        |
| Supervisión y control vía internet                                                    | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Envío SMS                                                                             | 1                                    | 0                                       | 0                                        |
| Conexión con estaciones meteorológicas                                                | 0                                    | 1                                       | 1                                        |
| Riego por sensores analógicos                                                         | 0                                    | 1                                       | 1                                        |
| Riegos cíclicos                                                                       | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Riegos de demanda                                                                     | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Riegos por tiempo o volumen                                                           | 1                                    | 1                                       | 1                                        |
| Posibilidad de cambiar la programación sin parar el riego                             | 0                                    | 1                                       | 0                                        |
| Puntuación                                                                            | 17                                   | 16                                      | 11                                       |

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se ha elegido el cuadro eléctrico Dositech Dosirain +.

## 2.9. ANEJO IX – INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Se prevé que se tardarán tres meses en conseguir las licencias necesarias para llevar a cabo la actuación prevista. Pasados este tiempo se comenzará colocando las placas solares desde el extremo este de la nave hacia al oeste, lo cual se estima que llevará tres semanas.

Al mismo tiempo que se colocan las placas, se instalará el cuadro de riego en la nave, que se situará en el extremo oeste de la nave y en la pared sur, lo que llevará una semana. De esta forma se busca evitar que coincidan en el tiempo y en el espacio de la nave la instalación de las placas y la del cuadro de

riego.

Terminada la instalación del cuadro de riego, se conectará a el pívot y la electrobomba sumergida, lo cual se realizará al finalizar esa semana.

Terminada la instalación de todas las placas solares, se conectarán al cuadro eléctrico de la nave y del riego.

A continuación, se muestra el diagrama de Gantt en el que se refleja la duración y distribución espectral de las diferentes actuaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto:

(1) Diagrama de Gantt.

| ACTIVIDADES                                                                        | TIEMPO DE DURACIÓN                              |         |       |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|-------|---------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | Enero                                           | Febrero | Marzo | Abril                                                         |
| Obtención de las licencias                                                         | [Barra azul que cubre todo el ancho de la fila] |         |       |                                                               |
| Colocación de las placas solares                                                   |                                                 |         |       | [Barra azul que cubre la mayor parte del ancho de la fila]    |
| Instalación del cuadro de riego y conexión al cuadro eléctrico de la nave          |                                                 |         |       | [Barra azul que cubre la mayor parte del ancho de la fila]    |
| Instalación del inversor y conexión al cuadro eléctrico de la nave                 |                                                 |         |       | [Barra azul que cubre la mayor parte del ancho de la fila]    |
| Conexión del pívot y de la electrobomba sumergida al cuadro de riego               |                                                 |         |       | [Barra azul que cubre la mayor parte del ancho de la fila]    |
| Conexión de las placas solares al cuadro eléctrico de la nave y al cuadro de riego |                                                 |         |       | [Barra azul que cubre una pequeña parte del ancho de la fila] |

Fuente: elaboración propia.

## 2.10. ANEJO X – INGENIERÍA DE LOS PROCESOS

La instalación de placas solares suministrará de energía a un cuadro de riego, a un pívot, a una electrobomba sumergida y a la nave agrícola de forma directa, y de forma indirecta al segundo pívot, el cual al estar más alejado y a debido a la imposibilidad de conectarle a la instalación fotovoltaica, tomará la energía de la red, compensando su consumo con la producción de las placas.

Los sistemas de tele control y telegestión, que se encuentran en el

cuadro de riego permitirán al agricultor controlar y gestionar el riego a distancia, por lo que le evitará la obligación de desplazarse hasta el respectivo cuadros de riego, como le ocurre actualmente, y, debido a que debe desplazarse en automóvil hasta el emplazamiento de dicho cuadro, debido a que no reside en el municipio en el que se encuentra la explotación, se evitarán también las emisiones contaminantes derivadas de este desplazamiento.

## 2.11. ANEJO XI – CÁLCULO ESTRUCTURAL

### Anejo nº1: EDIFICACIONES. Cálculo para nave a dos aguas

#### 1.- NAVE. Datos de cálculo.

|                                                    |         |        |   |
|----------------------------------------------------|---------|--------|---|
| Longitud                                           |         | 50,00  | m |
| Anchura                                            |         | 20,40  | m |
| Altura hasta alero                                 |         | 7,00   | m |
| Pendiente de cubierta                              | 16,70 ° | 30,00% |   |
| Provincia de Segovia: zona Y Normal. Altitud 800 m |         |        |   |
| Distancia entre pilares y longitud de correas:     |         | 7,14   | m |

#### 2.- Acciones gravitatorias.

##### 2.1.- Peso propio

CORREAS:

Peso estimado por metro

|                  |  |       |      |
|------------------|--|-------|------|
| IPE 120 supuesto |  | 10,40 | kg/m |
|------------------|--|-------|------|

TIPO DE ESTRUCTURA: Ix

Peso estimado por metro

Longitud de cada dintel

|                         |  |           |                 |
|-------------------------|--|-----------|-----------------|
| IPE 330 supuesto dintel |  | 11.770,00 | cm <sup>4</sup> |
|                         |  | 49,10     | kg/ m           |
|                         |  | 10,65     | m               |

##### 2.2.- Carga permanente

Aislante poliuretano

Cubierta de chapa

|  |      |                   |
|--|------|-------------------|
|  | 4,00 | kg/m <sup>2</sup> |
|  | 9,00 | kg/m <sup>2</sup> |

##### 2.3.- Empuje materia almacenada

Trigo: peso espec.  $\gamma$ , áng.roz.interno  $\phi$

$K_H$  y  $K_V$  y  $\delta < \phi = \varphi * 2/3$

$P_H = \gamma * K_H * z$  y  $P_V = \gamma * K_V * z$

empuje de la pared sobre el pilar

|                 |                   |                   |           |
|-----------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Altura de carga |                   | 5,00              | m         |
| 800,00          | kg/m <sup>3</sup> | 25,00             | °         |
| 0,41            | 0,00              | 16,67             | °         |
|                 | 1.640,00          | kg/m <sup>2</sup> | 0,00      |
|                 |                   |                   | 11.714,29 |
|                 |                   |                   | kg/m      |

#### 3.- Sobrecarga de uso

para conservación 100 y placas solares 11,18

aisladas

balcones volados

horizontal

|    |        |                   |        |                   |
|----|--------|-------------------|--------|-------------------|
|    | 111,18 | kg/m <sup>2</sup> | 106,49 | kg/m <sup>2</sup> |
| no |        |                   |        |                   |
| no |        |                   |        |                   |
| no |        |                   |        |                   |

reducción no  
acciones dinámicas no

**4.- Sobrecarga de nieve**

|       |
|-------|
| 80,00 |
|-------|

 kg/m<sup>2</sup>

|       |
|-------|
| 76,63 |
|-------|

 kg/m<sup>2</sup>

**5.- Acciones del viento.**

Zona Y normal hasta 15 m de altura, cerrada 33% huecos

sobre cubierta 

|       |
|-------|
| 20,55 |
|-------|

 kg/m<sup>2</sup>

sobre paredes 

|       |
|-------|
| 81,00 |
|-------|

 kg/m<sup>2</sup>

**6.- Acciones térmicas y reológicas.**

No se consideran por ser estructuras &lt; 30 m

**7.- Acciones sísmicas. Norma PDS 1/1974**

Zona sísmica primera, no se consideran.

**8.- Cargas por retracción**

No se consideran, pues las juntas de hormigonado se establecen a menos de 10 m y se dejan transcurrir 48 h entre dos hormigonados contiguos.

**9.- Empujes del terreno.** no

**10.- Presiones en terreno de cimentación.**

Presión admisible del terreno: Tipo: 

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Coherente: arcilloso semiduro | 2,00 |
|-------------------------------|------|

 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO DE CIMIENTOS:

Zapatas aisladas Dimensiones: long.x anch. x altu. 

|      |      |      |       |
|------|------|------|-------|
| 2,00 | 2,00 | 1,50 | 6,00  |
|      |      |      | 4,00  |
|      |      |      | 14,40 |

 m<sup>3</sup>  
m<sup>2</sup>  
Tm

Peso propio. Hormigón armado 2.400 kg/m<sup>3</sup>

Zapata corrida Dimensiones: long.x anch. x altu. 

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1,00 | 0,80 | 0,80 | 0,64 |
|      |      |      | 0,80 |
|      |      |      | 1,54 |

 m<sup>3</sup>  
m<sup>2</sup>  
Tm

Peso propio. Hormigón armado 2.400 kg/m<sup>3</sup>

Concargas:

Sobrecargas de uso reducidas:

Subpresiones: No

comprobación de  $(P - p)/s < \dot{o} = (\text{pres.adm.}/2)$ 

peso del terreno excavado

|         |      |                   |       |
|---------|------|-------------------|-------|
| Arcilla | 2,10 | Tm/m <sup>3</sup> | 12,60 |
|---------|------|-------------------|-------|

 Tm

Asiento máximo admisible:

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Coherente: metálica hiperestática | 75,00 |
|-----------------------------------|-------|

 mm

Cargas excéntricas

No

Seguridad al deslizamiento

No

**DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS**

Nº de correas y separación en el dintel 

|       |
|-------|
| 11,00 |
|-------|

|      |
|------|
| 1,06 |
|------|

 m

Simultáneamente 3 acciones. Coef. Ponderación.

Caso la 

|      |      |
|------|------|
| 1,33 | 1,50 |
|------|------|

Carga por m<sup>2</sup> en cubierta, simple y mayorada 

|        |
|--------|
| 140,04 |
|--------|

 kg/m<sup>2</sup>

|        |
|--------|
| 189,75 |
|--------|

 kg/m<sup>2</sup>

Carga por m en cubierta, más el peso propio 

|        |
|--------|
| 215,90 |
|--------|

 kg/m



mayorado

Componente normal y paralela al faldón  
Momentos flectores máximos. Viga continua de tres vanos(soldar 3 correas de 6m). Poner cabios para dividir en dos la luz en el plano del faldón.

CORREAS: perfil A-42 y Wx  
Wy y lx

Comprobación de resistencia:  $\sigma < \sigma_u$

Comprobación de flecha: f.máx.admisible :  
flecha resultante, viga apoyada empotrada:

|                  |          |                    |                 |                 |
|------------------|----------|--------------------|-----------------|-----------------|
|                  | 206,79   | kg/m               | 62,04           | kg/m            |
|                  | 1.055,06 | kg*m               | 79,13           | kg*m            |
| IPE 120 supuesto |          | 53,00              | cm <sup>3</sup> |                 |
|                  | 8,65     | cm <sup>3</sup>    | 318,00          | cm <sup>4</sup> |
|                  | 2.905,47 | kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00        | NO VALE         |
|                  |          | 2,86               | cm              |                 |
|                  |          | 3,57               | cm              | NO VALE         |

## DIMENSIONAMIENTO DE LOS PÓRTICOS

Pórtico metálico biarticulado

Cargas permanentes

cubierta de fibrocemento con aislante

peso correas por m<sup>2</sup> supuesto

peso propio del pórtico supuesto

Total Cargas permanentes

Sobrecargas

Accesible solo para conservación

de nieve

sobrecargas de viento

presión dinámica del viento

ángulo de incidencia del viento

supuesta construcción cerrada: coeficientes c1 y c2

valores de las cargas

supuesta construcción abierta: coeficiente c succión interior

supuesta construcción abierta: coeficiente c presión interior

sobrecargas de viento según NTE

hipótesis A edificación con menos 33% huecos

hipótesis B edificación con menos 33% huecos

hipótesis A edificación abierta en obra

hipótesis B edificación abierta en obra

Cargas sobre los pilares horizontales

del viento según la NTE:  $2 \cdot q/3$  y la otra  $1 \cdot q/3$

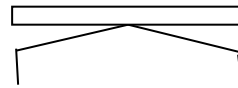
|                                                                                                      |        |                   |                   |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                                      |        |                   | 13,00             | kg/m <sup>2</sup> |
| IPE 120 supuesto                                                                                     |        |                   | 9,77              | kg/m <sup>2</sup> |
| IPE 330 supuesto dintel                                                                              |        |                   | 6,87              | kg/m <sup>2</sup> |
| Total Cargas permanentes                                                                             |        |                   | 29,64             | kg/m <sup>2</sup> |
| Accesible solo para conservación                                                                     | 100,00 | kg/m <sup>2</sup> | 95,78             | kg/m <sup>2</sup> |
| de nieve                                                                                             | 80,00  | kg/m <sup>2</sup> | 76,63             | kg/m <sup>2</sup> |
| presión dinámica del viento                                                                          |        |                   | 50,00             | kg/m <sup>2</sup> |
| ángulo de incidencia del viento                                                                      | 16,70  | °                 |                   |                   |
| supuesta construcción cerrada: coeficientes c1 y c2                                                  | -0,15  | -0,40             |                   |                   |
| valores de las cargas                                                                                | -7,50  | -20,00            | kg/m <sup>2</sup> | succión           |
| supuesta construcción abierta: coeficiente c succión interior                                        | 0,20   |                   | 10,00             | kg/m <sup>2</sup> |
| supuesta construcción abierta: coeficiente c presión interior                                        | -0,40  |                   | -20,00            | kg/m <sup>2</sup> |
| sobrecargas de viento según NTE                                                                      |        |                   | 10,19             | m                 |
| hipótesis A edificación con menos 33% huecos                                                         | 9,00   | -18,00            | kg/m <sup>2</sup> |                   |
| hipótesis B edificación con menos 33% huecos                                                         | -45,80 | -71,00            | kg/m <sup>2</sup> |                   |
| hipótesis A edificación abierta en obra                                                              | 78,20  | 0,00              | kg/m <sup>2</sup> |                   |
| hipótesis B edificación abierta en obra                                                              | 7,20   | -71,00            | kg/m <sup>2</sup> |                   |
| Cargas sobre los pilares horizontales del viento según la NTE: $2 \cdot q/3$ y la otra $1 \cdot q/3$ | 88,00  |                   | kg/m <sup>2</sup> |                   |

