



---

**Universidad de Valladolid**

Campus de Palencia

ETSIIAA

GRADO EN INGENIERIA  
FORESTAL Y DEL MEDIO  
NATURAL

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**"Proyecto de instalación de placas  
fotovoltaicas para autoconsumo sin  
vertido en una nave agrícola, situada  
en el municipio de Villamuriel de  
Cerrato (Palencia)"**

~~~~~  
~~~~~

**AUTOR:** Julio José Calzada Herrera

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería agroforestal

**TUTORA:** Milagros Casado Sanz/Pablo Martín Ramos

Palencia, 24 de enero de 2023

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado consiste en el proyecto técnico de una instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo, sobre una cubierta prefabricada autoportante, existente en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia). Dicha nave está dedicada al almacenamiento de cereales y leguminosas, así como al mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola que se dedica a esta actividad en los campos de cultivo.

La instalación ofrece una potencia máxima de 18 kW instantáneos, proporcionando un abastecimiento equilibrado para satisfacer, en horario laboral ordinario, los consumos que se recogen en la actividad cotidiana de esta instalación. Esta característica de autoconsumo ha marcado la pauta de todo el proceso de cálculo de la instalación.

La instalación se ha diseñado con 45 módulos fotovoltaicos, con una potencia unitaria de 450 Wp, consiguiendo una producción máxima de 20 kWp totales; controlada por un inversor trifásico de una potencia nominal de 22 kW, lo que se traduce en una potencia nominal total de 20 kW (valor máximo de producción instantánea).

La instalación ocupa una superficie de aproximadamente 285 m<sup>2</sup> útiles, colocados de forma paralela en dos líneas de producción lineal, sobre soportes prefabricados inclinados respecto a la horizontal marcada por la línea de acabado de la cubierta para la máxima incidencia de la radiación solar existente, consiguiendo unos valores aproximados de unos 1,30-1,40 kWh/m<sup>2</sup> de panel instalado.

Todos los elementos a utilizar para la ejecución y control de esta instalación, tanto en su funcionamiento como en su regulación, son elementos de última generación en el mercado; priorizándose el máximo rendimiento y estabilidad en la producción energética, con unas características óptimas en la corriente eléctrica generada.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## INDICE

<b>1. MEMORIA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes y Objeto del proyecto .....	1
1.1.1 Consideraciones ambientales.....	1
1.1.2. Datos de emplazamiento de la instalación .....	2
1.1.3. Alcance .....	3
1.2. Finalidad del proyecto.....	3
1.3. Legislación aplicable.....	4
1.4. Estudio de alternativas.....	4
1.4.1. Características de la instalación .....	5
1.4.2. Clasificación de la modalidad de “Autoconsumo” .....	5
1.5. Ingeniería del proyecto .....	6
1.5.1. Elección de la situación de las placas .....	6
1.5.2. Punto de conexión.....	7
1.5.3. Configuración de los equipos de medida .....	8
1.6. Descripción de la instalación de enlace .....	10
1.6.1. Acometida .....	10
1.6.2. Caja general de protección.....	10
1.6.3. Protecciones .....	10
1.6.4. Puesta a tierra .....	12
1.6.5. Sistema de protección contra contactos indirectos.....	13
1.6.6. Sistema de protección contra contactos directos.....	14
1.6.7. Protección por aislamiento de las partes activas.....	15
1.6.8. Protección por medio de barreras o envolventes.....	15
1.6.9. Derivación de las líneas principales de tierra .....	15
1.7. Programación de las obras.....	15
1.8. Puesta en marcha del proyecto .....	17
1.9. Estudio básico de seguridad y salud .....	18
1.10. Estudio de impacto ambiental .....	18
1.11. Resumen del presupuesto .....	20
1.12. Estudio económico.....	20
<b>2. ANEJOS A LA MEMORIA.....</b>	<b>23</b>
Anejo 1. Ficha urbanística .....	23
Anejo 2. Estudio de alternativas .....	25