ANEJOS

para la pared que sujeta  
 Empuje materia almacenada  
 Trigo: peso espec.  $\gamma$ , áng.roz.interno  $\phi$   
 $q = \lambda * h * b * (\text{tg}(45^\circ - \phi / 2))^2$

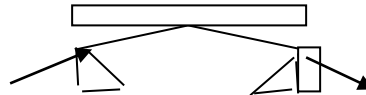
|                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 58,67 kg/m <sup>2</sup>  | 29,33 kg/m <sup>2</sup> |
| 419,05 kg/m              | 209,52 kg/m             |
| 800,00 kg/m <sup>3</sup> | 25,00 °                 |
|                          | 11.595,96 kg/m          |

COMBINACIONES DE CARGAS MAS DESFAVORABLES  
 la 1,33\*carga perm+1,50\*sobrecarga+1,33\*viento  
 para edificacion abierta durante la obra



|                          |
|--------------------------|
| 287,10 kg/m <sup>2</sup> |
|--------------------------|

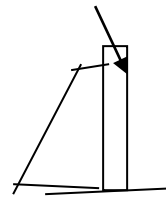
para edificacion cerrada con grano + viento



|                          |
|--------------------------|
| 195,07 kg/m <sup>2</sup> |
|--------------------------|

|             |
|-------------|
| 209,52 kg/m |
|-------------|

PILAR EMPOTRADO



|     |                |
|-----|----------------|
| 2 m | 14.211,90 kg   |
| 5 m | 209,52 kg/m    |
|     | 11.805,48 kg/m |

longitud de pandeo para pilar empotrado libre  $l_p = 2 * h$   
 reaccion en el suelo  $R = a * p / 2$   
 esfuerzo cortante en el suelo  
 momento flector en suelo  $M = p * a / 2 * (l - 2a / 3)$

|                |
|----------------|
| 14,00 m        |
| 29.513,70 kg   |
| -29.513,70 kg  |
| 49.189,51 kg*m |

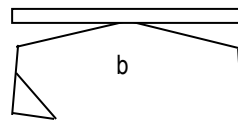
perfil elegido ix  
 area A, canto h  
 el mayor radio de giro ix modulo resistente Wx  
 esbeltez  $l_p / i_x$   
 coef. de pandeo

|                        |       |                           |
|------------------------|-------|---------------------------|
| HEA360                 |       | 33.090,00 cm <sup>4</sup> |
| 142,80 cm <sup>2</sup> |       | 35,00 cm                  |
| 15,20 cm               |       | 1.890,00 cm <sup>3</sup>  |
|                        | 92,11 |                           |
|                        | 1,80  |                           |

metodo aprox. Comprobación de resistencia:  $\sigma < \sigma_u$

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 2.781,76 kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00 NO VALE |
|-----------------------------|------------------|

Calculo del portico de forma aproximada, por vigas empotr.  
 Dimensionado de pórtico metálico



|               |
|---------------|
| 1.393,32 kg/m |
| 3,06 m        |
| 7,00 m        |
| 5,00 m        |

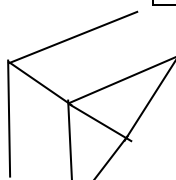
dintel en b,  $M = p * l^2 / 12$ ; pilar en b,  
 $M = q * a^3 / 12 * (1 - 3a / 5l)$   
 M total en b  
 M en base pilar, Rb

|                |                |
|----------------|----------------|
| 13.167,32 kg*m | 10.038,67 kg*m |
|                | 23.206,00 kg*m |
| -2.547,32 kg*m | 1.899,55 kg    |

|                                                                          |                         |                    |                 |          |      |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|----------|------|
| Rb en dintel, suma de las Rb                                             | 4.451,30                | kg*m               | 6.350,85        | kg*m     |      |
| Perfil decuado y Wx y peso                                               | IPE 330 supuesto dintel | 713,00             | cm <sup>3</sup> | 49,10    | kg/m |
| A y ix                                                                   |                         | 62,60              | cm <sup>2</sup> | 13,70    | cm   |
| pilar Perfil decuado y Wx y peso                                         | HEA360                  | 1.890,00           | cm <sup>3</sup> | 112,00   | kg/m |
| A y ix                                                                   |                         | 142,80             | cm <sup>2</sup> | 15,20    | cm   |
| B=1, esbeltez mecanica: dintel y pilar                                   | 77,73                   |                    | 46,05           |          |      |
| coefic. de pandeo dintel y pilar                                         | 1,48                    |                    | 1,10            |          |      |
| pilar Comprobación de resistencia: $\sigma_1 < \acute{o} = \sigma_u$     | 1.327,35                | kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00        | VALE     |      |
| pilar Comprobación de resistencia: $\sigma_2 < \acute{o} = \sigma_u$     | 1.214,03                | kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00        | VALE     |      |
| Mc dintel Comprobación de resistencia: $\sigma_1 < \acute{o} = \sigma_u$ | 3.356,15                | kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00        | NO VALE  |      |
| Mc dintel Comprobación de resistencia: $\sigma_2 < \acute{o} = \sigma_u$ | 3.030,68                | kg/cm <sup>2</sup> | 2.600,00        | NO VALE  |      |
| distancia que no necesita refuerzo. M.flec. dintel a partir de x         | x=                      | 1,00               | m               | 6.445,16 | kg*m |
| distancia que no necesita refuerzo. M.flec. pilar a partir de x          | x=                      | 6,00               | m               | 7.491,36 | kg*m |
| Mx dintel Comprobación de resistencia: $\sigma < \acute{o} = \sigma_u$   | 2.056,08                | kg/cm <sup>2</sup> |                 |          |      |

**Hay que reforzar los nudos.**

|                                                                       |                         |                     |                 |                     |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|------|
| Perfil decuado y Wx y peso                                            | IPE 330 supuesto dintel | 713,00              | cm <sup>3</sup> | 49,10               | kg/m |
| A y ix                                                                |                         | 62,60               | cm <sup>2</sup> | 13,70               | cm   |
| Hay que reforzar los nudos.                                           |                         |                     |                 |                     |      |
| h1 b e                                                                | 33,00                   | cm                  | 16,00           | 1,15                | cm   |
| h=h1+h1-e d=h1/2-e/2                                                  | 64,85                   | cm                  | 15,93           | cm                  |      |
| lx l= 2*(lx+A*d^2)-(b*e^3)/12                                         | 11.770                  | cm <sup>4</sup>     | 55.289,40       | cm <sup>4</sup>     |      |
| W=2*I/h                                                               | 1.705,15                | cm <sup>3</sup>     |                 |                     |      |
| dintel Comprobación de resistencia: $\sigma_2 < \acute{o} = \sigma_u$ | 1.696,94                | kg/cm <sup>2</sup>  | 2.600,00        | VALE                |      |
| Basa. Cálculo: R* + peso propio. Mom. en empotram.                    | 14.995,90               | kg                  | 49.189,51       | kg*m                |      |
| Se dimensiona en cm B y D. Tensión media en zapata                    | 95,00                   | 55,00               | 2,87            | kg/ cm <sup>2</sup> |      |
| e=M*/N* ; d                                                           | 3,28                    | m                   | 50,00           | cm                  |      |
| F"=N"*(8e-3D)/(8d-D) ; T"c= (N"+F")/DB/4                              | 106.890,67              | kg                  | 93,31           | kg/ cm <sup>2</sup> |      |
| momento en B-B por cm, módulo resistente mínimo                       | 4.009,43                | kg*cm               | 146,50          | cm <sup>3</sup>     |      |
| espesor                                                               | 3,04                    | cm                  |                 |                     |      |
| tensiones extremas T= Tm*(1+-6*e/a)                                   | 105,57                  | kg/ cm <sup>2</sup> | -99,83          | kg/ cm <sup>2</sup> |      |
| tensión en B-B, centro de gravedad de la carga en voladizo            | 68,23                   | kg/ cm <sup>2</sup> | 5,36            | cm                  |      |
| momento en B-B, módulo resistente mínimo                              | 442.331,56              | kg*cm               | 170,13          | cm <sup>3</sup>     |      |
| espesor                                                               | 3,28                    | cm                  |                 |                     |      |



## **2.12. ANEJO XII – IMPACTO AMBIENTAL**

El presente proyecto no está sometido a evaluación de impacto ambiental, siguiendo de aplicación la ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental tal como se refleja en los anejos I, II y III, no generando impacto ambiental negativo, pero sí positivo, como la reducción de emisiones contaminantes al usar una fuente de energía renovable, en este caso la solar fotovoltaica, y al hacer un uso más eficiente del agua de riego y reducir el número de desplazamientos del agricultor, con lo cual se disminuyen también las emisiones derivadas del desplazamiento de éste. De esta forma se pretende luchar contra el cambio climático y la contaminación atmosférica.

## **2.13. ANEJO XIII – ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **2.13.1. INTRODUCCIÓN**

Según la legislación vigente en el presente proyecto será necesario realizar un estudio básico de seguridad y salud.

El objetivo de este anejo es analizar los riesgos que pueden producirse durante la instalación de las placas solares fotovoltaicas, los sistemas de telecontrol y telegestión de riego y durante la conexión de estos elementos a la red o a otros elementos (como es el pívot). Para ello será de aplicación la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

### **2.13.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS**

- Caída de personas al mismo nivel.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Caída de objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Cortes.
- Exposición a contactos eléctricos indirectos.
- Exposición a contactos eléctricos directos.
- Sobreesfuerzos físicos puntuales
- Producción de gran cantidad de polvo.
- Caída hacia el exterior del edificio, con riesgo para personas ajenas a la obra.

### **2.13.3. MEDIDAS PREVENTIVAS**

#### **2.13.3.1. MEDIDAS PREVIAS:**

- Desinfección de locales y cubiertas, donde suelen anidar avispas y otros insectos.
- Comprobar que las máquinas cumplen con las medidas necesarias de seguridad.

- Adopción de medidas de protección personal necesarias:
  - Deberá proveerse a todo el personal que va a intervenir en la obra, del material de seguridad personal preceptivo.
  - En ambientes de polvo, se tendrán previstas las medidas de protección personal necesarias (mascarillas, etc.).

### **2.13.3.2. PRECAUCIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

#### **2.13.3.2.1. Respetto al personal que interviene:**

- Deberá ser cualificado para este tipo de trabajo.
- Todo el personal dispondrá de los elementos de protección personal indicados para cada trabajo.

#### **2.13.3.2.2. Respetto a la utilización de maquinaria:**

- Siempre que se utilicen grúas u otros medios de elevación, se cuidará que los cables no realicen nunca esfuerzos inclinados.
- Los materiales a elevar se mantendrán suspendidos antes, para evitar caídas o desprendimientos bruscos, habiéndose comprobado previamente que el peso del elemento no sea superior a la potencia de la máquina.
- Maquinaria, normas de seguridad:
  - Se efectuarán periódicamente todas las revisiones de mantenimiento, cuidando en especial aquellos elementos de seguridad que lleve la máquina y que bajo ningún concepto se dejarán fuera de servicio. Asimismo, se comprobará diariamente el estado de los cables, del arrollamiento en los tambores y del

gancho.

- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues del giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se realizará en vacío.
- El operador se limpiará el calzado de barro o grasa, antes de subir a la máquina.
- En los desplazamientos y maniobras, se ha de prestar especial atención a las líneas eléctricas y en la presencia de estas, respetar siempre las distancias de seguridad.
- En caso de contacto, el operador permanecerá quieto en la cabina, hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina, se hará de un salto lo más grande posible, evitando tocar simultáneamente máquina y tierra.
- No se abandonará jamás la máquina con carga suspendida, ni se ubicará en una rampa o pendiente.
- No se permitirá que persona alguna manipule la máquina sin la correspondiente autorización.
- Controlar el movimiento de las cargas y tratar de pasar dichas cargas por los lugares en los que no hubiere operarios trabajando bajo la vertical.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona de barrido de la grúa.
- Se deberá trabajar obligatoriamente con los gatos de sustentación, para dotarle de la estabilidad adecuada.

## 2.14. ANEJO XIV – SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, la explotación agrícola es abastecida exclusivamente por la energía procedente de la red, por lo que, con el actual incremento del precio de la energía procedente de ésta, los gastos de la explotación se han venido incrementando desde que se elevó su precio. Esto, junto con el alto coste de los productos fitosanitarios, el mantenimiento de la maquinaria agrícola, el bajo precio del producto obtenido y otros gastos hace que la actividad agrícola sea cada vez menos rentable.

Con las actuaciones que se llevarán a cabo para conseguir una mejora de la eficiencia energética de la explotación se pretenden disminuir los gastos asociados a la energía y al consumo de agua para riego, aunque dichas actuaciones conllevarán un alto coste, que se pretende recuperar en un plazo medio y largo al reducir los gastos anteriormente descritos.



Fotografía 1: Nave agrícola vista desde el exterior.

Fuente: elaboración propia.





Fotografía 2: Tejado de la nave agrícola visto desde el interior.

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 3: Pívor 1.

Fuente: elaboración propia.



Fotografía 4: Pívat 2:  
Fuente: elaboración propia.



Fotografía 5: Sondeo.  
Fuente: elaboración propia.

## 2.15. ANEJO XV – ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se estudiará si la inversión será o no rentable. Para ello, se debe tener en cuenta que se ha solicitado una ayuda a la Junta de Castilla y León dentro del ámbito de plan de mejora al tratarse de un proyecto de mejora de la eficiencia energética de una explotación agrícola, que cubrirá un 45% de la inversión.

De esta forma, teniendo en cuenta que la inversión inicial es de 30.209,16€ y la producción de energía excedente media de la explotación es de 1,4515MWh, se ha calculado la viabilidad económica del presente proyecto tomando como referencia dos supuestos. En el primero se ha tomado el gasto económico en electricidad de la explotación y el precio de venta de excedente de producción de energía de autoconsumo en el año 2019, mientras que en el segundo supuesto se han tomado del 2021. Así, los datos utilizados para estos cálculos son:

(1) Ahorro económico y precio de venta de la electricidad en los dos años tomados como referencia:

| Año                                        | 2019       | 2021       |
|--------------------------------------------|------------|------------|
| Ahorro económico                           | 2.046,14 € | 4.521,68 € |
| Precio de venta de la electricidad (€/MWh) | 53,00 €    | 60,00 €    |

Fuente: elaboración propia.