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Anejo 3. Ingeniería del proyecto.....	29
3.1 Pérdidas de radiación solar por sombras e inclinación.....	29
3.2 Pararrayos .....	32
3.3 Dimensionamiento de las entradas al generador-inversor .....	33
3.4 Datos finales sistema inversor .....	37
3.5 Cálculos de producción de la instalación solar fotovoltaica .....	38
3.6 Estimación de la producción de energía anual .....	39
3.7 Cálculos eléctricos.....	42
3.8 Justificación de la elección del cableado, canalizaciones y protección .....	45
3.9 Elección soportes paneles y análisis de vientos, sobreesfuerzos y resistencia estructural. ....	48
Anejo 4. Ingeniería de las obras.....	53
4.1 Ficha amerisolar as-6m144-hc-450w .....	54
4.2 Ficha huawei sun 2000-40 ktl-m3 22 kw .....	56
4.4 Certificado “ce” inversor.....	59
4.5 Ficha huawei smartlogger 3000ª modulo bluetooth inversor .....	60
4.6 Ficha janitza regulador .....	61
Anejo 5. Gestión de residuos .....	63
5.1 Antecedentes y marco legal.....	63
5.2 Identificación de los residuos en la obra.....	63
5.3 Producción y gestión de los residuos .....	64
5.4 Medidas para la prevención de residuos en la obra .....	64
5.5 Medidas para la separación de los residuos en obra.....	64
5.6 Valorización del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.....	65
Anejo 6. Estudio básico de seguridad y salud .....	66
6.1 Antecedentes y objeto .....	66
6.2 Memoria informativa .....	66
6.3 Memoria descriptiva .....	68
<b>3. PLANOS .....</b>	<b>70</b>
Nº1 Localización y situación.....	71
Nº2 Emplazamiento en parcela .....	72
Nº3 Distribución de módulos.....	73
Nº4 Series electrificación paneles.....	74
Nº5 Esquema unifilar .....	75

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nº6 Detalles conexión de equipos .....	76
<b>4. PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>77</b>
4.1 Cláusulas administrativas.....	78
4.1.1 Disposiciones generales .....	78
4.1.2 Disposiciones facultativas .....	78
4.1.3 Disposiciones económicas.....	92
4.2 Condiciones técnicas particulares.....	102
4.2.1 Prescripción sobre los materiales.....	102
4.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra .....	107
<b>5. MEDICIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>6. PRESUPUESTO .....</b>	<b>113</b>
6.1 Cuadro de precios Nº 1 .....	113
6.2 Cuadro de precios Nº 2 .....	114
6.3 Cuadro de precios Nº 3 .....	116
6.4 Presupuestos parciales.....	117
6.5. Presupuesto general y resumen general de presupuesto .....	122

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 1. MEMORIA

### 1.1 Antecedentes y Objeto del proyecto

El presente trabajo se redacta en base a la petición del propietario particular de la finca situada en la carretera P-900., km 5,2 del término municipal de Villamuriel de Cerrato (Palencia), comúnmente conocido como "Pago de Longuera"; en la cual se sitúa una nave de uso agrícola con una superficie en planta aproximada útil para la instalación de 285 m<sup>2</sup> (44 m × 6,5 m). Se pretende realizar una instalación de paneles fotovoltaicos para autoconsumo sin vertido a la red de distribución energética.

El objeto de este proyecto es diseñar las instalaciones técnicas oportunas para la instalación, acorde a reglamentación y legislación vigente, así como para la tramitación de los permisos administrativos y autorizaciones de funcionamiento ante el ente administrativo público que regula y revisa dicha instalación, siendo en este caso el Servicio Territorial de Industrial de la Junta de Castilla y León.

#### 1.1.1 Consideraciones ambientales

La colocación de paneles solares como fuente de energía eléctrica a partir de la radiación solar es una opción muy interesante, al ser una fuente de energía verde y limpia. Se detallan a continuación una serie de ventajas asociadas:

- No consume combustibles fósiles y tiene un bajo coste de mantenimiento, lo que supone una gran ventaja frente a otro tipo de alternativas energéticas.
- Utiliza como fuente primaria de energía la radiación solar, una fuente de energía primaria renovable, limpia, verde y con una tasa de eficiencia elevada, frente a otros tipos de fuente energéticos.
- La emisión de contaminantes en su funcionamiento regular es prácticamente nula, lo que conlleva beneficios en términos de reducción de contaminación atmosférica y reducción del efecto invernadero.
- La legislación vigente en este campo permite una serie de derechos productivos y de conexión paralela, favoreciendo el autoconsumo y la autosuficiencia energética en los procesos productivos.
- Los insumos que utiliza en su generación son nulos, por lo que los gastos que genera en servicios auxiliares de funcionamiento, como por ejemplo combustibles o agua de refrigeración, son despreciables.
- La generación fotovoltaica no produce ruidos que puedan generar molestias en el medio que rodea la instalación, como -por ejemplo- vibraciones.
- La ejecución de su instalación es muy rápida en el tiempo, facilitando una rápida amortización económica.
- La producción energética es *in situ*, lo que nos lleva a un ahorro en los costes, tanto económicos como energéticos, asociados al transporte de la energía consumida en la instalación.

No obstante, este tipo de instalaciones cuenta también con una serie de inconvenientes o desventajas relativas a su producción y funcionamiento, como son:

- La contaminación que se genera en el proceso de fabricación de sus componentes es elevada y genera un alto impacto medioambiental en las zonas donde se obtienen y se procesan las materias primas para su elaboración.
- El espacio utilizado para su instalación puede generar problemas con el uso y gestión del territorio, pero no es el caso del presente proyecto, al utilizar la cubierta de una nave para uso agrícola.
- El impacto visual que generan alguna de estas instalaciones puede ser elevado y deriva en actuaciones locales y puntuales muy importantes para eliminar o minorizar dicho

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

impacto. En este proyecto dicho impacto será muy reducido, al tratarse de una nave de uso agrícola fuera del núcleo urbano

- El espacio ocupado por este tipo de instalaciones también puede provocar un impacto negativo sobre la flora y fauna. En el caso del proyecto, la escasa superficie que ocupará y su ubicación no supondrán un impacto negativo notable.

### **1.1.2. Datos de emplazamiento de la instalación**

La promoción de esta instalación parte como iniciativa privada, siendo el proyecto la instalación de una planta fotovoltaica de 20 kWp, ubicada en la parcela nº 16 del polígono 507 del Término Municipal de Villamuriel de Cerrato, Palencia, en el terreno cuyo registro catastral se corresponde con la parcela 001000100UM74E0001XA. La parcela objeto de este proyecto abarca una superficie de 6.060 m<sup>2</sup>. Las coordenadas UTM son: HUSO 30, 377799 E y 4647644 N (Fuente <https://sigpac.mapama.gob.es/>).

En el anejo 1 se puede ver ficha urbanística y catastral, en el plano nº 1 se indica su localización, y en el plano nº 2 el emplazamiento de la parcela.

En la parcela mencionada existe una nave de uso agrícola, en cuya cubierta se va a proceder a realizar la instalación de este proyecto. Contamos con una superficie útil de trabajo de alrededor de 285 m<sup>2</sup>. La nave, a nivel estructural, punto relevante en el diseño y cálculo de la instalación, consta de:

- Base ejecutada con losa continua de hormigón H30, armadura en parrilla y armadura de piel, así como zunchos de refuerzo perimetral (zapata corrida lineal) y en ejes longitudinales y transversales para conferir una continuidad estructural y de soporte en toda su superficie. En su perímetro se realizan esperas de armadura, unidas a la armadura de los zunchos perimetrales para la colocación de los pilares perimetrales.
- El perímetro está ejecutado con pilares de hormigón prefabricado con armadura pretensada, los cuales en su base tienen una placa de unión para su colocación y amarre en las esperas anteriormente señaladas. En la testa de los pilares se realiza una figura de reposo y anclaje de las cerchas metálicas que van a soportar el tablero de la cubierta. El cerramiento perimetral está realizado en bloque de hormigón prefabricado de pilar a pilar, con sellado en el encuentro y junta elastomérica tanto en base como en el pilar, para evitar posibles deformaciones por contracciones y dilataciones, así como absorber posibles deformaciones del terreno y transmitir de forma lineal y continua las cargas desde la cubierta hacia la losa.
- En el interior existe una malla de pilares intermedios, de soporte, apoyo y anclaje de las cerchas, de forma lineal y a eje de los pilares perimetrales; con el objetivo de conseguir la máxima luz de las cerchas y soporte de la carga máxima del tablero que configura la cubierta.
- La cubierta está ejecutada como un tablero uniforme y continuo de hormigón H20, con una armadura a semejanza que la losa de la base, es decir, con una armadura perimetral y una armadura estructural.
- Toda la nave está ejecutada según norma del CTE y ajustada a cálculos del colegiado que firma el proyecto de dicha nave.