(2) Energía producida por la instalación fotovoltaica, consumida por la explotación y excedente generada:

|                         |  |         |
|-------------------------|--|---------|
| Energía producida (MWh) |  | 21,024  |
| Energía consumida (MWh) |  | 19,0469 |
| Energía excedente (MWh) |  | 1,4515  |

Fuente: elaboración propia.

Así, los flujos de caja que se obtendrán en el supuesto del 2019 son:

(3) Flujos de caja obtenidos para el supuesto del 2019:

| Supuesto: 2019 |                                                   |                   |            |              |             |               |
|----------------|---------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|-------------|---------------|
| AÑO            | Precio de venta de la electricidad en el año 2019 | Energía excedente | Ahorro     | Inversión    | Subvención  | Flujo de caja |
| 0              | 53,00 €                                           | 0                 | 0          | -30.209,16 € | 13.594,12 € | -30.209,16 €  |
| 1              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 2              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 3              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 4              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 5              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 6              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 7              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 8              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 9              | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 10             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 11             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 12             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 13             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 14             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 15             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 16             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 17             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 18             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 19             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |
| 20             | 53,00 €                                           | 1,4515            | 2.046,14 € | 0            |             | 2.123,07 €    |

Fuente: elaboración propia.

En este caso la tasa interna de retorno será:

(4) Valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) obtenidos para el supuesto del 2019:

Proyecto de mejora de la eficiencia energética de una explotación agrícola mediante la instalación de placas solares fotovoltaicas

| Número | TASA |  | VAN          | TIR   |
|--------|------|--|--------------|-------|
| 1      | 0    |  | 12.252,30 €  |       |
| 2      | 0,05 |  | -3.572,36 €  |       |
| 3      | 0,07 |  | -7.212,42 €  |       |
| 4      | 0,1  |  | -11.031,13 € |       |
| 5      | 0,12 |  | -12.813,38 € |       |
| 6      | 0,15 |  | -14.713,17 € |       |
| 7      | 0,2  |  | -16.558,90 € |       |
| 8      | 0,23 |  | -17.175,08 € |       |
| 9      | 0,25 |  | -17.451,82 € | 3,49% |
| 10     | 0,27 |  | -17.647,18 € |       |
| 11     | 0,3  |  | -17.822,68 € |       |
| 12     | 0,33 |  | -17.892,52 € |       |
| 13     | 0,35 |  | -17.894,99 € |       |
| 14     | 0,37 |  | -17.869,85 € |       |
| 15     | 0,4  |  | -17.791,30 € |       |
| 16     | 0,42 |  | -17.717,45 € |       |
| 17     | 0,45 |  | -17.582,08 € |       |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla (4), el presente proyecto sería viable en el supuesto estudiado del 2019, pero con un valor de la tasa interna de retorno demasiado baja, por lo que no sería conveniente realizarla en este caso.

En el supuesto del año 2021, los flujos de caja obtenidos son:

(5) Flujos de caja obtenidos para el supuesto del 2021:

| Supuesto: 2021 |                                                   |                   |            |              |             |               |
|----------------|---------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|-------------|---------------|
| AÑO            | Precio de venta de la electricidad en el año 2021 | Energía excedente | Ahorro     | Inversión    | Subvención  | Flujo de caja |
| 0              | 60,00 €                                           | 0                 | 0          | -30.209,16 € | 13.594,12 € | -30.209,16 €  |
| 1              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 2              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 3              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 4              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 5              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 6              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 7              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 8              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 9              | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 10             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 11             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 12             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 13             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 14             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 15             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 16             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 17             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 18             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 19             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |
| 20             | 60,00 €                                           | 1,4515            | 4.521,68 € | 0            |             | 4.608,77 €    |

Fuente: elaboración propia.

Siendo la tasa interna de retorno:

(6) Valor actual neto y tasa interna de retorno en el supuesto del año 2021:

| Número | TASA | VAN          | TIR    |
|--------|------|--------------|--------|
| 1      | 0    | 61.966,24 €  | 14,18% |
| 2      | 0,05 | 25.929,81 €  |        |
| 3      | 0,07 | 17.398,33 €  |        |
| 4      | 0,1  | 8.207,18 €   |        |
| 5      | 0,12 | 3.764,10 €   |        |
| 6      | 0,15 | -1.183,77 €  |        |
| 7      | 0,2  | -6.471,99 €  |        |
| 8      | 0,23 | -8.528,46 €  |        |
| 9      | 0,25 | -9.589,30 €  |        |
| 10     | 0,27 | -10.458,98 € |        |
| 11     | 0,3  | -11.482,64 € |        |
| 12     | 0,33 | -12.247,93 € |        |
| 13     | 0,35 | -12.647,27 € |        |
| 14     | 0,37 | -12.975,17 € |        |
| 15     | 0,4  | -13.357,86 € |        |
| 16     | 0,42 | -13.553,36 € |        |
| 17     | 0,45 | -13.774,84 € |        |

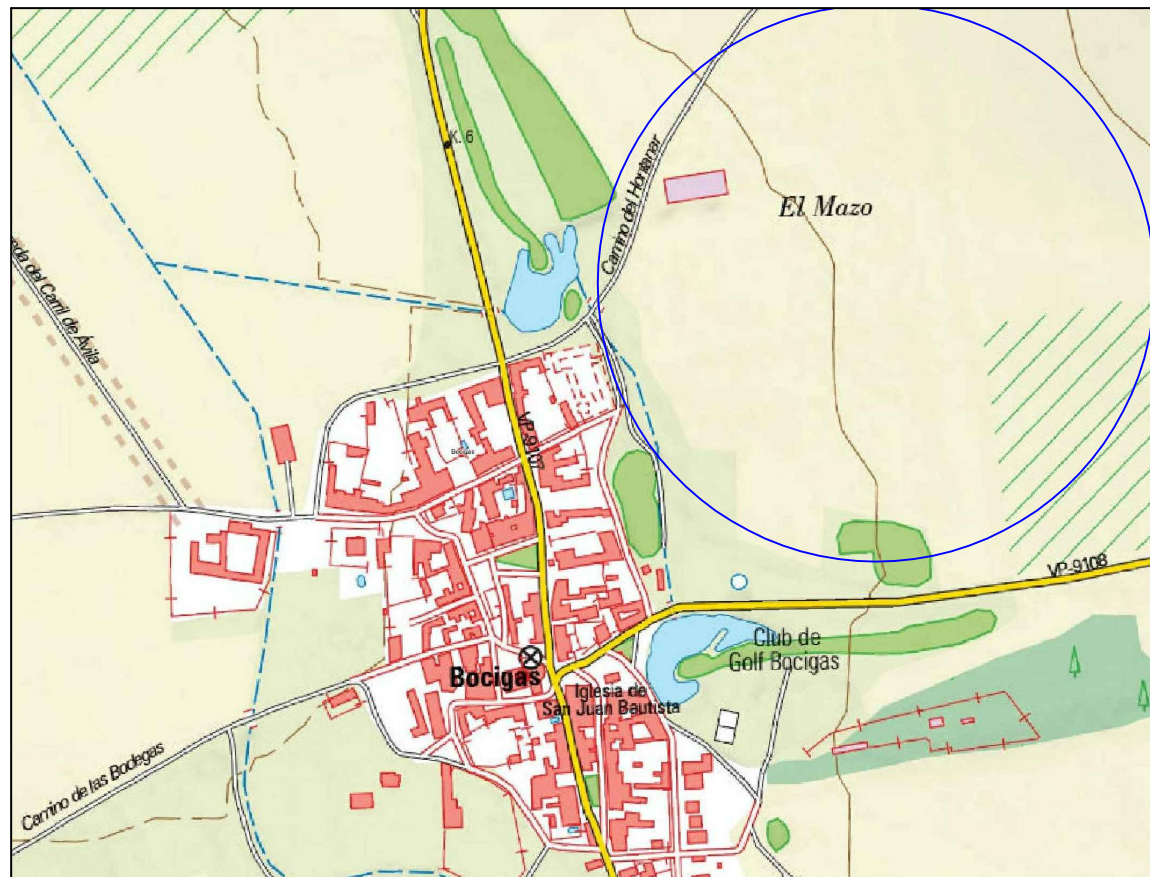
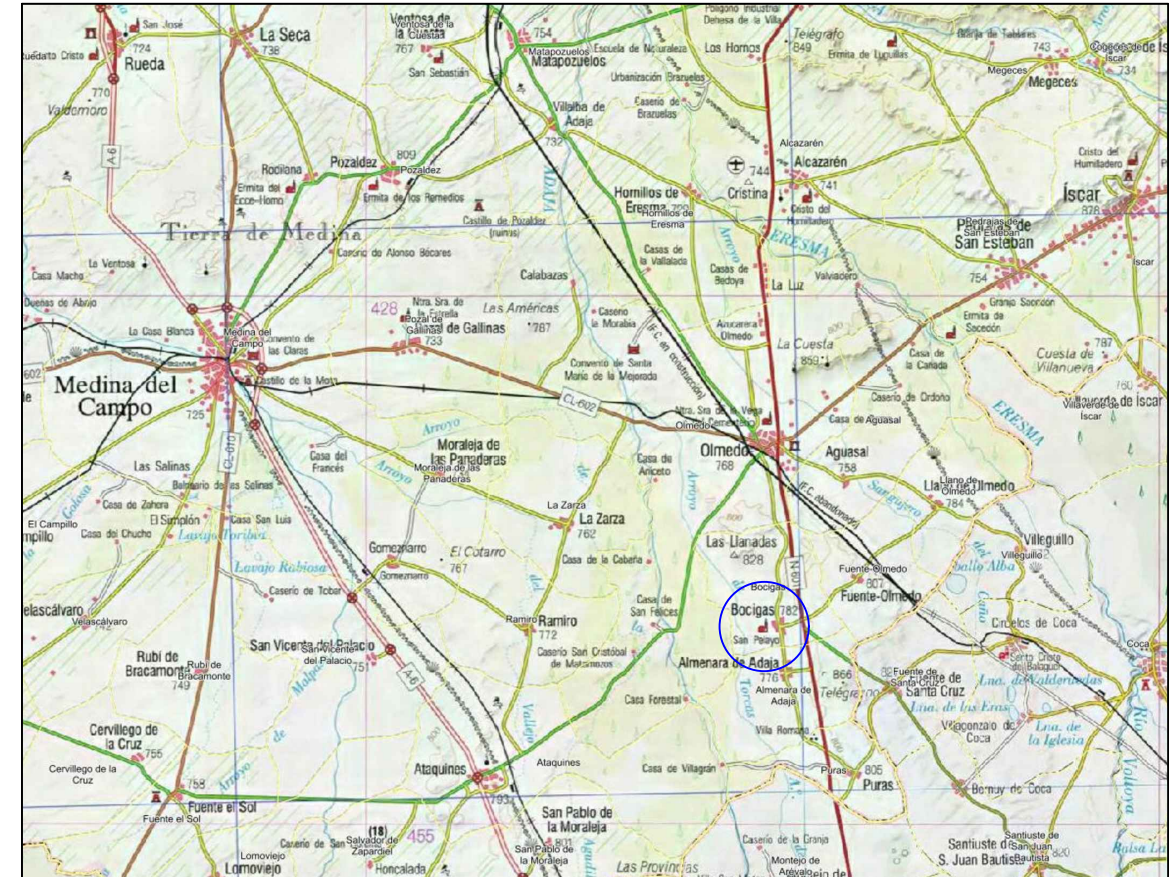
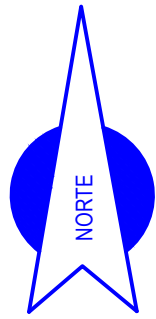
Fuente: elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos en la tabla (6) se deduce que la inversión es viable, ya que la tasa interna de retorno tiene un valor del 14%, por lo que en este caso sí que puede llevarse a cabo el proyecto. Además, actualmente la tendencia de subida de los precios es al alza, lo cual hace que esta inversión sea cada vez más rentable.