Para este proyecto, el dato relevante es la capacidad de carga de la cubierta y los factores que admite para su trabajo sobre ella, según CTE y colegiado. En este caso en concreto se obtiene:

- Una capacidad de carga 250 kp/cm<sup>2</sup>
- Pendiente mínima de 1% para evacuación perimetral de pluviales
- Espesor de tablero de 25 cm
- Acabado superficial con tela asfáltica y tratamiento bituminoso

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### **1.1.3. Alcance**

Este proyecto tiene por objeto definir las condiciones técnicas y económicas para la realización de un sistema de generación de energía eléctrica mediante energía solar fotovoltaica conectada a la red interior del inmueble, según la normativa ITC BT-04 "Documentación y puesta en servicio de las instalaciones".

El presente proyecto se compone de una serie de documentos, que incluyen: memoria, planos, presupuestos, pliego de condiciones y anexos, en los que se recogen los diferentes cálculos y trabajos para el diseño y ejecución de la instalación solar fotovoltaica.

## **1.2. Finalidad del proyecto**

El presente trabajo tiene la finalidad de llevar a cabo una instalación de paneles solares con una potencia de aproximadamente 20 kW sobre una cubierta prefabricada en hormigón pretensado y estructura metálica autoportante de una nave de uso agrícola. Dicha nave se usa de forma general para el almacenamiento de materias primas y mantenimiento-acondicionamiento de maquinaria agrícola, y -de forma estacional- como almacenamiento de producto recolectado agrícola propio de la zona.

La potencia eléctrica que se suministra a la nave para su uso ordinario es de 15 kW en suministro trifásico y 5 kW en suministro monofásico, a través de línea de alimentación procedente de la red eléctrica de distribución nacional y controlada por la empresa suministradora Iberdrola SAU. Los costes mensuales por el uso y gestión de la energía eléctrica consumida se encuentran en el rango de 650 a 800 €.

Dada la situación actual del mercado energético, sus fluctuaciones y la incertidumbre en su evolución (tanto en costes como en la generación), se hace necesario dar soluciones de una forma rápida en el tiempo, pero que a su vez no impliquen sacrificios futuros a nivel social, económico o medioambiental. Esto motiva que el promotor opte por esta instalación y sus características específicas, definidas en puntos posteriores, para reducir de forma considerable la necesidad de consumo energético externo y poder ser autosuficiente, con una instalación singular y una fuente primaria de energía continua y casi inagotable en el tiempo.

Los objetivos generales planteados son:

- Disminución del suministro energético exterior
- Reducción de contaminantes por el consumo de combustibles fósiles
- Aprovechamiento eficaz y duradero de energía primaria limpia
- Disminución y amortización de costes generales de la infraestructura
- Cumplimiento con la Agenda 20-30 (ODS 7)

Los objetivos específicos planteados son:

- Reducción de coste energéticos mensuales
- Disponibilidad instantánea de potencia máxima requerida para horario ordinario.
- Posibilidad de mayor uso de potencia instantánea (20 kW frente a los 15 kW contratados con la suministradora), permitiendo modificar usos y consumos en las distintas áreas existentes en la nave agrícola.
- Dado que pueden existir excedentes puntuales, se abre la puerta a un estudio futuro de volcado a red pública de distribución energética o instalación de un sistema de almacenaje de energía.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 1.3. Legislación aplicable

En la realización del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa de aplicación, municipal, provincial, autonómica y nacional:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector 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 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1699/2011 por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2011-2020.
- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020.
- Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

### 1.4. Estudio de alternativas

Se hace necesario realizar una reflexión sobre las distintas alternativas técnicas viables en el diseño y elección de materiales, así como la justificación de la opción elegida. Las opciones planteadas tendrán que ser viables para su ejecución a nivel técnico y económico, dando una solución factible a nuestra instalación y a las premisas iniciales para el cálculo y diseño de esta. Se analizarán las siguientes alternativas

**Tipo de instalación:** nos decantamos por una instalación **mixta**, es decir, que podamos utilizar la energía de la red eléctrica si nuestra producción es menor que nuestra demanda instantánea, a la vez que se pueda utilizar la energía producida y ser autosuficientes si la potencia requerida es igual al producida.