# PLANOS



|                                                                                                                                                                    |                                                         |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p><b>U.V.A.–E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br/> <b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b><br/> <b>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA</b></p> |                                                         |                           |
| <p><b>TÍTULO:</b> LOCALIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA</p>                                                                                                      |                                                         |                           |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b> ESPAÑA, VALLADOLID,<br/>BOCIGAS</p>                                                                                                        | <p><b>ESCALA:</b> 1:1340000<br/>1:280000<br/>1:6000</p> |                           |
| <p><b>FECHA:</b> 05/11/2021<br/><b>FIRMA:</b><br/><i>Aurora</i><br/>AURORA ARROYO<br/>ALUMNO: GARCÍA</p>                                                           | <p><b>DENOMINACIÓN:</b> PLANO DE LOCALIZACIÓN</p>       | <p><b>PLANO N°:</b> 1</p> |



|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA <u>AGRARIA Y ENERGÉTICA</u><br><i>PROMOTOR:</i> AURORA ARROYO GARCÍA |  |
| <i>TÍTULO:</i> LOCALIZACIÓN DE LA NAVE AGRÍCOLA DENTRO DE LA PARCELA                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                                       |
| <i>LOCALIZACIÓN:</i> PARCELA 104, POLÍGONO 3,<br>BOCIGAS (VALLADOLID)                                                                                              |                                                                                                                                                  | <i>ESCALA:</i> 1:1000                                                                 |
| <i>FECHA:</i> 05/11/2021<br><i>FIRMA:</i><br><br>ALUMNO: AURORA ARROYO GARCÍA | <i>DENOMINACIÓN:</i> PLANO DE SITUACIÓN                                                                                                          | <i>PLANO N°:</i> 2                                                                    |



359238.84, 456597.33

359289.78, 4565974.12

Nave agrícola



Placas solares fotovoltaicas

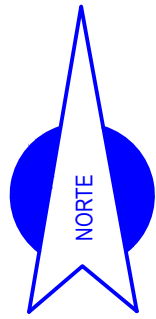
359292.66, 4565954.24

359241.60, 4565948.06

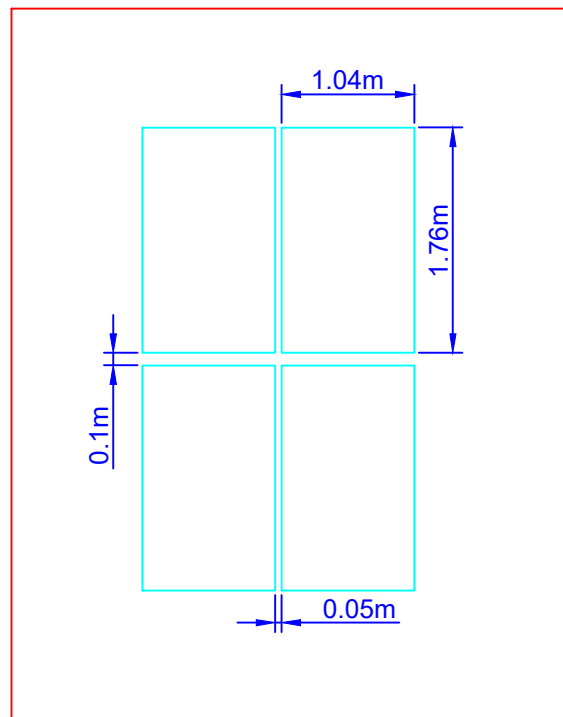
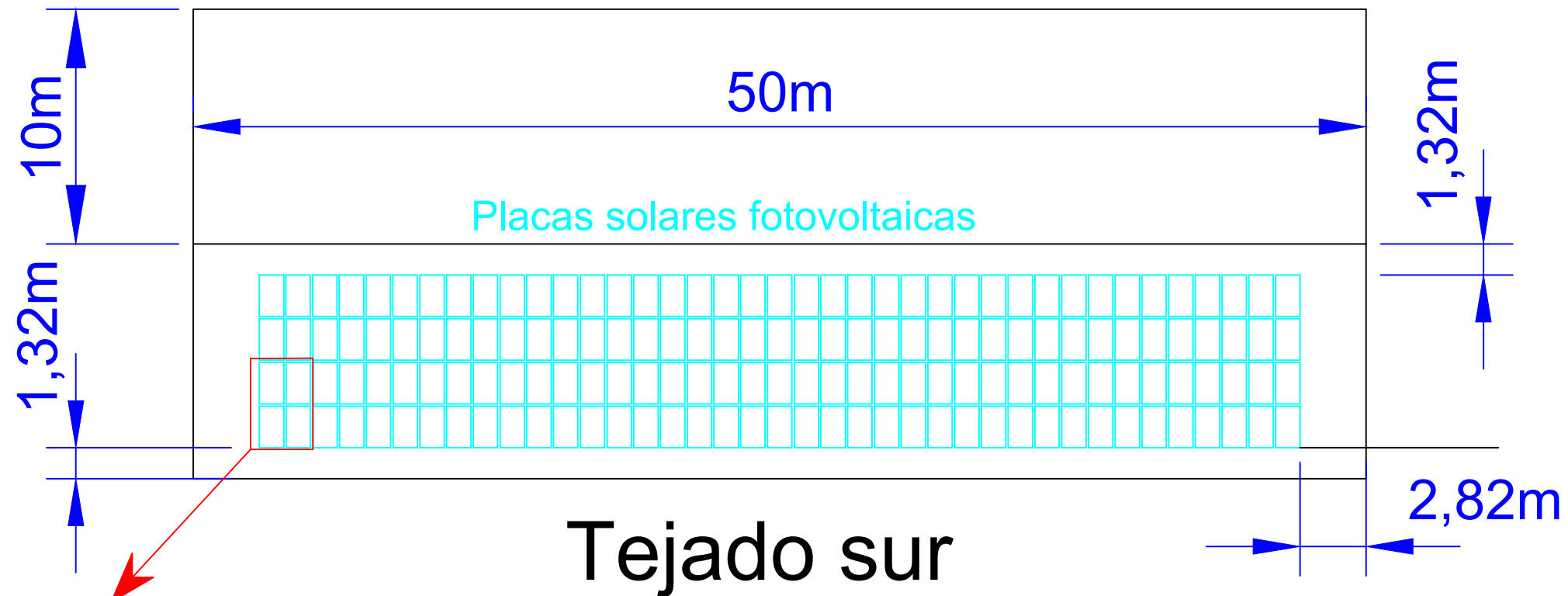
359251.11, 4565945.41

Sondeo




|                                                                                       |                                                                                                                                           |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA <u>AGRARIA Y ENERGÉTICA</u><br>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA |  |
| TÍTULO: DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN LA NAVE AGRÍCOLA           |                                                                                                                                           |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: PARCELA 104, POLÍGONO 3,<br>BOCIGAS (VALLADOLID)                        |                                                                                                                                           | ESCALA: 1:1000                                                                        |
| FECHA: 05/11/2021<br>FIRMA:<br><i>Aurora</i><br>AURORA ARROYO<br>ALUMNO: GARCÍA       | DENOMINACIÓN: PLANO DE REPLANTEO                                                                                                          | PLANO Nº: 3                                                                           |

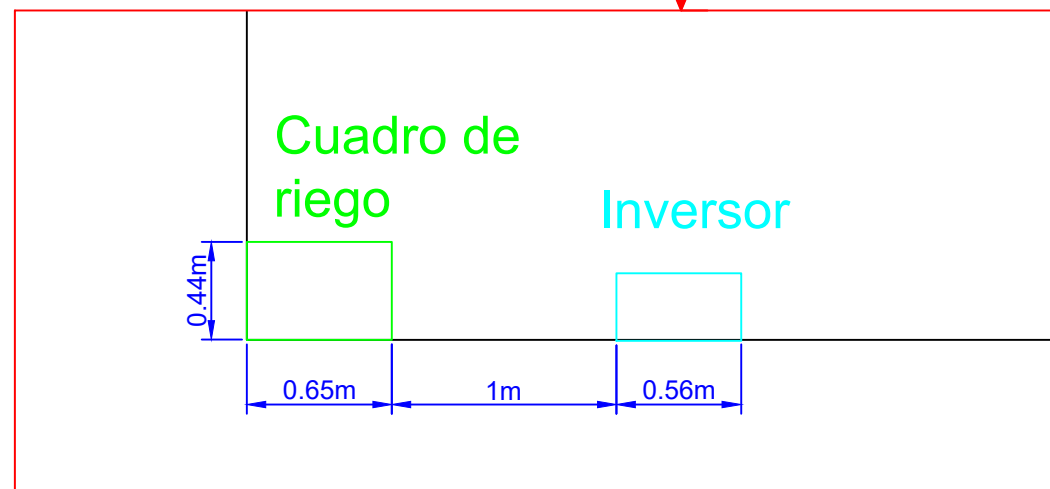
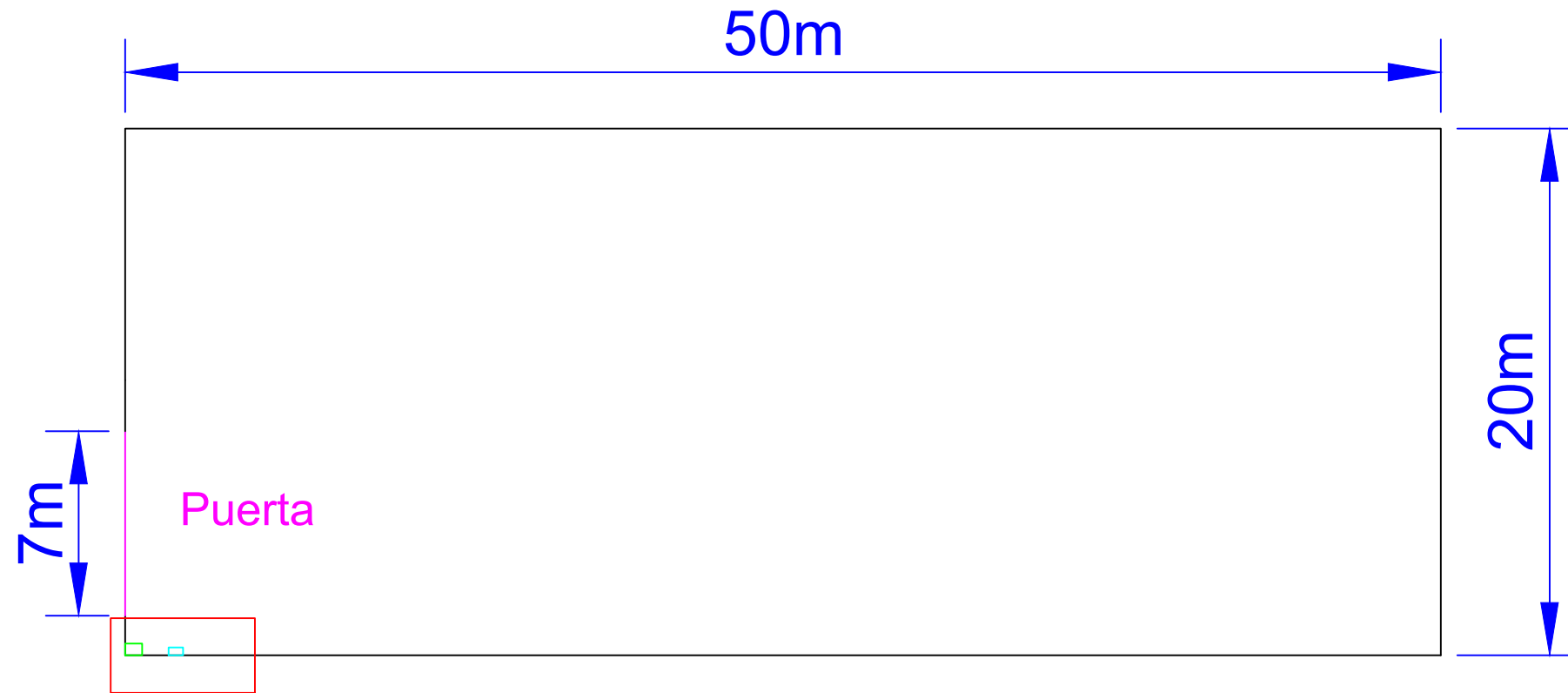
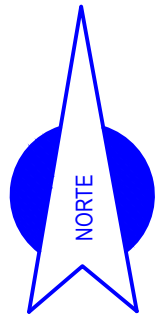





# Tejado norte

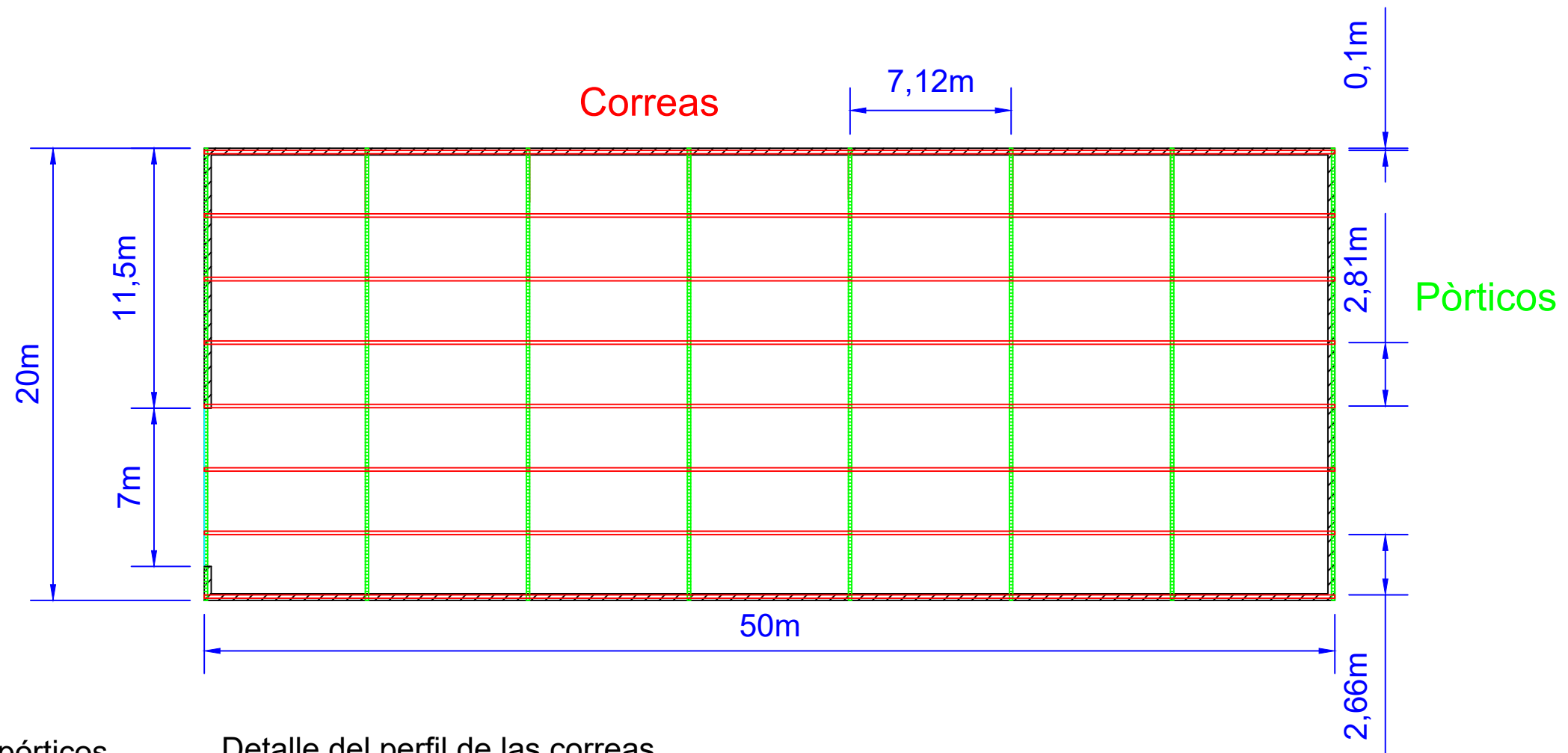


Vista detallada de la distancia entre placas solares fotovoltaicas

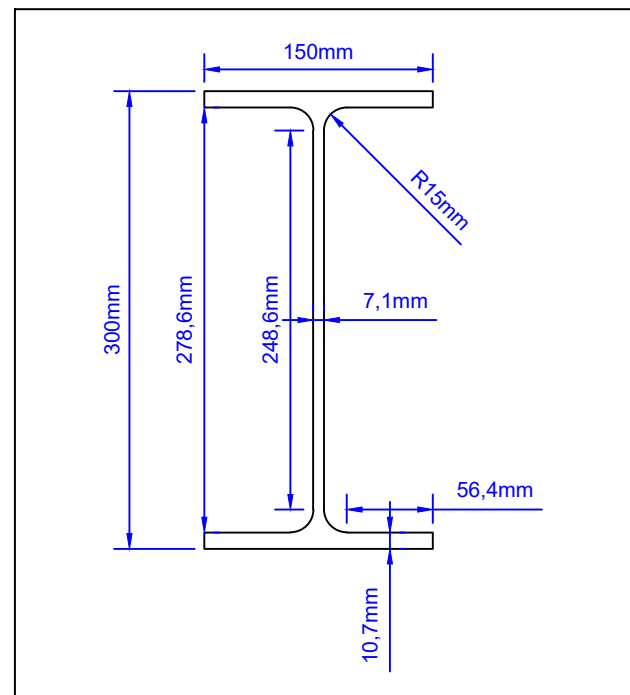
|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                    |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA |  |
| TÍTULO: DISPOSICIÓN Y DIMENSIONADO DE LAS PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN LA NAVE AGRÍCOLA                                                           |                                                                                                                                    |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN: PARCELA 104, POLÍGONO 3, BOCIGAS (VALLADOLID)                                                                                          | ESCALA: 1:250 (VISTA GENERAL DE LA NAVE AGRÍCOLA)<br>1:60 (DETALLE DE LA DISTANCIA ENTRE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)             |                                                                                       |
| FECHA: 05/11/2021<br>FIRMA:<br><br>ALUMNO: AURORA ARROYO GARCÍA | DENOMINACIÓN: PLANO DE PLANTA                                                                                                      | PLANO Nº: 4                                                                           |



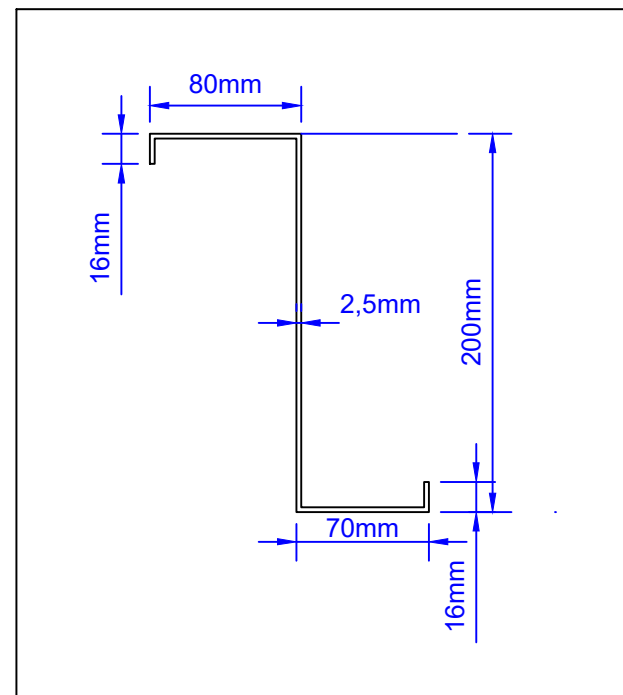
|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           |                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA <u>AGRARIA Y ENERGÉTICA</u><br>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA |                                      |
| TÍTULO: DISPOSICIÓN Y DIMENSIONADO DEL CUADRO DE RIEGO Y DEL INVERSOR                                                                                |                                                                                                                                           |                                                                                                                           |
| LOCALIZACIÓN: PARCELA 104, POLÍGONO 3, BOCIGAS (VALLADOLID)                                                                                          |                                                                                                                                           | ESCALA: 1:250 (VISTA GENERAL DE LA NAVE AGRÍCOLA)<br>1:35 (DETALLE DE LAS DIMENSIONES DEL INVERSOR Y DEL CUADRO DE RIEGO) |
| FECHA: 05/11/2021<br>FIRMA:<br><br>ALUMNO: AURORA ARROYO GARCÍA | DENOMINACIÓN: PLANO DE PLANTA DEL INTERIOR DE LA NAVE AGRÍCOLA                                                                            | PLANO Nº: 5                                                                                                               |




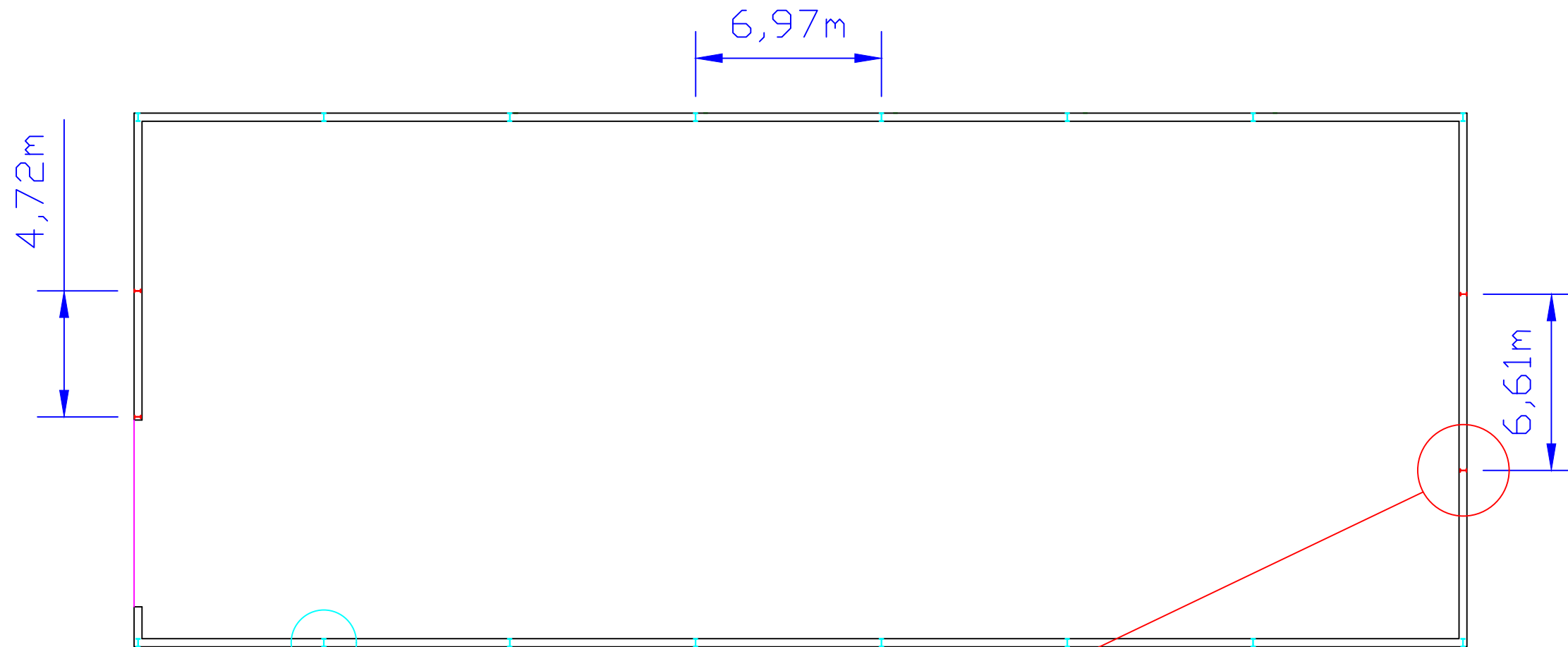
Detalle del perfil de los pórticos



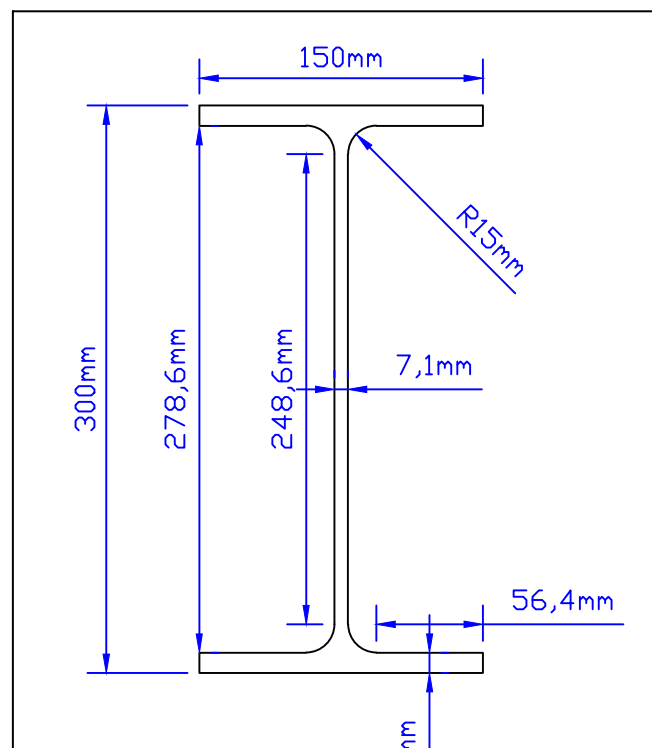
Detalle del perfil de las correas



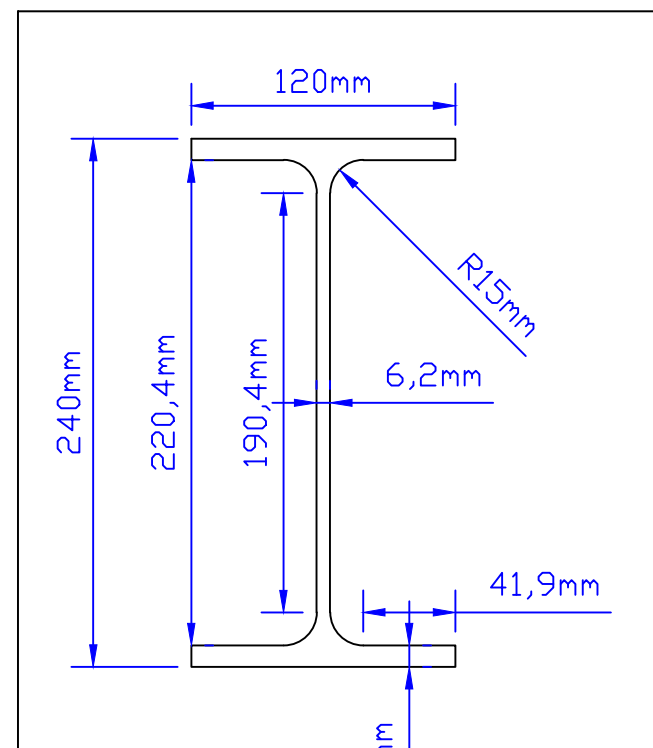
|                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| U.V.A. – E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA <u>AGRARIA Y ENERGÉTICA</u><br>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA          |                                                                                                                      |             |
| TÍTULO: DISPOSICIÓN DE LOS PÓRTICOS Y LAS CORREAS DENTRO DE LA NAVE AGRÍCOLA                                                                         |                                                                                                                      |             |
| LOCALIZACIÓN: PARCELA 104, POLÍGONO 3,<br>BOCIGAS (VALLADOLID)                                                                                       | ESCALA: 1:250 (VISTA GENERAL)<br>1:5 (VISTA DETALLADA DE LOS<br>PÓRTICOS)<br>1:4 (VISTA DETALLADA DE LAS<br>CORREAS) |             |
| FECHA: 05/11/2021<br>FIRMA:<br><br>ALUMNO: AURORA ARROYO GARCÍA | DENOMINACIÓN: PLANO DE PLANTA DE LA<br>ESTRUCTURA DE LA NAVE<br>AGRÍCOLA                                             | PLANO Nº: 6 |






Pilar lateral (IPE -300)



Pilar de fachada (IPE-240)



|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                              |                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A.-E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA <u>AGRARIA Y ENERGÉTICA</u><br>PROMOTOR: AURORA ARROYO GARCÍA |                                                              |                    |
| <b>TÍTULO:</b> LOCALIZACIÓN DE LOS PILARES                                                                                                                                                                                      |                                                              |                                                                                                         |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b> PARCELA 104, POLÍGONO 3,<br>BOCIGAS (VALLADOLID)                                                                                                                                                           |                                                              | <b>ESCALA:</b> 1:200 (VISTA GENERAL)<br>1:4 (VISTA DE DETALLE DE LOS<br>PILARES LATERALES Y DE FACHADA) |
| <b>FECHA:</b> 05/11/2021<br><b>FIRMA:</b><br><br>AURORA ARROYO GARCÍA<br><b>ALUMNO:</b> GARCÍA                                             | <b>DENOMINACIÓN:</b> PLANO DE LOCALIZACIÓN<br>DE LOS PILARES | <b>PLANO Nº:</b> 7                                                                                      |



# **PLIEGO DE CONDICIONES**



## **4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **4.1.1. OBJETO DE ESTE PLIEGO**

El objeto de este pliego es definir las obras, fijar las condiciones técnicas de entrega de los materiales y de su ejecución, medición y abono, así como las condiciones generales que han de regir en la ejecución de las obras del “Proyecto de mejora de la eficiencia energética de una explotación agrícola mediante la instalación de placas solares fotovoltaicas (Bocigas, Valladolid)”.

### **4.1.2. NORMAS DE APLICACIÓN**

Además del presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares, serán de aplicación las normas y disposiciones vigentes:

- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Decreto 159/1994, de 14 de julio, por el que se aprueba el reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas.

- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- R.D. 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que

entrañen peligro, en particular dorsolumbares, al trabajador.

- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden social.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- “Real decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.”
- “Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.”
- “Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico”.
- “Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.”

- “Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.”
- “Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.”

Será responsabilidad del contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se haya hecho comunicación explícita. Las normas del presente Pliego prevalecerán sobre las figuradas en las Normas citadas. En caso de dualidad tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva

#### **4.1.3. SITUACIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras se realizarán en una nave agrícola ubicada en la parcela 104, polígono 3 de Bocigas (Valladolid).

Está situada al sur de la provincia de Valladolid y se encuentra a 51.1km de la capital (Valladolid).

En cuanto a las comunicaciones, se accede básicamente por:

- Al norte: VP-9107.
- Al oeste: VP-1106 (desvío de la N-601, pk 142,00)

#### **4.1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Documento N° 1.- Memoria y Anejos
- Documento N° 2.- Planos
- Documento N° 3.- Pliego de Condiciones

- Documento N° 4.- Presupuesto

#### **4.1.5. DOCUMENTOS CONTRACTUALES**

Se entiende por documentos contractuales aquellos que quedan incorporados al Contrato y son de obligado cumplimiento, salvo modificaciones debidamente autorizadas. Estos documentos en caso de licitación bajo presupuesto son: Planos, Pliego de Condiciones, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Si la licitación fuera bajo precios unitarios se fijarían en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares los documentos que tendrían carácter de contractuales.

El resto de los Documentos o datos del Proyecto son documentos informativos y están constituidos por la Memoria con todos sus Anejos, las Mediciones y los Presupuestos parciales.

#### **4.1.6. OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO**

En el presente proyecto se llevarán a cabo las siguientes obras:

- Instalación de placas solares fotovoltaicas.
- Instalación del cuadro de riego.
- Instalación del inversor.
- Conexión del pivot y de la electrobomba sumergida al cuadro de riego y al cuadro eléctrico de la nave.
- Conexión de las placas solares fotovoltaicas al inversor y al cuadro eléctrico de la nave.

## **4.2. CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES**

### **4.2.1. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES**

En los anejos a la Memoria y artículos que siguen se indica la procedencia de los materiales. Dicha procedencia se da de orientación para el Contratista, quien no está obligado a utilizarla.

Su utilización no liberará, en ningún caso, al Contratista de la obligación de que los materiales cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra.

### **4.2.2. MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO**

El módulo utilizado será el módulo solar fotovoltaico de capa fina JLS120M375W de la marca JNL SOLAR. Las características con las que contará dicho módulo son:

- Ser resistente a condiciones ambientales extremas (niebla salina, heladas, granizo, polvo, arena, amoníaco).
- Ser resistencia a la degradación inducida por potencial (PID) y a los puntos calientes.
- Capaz de soportar cargas de hasta 5400Pa.
- Poseer Células de alta eficiencia (mono PERC) para obtener los mayores rendimientos posibles.
- Tener tolerancia positiva (-0Wp, +5Wp).



(1) Datos eléctricos:

|                                           |                     |
|-------------------------------------------|---------------------|
| Potencia pico (Pmax)                      | 375W                |
| Eficiencia del módulo                     | 20,5%               |
| Máxima tensión de alimentación<br>Vmp (V) | 34,5V               |
| Máxima corriente de potencia Imp<br>(A)   | 10,87A              |
| Voltaje en circuito abierto Voc (V)       | 41,5V               |
| Corriente de cortocircuito Isc (A)        | 11,49A              |
| Tolerancia de potencia                    | -0, +5W             |
| Voltaje máximo del sistema (V)            | DC 1000V / DC 1500V |
| Clasificación de fusibles de la serie Max | 20A                 |

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W.

(2) Parámetros mecánicos y operativos:

|                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| Dimensiones (mm)        | 1763 x 1040 x 35               |
| Peso (kg)               | 20,5                           |
| Célula solar            | 166mm x 83mm                   |
| Caja de conexiones      | ≥IP67                          |
| Carga de viento / nieve | 2400Pa / 5400Pa                |
| Cuadro                  | Aleación de aluminio anodizado |
| Cables                  | 4mm <sup>2</sup> , 1200mm      |
| Conector                | Compatible con MC4             |
| Cristal                 | 3,2mm AR templado              |

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W

(3) Rango de temperatura:

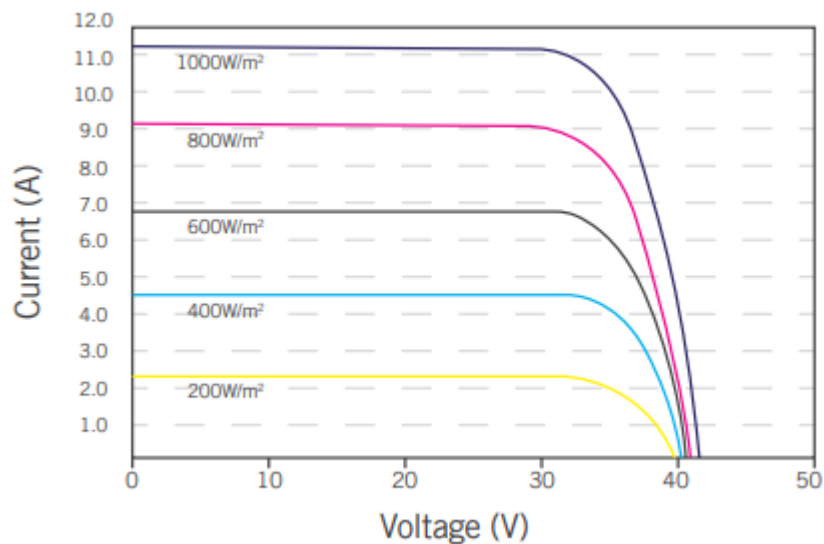
|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Coeficiente de temperatura de Pmax                       | -0,35%/°C |
| Coeficiente de temperatura de Voc                        | -0,30%/°C |
| Coeficiente de temperatura de Isc                        | 0,05%/°C  |
| NOCT (Temperatura Nominal de Funcionamiento de la Celda) | 41±3°C    |

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W

(4) Rango máximo:

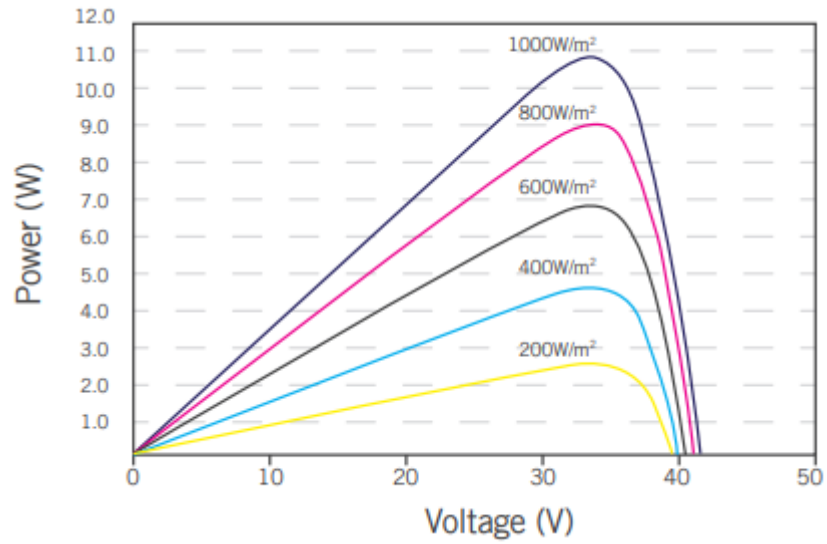
|                                           |                   |
|-------------------------------------------|-------------------|
| Temperatura de operación                  | -40~+85°C         |
| Voltaje máximo del sistema                | DC1000V / DC1500V |
| Clasificación de fusibles de la serie Max | 20A               |

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W



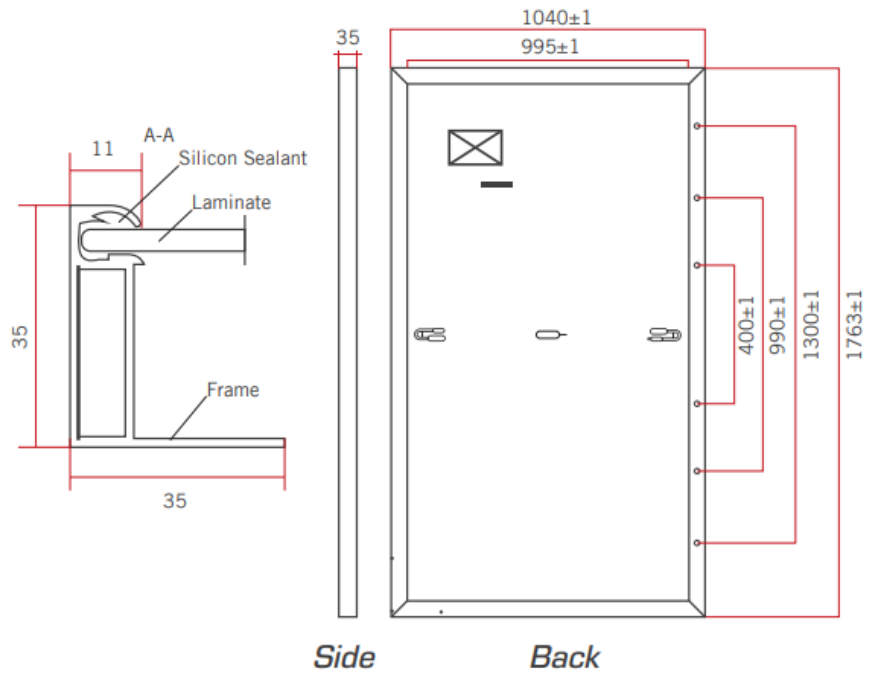
(1) Curva I-V del módulo fotovoltaico.

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W



(2) Curva P-V del módulo fotovoltaico:

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W



(1) Dimensiones del módulo fotovoltaico (mm).

Fuente: Ficha técnica JNL SOLAR JLS120M365WB - JLS120M375W

### 4.2.3. CONECTORES TIPO MC4 MACHOS Y HEMBRAS CON CABLE SOLAR

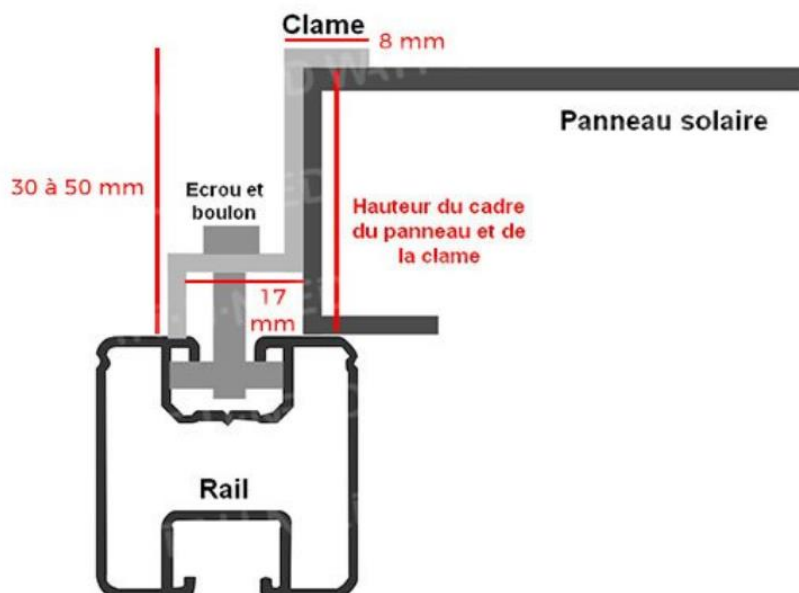
Se utilizará el cable solar 2X4mm<sup>2</sup> con conectores macho y hembra MC4 cuyas características son:

- Cable solar 2X4mm<sup>2</sup> de cobre con un par de conectores MC4.
- Compuesto de 2 cables separados de 1X42.
- Resistente a los rayos UV, el calor, el frío y las inclemencias del tiempo.

### 4.2.4. ABRAZADERA DE PANEL DE EXTREMO LATERAL

Las abrazaderas utilizadas contarán con las siguientes características.

La altura del clame será de 35mm de altura:



(1) Detalle del montaje del panel fotovoltaico en la abrazadera y de ésta en el raíl.

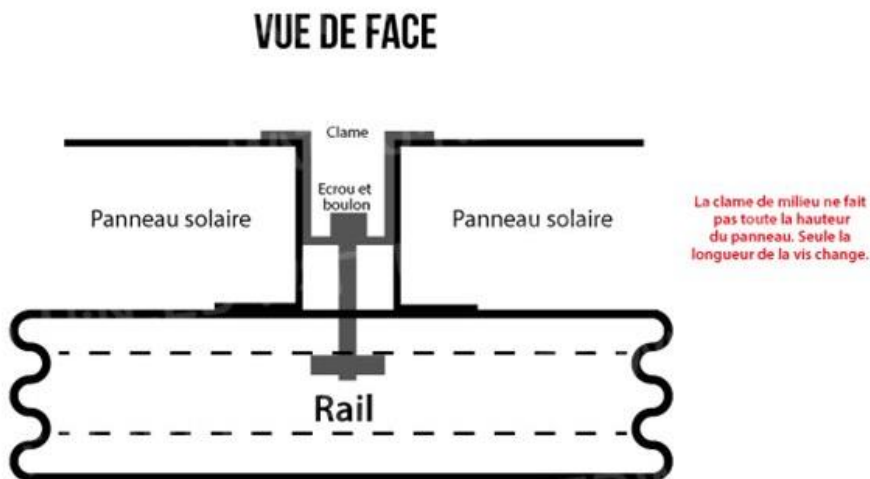
Fuente: <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/40-extremo-de-la-abrazadera-final-del-accesorio-del-panel-30-a-50-mm-0712971125087.html>

-El perno y la tuerca serán de acero inoxidable.

## 4.2.5. ABRAZADERA MEDIANA DE MONTAJE DEL PANEL SOLAR

En este caso se utilizarán abrazaderas medianas de montaje del panel solar. Cada abrazadera dará sujeción a dos paneles solares, los cuales estarán sujetos en total por dos abrazaderas, situadas cada una a un lateral del panel fotovoltaico y paralelas entre sí. Las características que deberán tener cada una de estas abrazaderas son:

- La altura del clame será de 35mm de altura:



(1) Detalle del montaje del panel fotovoltaico en la abrazadera y de ésta en el raíl.

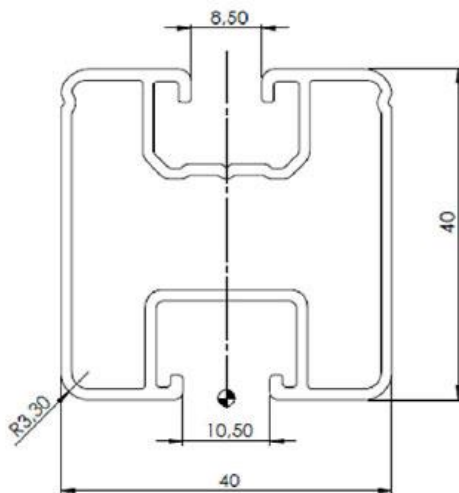
Fuente: <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/40-extremo-de-la-abrazadera-final-del-accesorio-del-panel-30-a-50-mm-0712971125087.html>

- El perno y la tuerca serán de acero inoxidable.

## 4.2.6. RAÍL DE ALUMINO

Se utilizarán raíles de aluminio 40x40 para la fijación de los paneles en la superposición de la cubierta o estructura a la tierra. Las características de este tipo de raíl utilizado son:

- El perfil contará con unas dimensiones de 40 x 40mm:



DIMENSIONS (MM)

(1) Perfil del raíl de aluminio.

Fuente: <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/38-riel-de-aluminio-de-40x40-para-la-fijacion-de-los-paneles-solares-0712971125070.html>

- Cada raíl tiene 2m de longitud.
- Los raíles pueden conectarse entre sí por uniones.

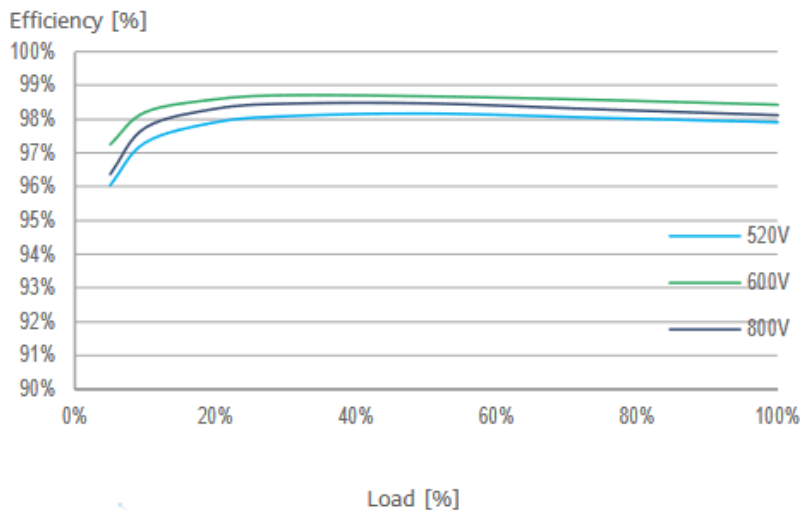
#### 4.2.7. CRUCE DE FERROCARRIL

Se utilizarán como piezas de unión entre los raíles cruces de ferrocarril, que consta de dos barras de aluminio. Este sistema no requiere de tornillos ni herramientas para su montaje.

#### 4.2.8. INVERSOR TRIFÁSICO

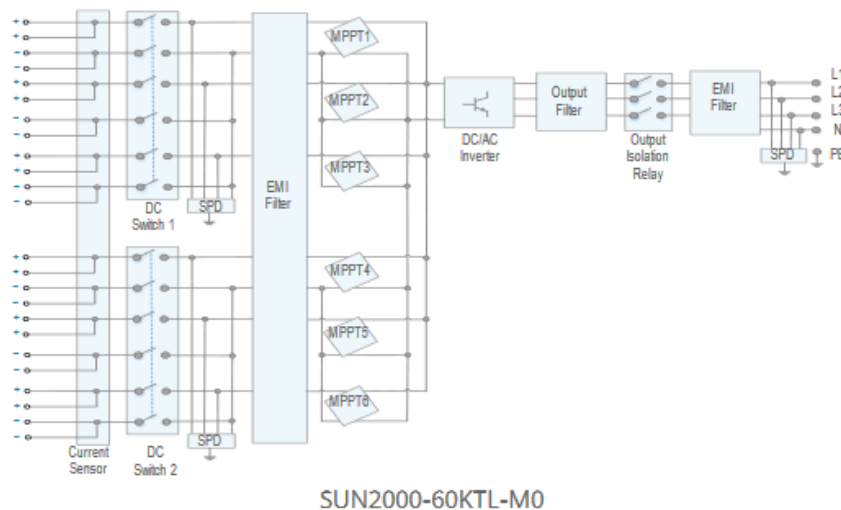
Se utilizará un Inversor Huawei Trifásicos 60kW, V-200-1000V 6 MPPT, ya que, según lo explicado en el ANEJO VII – MÓDULO FOTOVOLTAICO E INVERSOR, este modelo es el más adecuado para la instalación fotovoltaica a instalar. Sus características son las siguientes:

- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobre intensidad tipo II tanto para CC como para CA.
- Monitorización inteligente de 12 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.
- Máxima eficiencia del 99,0%, eficiencia europea del 98,8%.
- 6 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones.
- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.
- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobre intensidad tipo II tanto para CC como para CA.



(1) Curva de eficiencia:

Fuente: <https://solarmat.es/es/inversor-conexion-a-red/inversor-huawei-trifasicos-60kw-v-200-1000v-6-mppt.html>



(2) Diagrama del circuito.

Fuente: <https://solarmat.es/es/inversor-conexion-a-red/inversor-huawei-trifasicos-60kw-v-200-1000v-6-mppt.html>

## 4.2.9. CUADRO DE RIEGO

Este elemento permitirá el control del riego, así como permitirá saber al promotor si existe algún problema en este proceso desde el mismo punto en el que se encuentra el cuadro de riego o desde cualquier otro, ya que permite el control y la gestión del riego de forma telemática, evitando de esta forma que el promotor tenga que desplazarse obligatoriamente hasta el lugar en el que se encuentra el cuadro para activar el riego. De esta forma, se ha optado por el cuadro eléctrico Dositech Dosirian +, cuyas características son las siguientes:

- Armario estanco (IP66) en poliéster reforzado en fibra de vidrio con doble puerta.
- Dimensiones del armario: 645 x 435 x 250
- Interruptor general exterior con posibilidad de bloqueo.
- Exclusividad Otech.
- Protección de las personas contra los riesgos eléctricos mediante interruptor diferencial.
- Visualización y utilización por sinóptico.
- Indicación del sentido de avance.
- Marcha del tramo final.
- Marcha del cañón.



- Puesta en presión.
- Localización de posibles fallos.
- Analizador de averías.
- Temporización.
- Voltímetro.
- Control de cañón final por ángulo.
- Control de autorreverse por ángulo.
- Posibilidad de diferentes dosis de agua en distintos sectores controlado por ángulo.
- Doble cuadro electromecánico y digital.
- Pantalla táctil.
- Supervisión vía internet.
- Envío de SMS.
- Conexión GPRS.

## **4.3. EJECUCION DE OBRAS Y ABONO**

### **4.3.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Se prevé que se tardarán tres meses en conseguir las licencias necesarias para llevar a cabo la actuación prevista. Pasados este tiempo se comenzará colocando las placas solares desde el extremo este de la nave hacia al oeste, lo cual se estima que llevará tres semanas.

Al mismo tiempo que se colocan las placas, se instalará el cuadro de riego en la nave, que se situará en el extremo oeste de la nave y en la pared sur, lo que llevará una semana. De esta forma se busca evitar que coincidan en el tiempo y en el espacio de la nave la instalación de las placas y la del cuadro de riego.

Terminada la instalación del cuadro de riego, se conectará a el pívot y la electrobomba sumergida, lo cual se realizará al finalizar esa semana.

Terminada la instalación de todas las placas solares, se conectarán al cuadro eléctrico de la nave y del riego.

A continuación, se muestra el diagrama de Gantt en el que se refleja la duración y distribución espectral de las diferentes actuaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto:

(1) Diagrama de Gantt.

| ACTIVIDADES                                                                        | TIEMPO DE DURACIÓN |         |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------|-------|
|                                                                                    | Enero              | Febrero | Marzo | Abril |
| Obtención de las licencias                                                         |                    |         |       |       |
| Colocación de las placas solares                                                   |                    |         |       |       |
| Instalación del cuadro de riego y conexión al cuadro eléctrico de la nave          |                    |         |       |       |
| Instalación del inversor y conexión al cuadro eléctrico de la nave                 |                    |         |       |       |
| Conexión del pivó y de la electrobomba sumergida al cuadro de riego                |                    |         |       |       |
| Conexión de las placas solares al cuadro eléctrico de la nave y al cuadro de riego |                    |         |       |       |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. MEDICIÓN Y ABONO

El abono se realizará por módulo fotovoltaico instalado y por la instalación del cuadro de riego y del inversor.

Soria, Mayo de 2022

Fdo.: Aurora Arroyo García



# **PRESUPUESTO**



## 5.1. MEDICIONES

### (1) Mediciones.

| UNIDAD CONSTRUCTIVA                      |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
|------------------------------------------|--------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|
| MEDICIONES                               |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| CAPÍTULO 1: placas solares fotovoltaicas |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| Número                                   | Código       | Unidad | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Rendimiento | Precio unitario | Importe           |
| <b>Materiales</b>                        |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 1                                        | mt35sol027cc | Ud     | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 375 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 34,26 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 10,81 A, tensión en circuito abierto (Voc) 41,57 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 11,43 A, eficiencia 20%, 120 células de 166x166 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1763 x 1040 x 35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m <sup>2</sup> , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m <sup>2</sup> , peso 20,54 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.                                                                                                                                                                                                     | 1           | 45,16 €         | 45,16 €           |
|                                          | mo009        | h      | Repercusión por m <sup>2</sup> de accesorios de montaje implícito de módulo fotovoltaico de fachada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                 |                   |
|                                          | mo108        | h      | Repercusión por m <sup>2</sup> de material eléctrico para conexión de módulo fotovoltaico de fachada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                 |                   |
| <b>Subtotal materiales</b>               |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>45,16 €</b>    |
| <b>Mano de obra</b>                      |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 2                                        | mo009        | h      | Oficial 1ª instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1           | 19,58 €         | 19,58 €           |
|                                          | mo108        | h      | Ayudante instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1           | 18,01 €         | 18,01 €           |
| <b>Subtotal mano de obra</b>             |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>37,59 €</b>    |
| <b>Costes directos complementarios</b>   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 3                                        |              | %      | Costes directos complementarios: coste de mantenimiento decenal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2           | 158,21 €        | 3,16 €            |
| <b>Costes directos</b>                   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>85,91 €</b>    |
| <b>CAPÍTULO 2: INVERSOR</b>              |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| <b>Materiales</b>                        |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 4                                        | mt35ifg050a  | Ud     | Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 60 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1           | 5.750 €         | 5.750 €           |
| <b>Subtotal materiales</b>               |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>5.750 €</b>    |
| <b>Mano de obra</b>                      |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 5                                        | mo003        | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1           | 19,56 €         | 19,56 €           |
|                                          | mo102        | h      | Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1           | 18,01 €         | 18,01 €           |
| <b>Subtotal mano de obra</b>             |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>37,57 €</b>    |
| <b>Costes directos complementarios</b>   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 6                                        |              | %      | Costes directos complementarios: mantenimiento decenal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2           | 5.750 €         | 115 €             |
| <b>Costes directos</b>                   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>5.902,57 €</b> |
| <b>CAPÍTULO 3: CUADRO DE RIEGO</b>       |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| <b>Materiales</b>                        |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 7                                        |              | Ud     | Cuadro eléctrico Dositech Dosirian +, armario estanco (IP66) en poliéster reforzado en fibra de vidrio con doble puerta, dimensiones 645 x 435 x 250, interruptor general exterior con posibilidad de bloqueo, protección de las personas contra los riesgos eléctricos mediante interruptor diferencial, sinóptico, visualización y utilización por sinóptico que incluye: indicación del sentido de avance, marcha del tramo final, marcha del cañón, puesta en presión, localización de posibles fallos, analizador de averías, temporización, voltímetro, control de cañón final por ángulo, control de autorreverse por ángulo, posibilidad de diferentes dosis de agua en distintos sectores controlado por ángulo, doble cuadro electromecánico y digital, pantalla táctil, supervisión vía internet, envío de SMS y conexión GPRS. | 1           | 4.650 €         | 4.650 €           |
| <b>Subtotal materiales</b>               |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>4.650 €</b>    |
| <b>Mano de obra</b>                      |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 8                                        | mo003        | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1           | 19,56 €         | 19,56 €           |
|                                          | mo102        | h      | Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1           | 18,01 €         | 18,01 €           |
| <b>Subtotal mano de obra</b>             |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>37,57 €</b>    |
| <b>Costes directos complementarios</b>   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 |                   |
| 9                                        |              | %      | Costes directos complementarios: mantenimiento anual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2           | 4.650 €         | 93 €              |
| <b>Costes directos</b>                   |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                 | <b>4.780,57 €</b> |

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. CUADROS DE PRECIOS

(2) Cuadros de precios.

| CUADROS DE PRECIOS                                     |        |                                                                                                                               |          |               |             |
|--------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|-------------|
| Código                                                 | Unidad | Elemento                                                                                                                      | Unidades | Precio/unidad | Precio      |
| <b>CUADRO DE PRECIOS Nº 1: MANO DE OBRA</b>            |        |                                                                                                                               |          |               |             |
| mo009                                                  | h      | Oficial 1ª instalador de captadores solares.                                                                                  | 120      | 19,58 €       | 2.349,60 €  |
| mo108                                                  | h      | Ayudante instalador de captadores solares.                                                                                    | 120      | 18,01 €       | 2.161,20 €  |
| mo003                                                  | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                      | 40       | 19,56 €       | 782,40 €    |
| mo102                                                  | h      | Ayudante electricista.                                                                                                        | 40       | 18,01 €       | 720,40 €    |
| mo003                                                  | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                      | 40       | 19,56 €       | 782,40 €    |
| mo102                                                  | h      | Ayudante electricista.                                                                                                        | 40       | 18,01 €       | 720,40 €    |
| <b>Total</b>                                           |        |                                                                                                                               |          |               | 7.516,40 €  |
| <b>CUADRO DE PRECIOS Nº2: MATERIALES A PIE DE OBRA</b> |        |                                                                                                                               |          |               |             |
| mt35sol027c                                            | Ud     | Módulo solar fotovoltaico de capa fina JLS120M375W de la marca JNL SOLAR                                                      | 156      | 45,16 €       | 7.044,96 €  |
|                                                        | Ud     | Conectores tipo MC4 machos y hembras con cable (se toma como unidad un conector macho más un conector hembra más 1m de cable) | 312      | 4,60 €        | 1.435,20 €  |
|                                                        | Ud     | Abrazadera de panel de extremo lateral con perno y tuerca                                                                     | 8        | 1,63 €        | 13,04 €     |
|                                                        | Ud     | Abrazadera mediana de montaje del panel solar con perno y tuerca                                                              | 152      | 1,65 €        | 250,80 €    |
|                                                        | Ud     | Rail de aluminio 40x40 para la fijación de los paneles solares                                                                | 160      | 10,74 €       | 1.718,40 €  |
|                                                        | Ud     | Cruce de ferrocarril                                                                                                          | 114      | 4,24 €        | 483,36 €    |
| mt35ifg050a                                            | Ud     | Inversor trifásico Huawei Trifásico 60kW V-200-1000V 6MPPT                                                                    | 1        | 5.750 €       | 5.750,00 €  |
|                                                        | Ud     | Cuadro eléctrico Dositech Dosirian +                                                                                          | 1        |               | 4.650 €     |
|                                                        |        | Elementos de protección individuales                                                                                          |          |               | 1.347 €     |
| <b>Total</b>                                           |        |                                                                                                                               |          |               | 22.692,76 € |

Fuente: elaboración propia.

## 5.3. CUADRO DE PRECIOS EN LETRA

(2) Cuadro de precios en letra.

| CUADRO DE PRECIOS EN LETRA |        |                                                                                                                                |            |
|----------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Código                     | Unidad | Precio en letra                                                                                                                | Precio     |
| mo009                      | h      | Oficial 1ª instalador de captadores solares.                                                                                   | 2.349,60 € |
|                            |        | Dos mil trescientos cuarenta y nueve con sesenta euros                                                                         |            |
| mo108                      | h      | Ayudante instalador de captadores solares.                                                                                     | 2.161,20 € |
|                            |        | Dos mil ciento sesenta y uno con veinte euros.                                                                                 |            |
| mo003                      | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                       | 782,40 €   |
|                            |        | Setecientos ochenta y dos con cuarenta euros.                                                                                  |            |
| mo102                      | h      | Ayudante electricista.                                                                                                         | 720,40 €   |
|                            |        | Setecientos veinte con cuarenta euros.                                                                                         |            |
| mo003                      | h      | Oficial 1ª electricista.                                                                                                       | 782,40 €   |
|                            |        | Setecientos ochenta y dos con cuarenta euros.                                                                                  |            |
| mo102                      | h      | Ayudante electricista.                                                                                                         | 720,40 €   |
|                            |        | Setecientos veinte con cuarenta euros.                                                                                         |            |
| mt35sol027cc               | Ud     | Módulo solar fotovoltaico de capa fina JLS120M375W de la marca JNL SOLAR.                                                      | 7.044,96 € |
|                            |        | Siete mil cuarenta y cuatro con noventa y seis euros.                                                                          |            |
|                            | Ud     | Conectores tipo MC4 machos y hembras con cable (se toma como unidad un conector macho más un conector hembra más 1m de cable). | 1.435 €    |
|                            | Ud     | Mil cuatrocientos treinta y cinco euros.                                                                                       | 13,04 €    |
|                            | Ud     | Abrazadera de panel de extremo lateral con perno y tuerca.                                                                     | 250,80 €   |
|                            | Ud     | Trece con cuatro euros.                                                                                                        | 1.718,40 € |
|                            | Ud     | Abrazadera mediana de montaje del panel solar con perno y tuerca.                                                              | 483,36 €   |
|                            | Ud     | Doscientos cincuenta con ochenta euros.                                                                                        | 5.750 €    |
|                            | Ud     | Raíl de aluminio 40x40 para la fijación de los paneles solares.                                                                | 4.650 €    |
|                            | Ud     | Mil setecientos dieciocho con cuarenta euros.                                                                                  | 1.347 €    |
|                            | Ud     | Cruce de ferrocarril.                                                                                                          |            |
|                            | Ud     | Cuatrocientos ochenta y tres con treinta y seis euros.                                                                         |            |
| mt35ifg050a                | Ud     | Inversor trifásico Huawei Trifásico 60kW V-200-1000V 6MPPT                                                                     | 5.750 €    |
|                            |        | Cinco mil setecientos cincuenta euros                                                                                          |            |
|                            | Ud     | Cuadro eléctrico Dositech Dosirian +                                                                                           | 4.650 €    |
|                            | Ud     | Cuatro mil seiscientos cincuenta euros.                                                                                        |            |
|                            | Ud     | Elementos de protección individuales                                                                                           |            |
|                            | Ud     | Mil trescientos cuarenta y siete                                                                                               | 1.347 €    |

Fuente: elaboración propia.

## 5.4. PRESUPUESTO GENERAL

(4) Presupuesto general.

| PRESUPUESTO GENERAL                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|
| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                          | Parcial                                | Importe            |
| Instalación de las placas solares fotovoltaicas                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                    |
| Oficial 1ª instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                         |                                        | 2.349,60 €         |
| Ayudante instalador de captadores solares.                                                                                                                                                                                                                           |                                        | 2.161,20 €         |
| Módulo solar fotovoltaico de capa fina JLS120M375W de la marca JNL SOLAR.                                                                                                                                                                                            |                                        | 7.044,96 €         |
| Conectores tipo MC4 machos y hembras con cable (se toma como unidad un conector macho más un conector hembra más 1m de cable).                                                                                                                                       |                                        | 1.435 €            |
| Abrazadera de panel de extremo lateral sin marco.                                                                                                                                                                                                                    |                                        | 13,04 €            |
| Abrazadera de mediados de panel sin marco.                                                                                                                                                                                                                           |                                        | 250,80 €           |
| Raíl de aluminio 40x40 para la fijación de los paneles solares.                                                                                                                                                                                                      |                                        | 1.718,40 €         |
| Cruce de ferrocarril.                                                                                                                                                                                                                                                |                                        | 483,36 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b>                           | <b>15.456,56 €</b> |
| Instalación del inversor                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |                    |
| Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 782,40 €           |
| Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                               |                                        | 720,40 €           |
| Inversor trifásico Huawei Trifásico 60kW V-200-1000V 6MPPT.                                                                                                                                                                                                          |                                        | 5.750,00 €         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b>                           | <b>7.252,80 €</b>  |
| Instalación del cuadro de riego                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                    |
| Oficial 1ª electricista.                                                                                                                                                                                                                                             |                                        | 782,40 €           |
| Ayudante electricista.                                                                                                                                                                                                                                               |                                        | 720,40 €           |
| Cuadro eléctrico Dositech Dosirian +.                                                                                                                                                                                                                                |                                        | 4.650,00 €         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Total</b>                           | <b>6.152,80 €</b>  |
| Elementos de protección individuales                                                                                                                                                                                                                                 |                                        | 1.347,00 €         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Presupuesto total instalaciones</b> | <b>30.209,16 €</b> |
| <p>El presupuesto general de este anteproyecto asciende a la cantidad de treinta mil doscientos nueve con dieciséis euros (30.209,16€)</p> <p>Soria, noviembre de 2021</p> <p><i>Aurora</i></p> <p>Fdo: Aurora Arroyo García<br/>Ingeniería Agraria y Energética</p> |                                        |                    |

Fuente: elaboración propia



# BIBLIOGRAFÍA



## **1. LEGISLACIÓN URBANÍSTICA MUNICIPAL DE BOCIGAS (VALLADOLID)**

- Normativa urbanística municipal Bocigas:
  - <https://www.diputaciondevalladolid.es/exposicion-publica-planeamiento>
- Legislación urbanística municipal:
  - <https://servicios.jcyl.es/PlanPublica/searchVPubDocMuniPlau.do?blnfoPublica=N&provincia=47&municipio=021>

## **2. INFORMACIÓN CATASTRAL DE LAS PARCELAS ENAS QUE SE UBICA LA NAVE AGRÍCOLA**

- Información de las parcelas: <https://www1.sedecatastro.gpb.es/>

## **3. ESTUDIO CLIMÁTICO**

- Información climática de la provincia de Valladolid:
  - <https://es.weatherspark.com/y/35791/Clima-promedio-en-Valladolid-España-durante-todo-el-año>
  - <https://es.weatherspark.com/y/35791/Clima-promedio-en-Valladolid-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## **4. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

- Legislación autonómica de Castilla y León sobre instalaciones fotovoltaicas conectadas a red:
  - <https://energia.jcyl.es/web/es/energias-renovables-ordenacion-energetica/instalaciones-fotovoltaicas-conectadas.html>
- Ventajas del autoconsumo:
  - <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1284211791657/Publicacion/1285041258063/Redaccion>
- Guía de Tramitación Administrativa del Autoconsumo en Castilla y León:
  - <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1284211791657/Publicacion/1285041296402/Redaccion>
- ERENsol FV:
  - <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1284211791657/Publicacion/1188637418670/Redaccion>
- Orientación e inclinación placas solares:

- <https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares>
- <https://www.cambioenergetico.com/blog/como-oriento-las-placas-solares/>
- <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>

## 5. MÓDULO FOTOVOLTAICO E INVEROR

- Factores meteorológicos dañinos para las placas solares fotovoltaicas:
  - <https://www.energiainnovadora.com/como-afecta-el-clima-a-los-paneles-fotovoltaicos/>  
<https://energiasolarfotovoltaica.org/efectos-del-clima-en-la-eficiencia-de-los-paneles-solares>
- Tipos de módulos fotovoltaics:
  - [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1)
  - <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/rendimiento/#>
  - <https://inarquia.es/tipos-panel-solar-fotovoltaico-elijo/>
- Placas solares de capa fina:
  - <https://www.wattuneeed.com/es/paneles-solares/28-panneau-solaire-gs-50-0712971125032.html>
  - <https://www.efimarket.com/panel-solar-100wp-12v-policristalino-capa-fina>
  - <https://www.firstsolar.com/-/media/First-Solar/Technical-Documents/Series-6-Datasheets/Series-6-Datasheet.ashx?la=en-Emea>
- Accesorios de los módulos fotovoltaicos:
  - <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/38-riel-de-aluminio-de-40x40-para-la-fijacion-de-los-paneles-solares-0712971125070.html>
  - <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/1551-2-barras-de-conexion-para-extender-sus->

rieles-

0712971129283.html <https://www.wattuneeed.com/es/cables-y-conectores/2317-cable-solar-2x4mm2-con-tipo-mc4-se-vende-por-metro-0712971133280.html>

- <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/40-extremo-de-la-abrazadera-final-del-accesorio-del-panel-30-a-50-mm-0712971125087.html>
- <https://www.wattuneeed.com/es/sistemas-de-fijaci%C3%B3n/41-abrazadera-mediana-de-montaje-del-panel-solar-30-mm-a-50-mm-0712971125094.html>
- <https://www.wattuneeed.com/es/cables-y-conectores/4910-cable-xvb-3g6-1m-0712971136809.html>

- Tipos de inversores:

- <https://www.energyavm.es/inversores-solares-que-tipos-hay-y-como-funcionan/>
- <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/inversores-solares/>

- Modelos de inversores:

- <https://solarmat.es/es/inversor-conexion-a-red/inversor-huawei-trifasicos-60kw-v-200-1000v-6-mppt.html>
- <https://www.naturaenergy.cl/product/solis-inversor-60-kw-on-grid-certificado-sec>
- <https://tiensol.es/inversores-de-red-trifasicos/192-inversor-trifasico-60-kw-gro>

## 6. SISTEMA DE TELECONTROL Y TELEGESTIÓN DEL RIEGO

- Modelos de sistemas de telecontrol y telegestión del riego:

- <https://www.riegosdelduero.com/productos-de-riego/cuadro-eléctrico-dositech>
- <https://www.vyrsa.com/es/catalogo/categorias/control-riego/sistemas-de-tele-gestion/>
- <https://www.maherelectronica.com/riego-convencional/programador-riego-inteligente/>

## 7. PRECIO DE LA ELECTRICIDAD EN ESPAÑA

- Precio medio de compra la electricidad entre 2010 y 2022:
  - <https://es.statista.com/estadisticas/993787/precio-medio-final-de-la-electricidad-en-espana/>
- Precio de venta de energía excedente en 2021:
  - <https://esenergia.es/precio-venta-excedente-autoconsumo/>

## **8. SUBVENCIONES**

- [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10824](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-10824)