**Tipo de panel fotovoltaico:** elegimos los **paneles monocristalinos**, dado su alto rendimiento y su eficiencia, respecto a otras tecnologías del mercado. Pese a ser algo más caros, presentan características superiores en relación al coeficiente de absorción de luz y mayor eficiencia en la producción, por lo que la diferencia de coste es amortizada en un breve periodo de tiempo.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**Tipo de regulador-inversor:** la elección ha sido un **inversor de onda modificada o de onda sinusoidal pura 2 MPPT**, por el rendimiento elevado y las bajas pérdidas en transformación de corriente continua a corriente alterna. La optimización y regulación de la producción de corriente continua por parte de los paneles solares, por la monitorización continua e instantánea de su funcionamiento, así como su control y auto calibración periódica y por la mínima vibración o ruido que produce en su funcionamiento. También se valora el menor calentamiento que se produce en su funcionamiento, con menor mantenimiento y averías en el tiempo.

**Tipo de bastidor de soporte de los paneles y su anclaje.** Se trata de un elemento estático, capaz de soportar la carga de los paneles, las sobrecargas del viento y de la nieve (de acuerdo a la normativa de edificación existente) y las dilataciones y contracciones térmicas, al estar en intemperie. Se ejecuta un bastidor prefabricado en hormigón con tratamiento superficial antioxidante y dureza superficial, según la norma UNE 37-501 y UNE 37-508. La tornillería y elementos de anclaje deberán de ser de acero inoxidable AISI 304 (norma EN 10088/3 – X5CrNi 18 – 10 -W. 1. 4301).

En el anejo 2 "Estudio de alternativas", se justifican de una forma técnica y específica, con diferentes simulaciones a través de *software* de cálculo fotovoltaico PVsyst, las características de la instalación.

#### **1.4.1. Características de la instalación**

El presente proyecto contempla una instalación solar fotovoltaica compuesta por 45 módulos monocristalinos de la marca Amerisolar, modelo AS-6M144-HC de 450 Wp por unidad, alcanzando una potencia pico de 20 kWp, según la definición de potencia pico del RD 413/2014 en su artículo 3.

La potencia nominal corresponderá a la proporcionada por el sistema inversor o sistema generador, que está formada por un inversor marca HUAWEI, modelo SUN2000-40KTL-M3 trifásico, con una potencia nominal de 22 kW.

La potencia nominal total de la planta es de 20 kW, la definición de potencia nominal se encuentra en la disposición transitoria primera del 413/2014 punto 5, que hace referencia al concepto de potencia nominal del Real Decreto 661/2007 en su artículo 3.

#### **1.4.2. Clasificación de la modalidad de "Autoconsumo"**

La normativa para las instalaciones solares fotovoltaicas publicada en el BOE en el Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. BOE Núm. 242 del sábado 6 de octubre de 2018 (en adelante, RD 15/2018).

Según el RD 15/2018, la instalación pasa a considerarse del tipo a) Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes, porque no dispone de vertido a red debido a la colocación de los equipos anti-vertido y de inyección cero, como elementos que forman parte de la propia instalación solar fotovoltaica, y que cumplen con la UNE 217001:2015 IN relativa a los requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.

Se adjuntan en el anejo-3 el certificado del inversor, el equipo anti-vertido y de regulación que acreditan el cumplimiento de la UNE referenciada.

Además, el nuevo RD 15/2018 elimina el trámite de las autorizaciones administrativas (previa, de construcción y de explotación) para las instalaciones de tipo a) Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes, exigiendo en su artículo 18 punto sexto que: "*Las instalaciones en modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes se someterán exclusivamente a los reglamentos técnicos correspondientes*". En particular, las instalaciones de suministro con autoconsumo conectadas en baja tensión se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nuestro proyecto, al tener una potencia máxima de 20 kW, no superar los 100 kW y no realizar vertido a la red de distribución energética, se engloba en las características definidas en el RD 15/2018 y, como indica, no debe de realizar tramitación administrativa y no debe de incluirse en el registro administrativo de producción de energía eléctrica; aunque de forma voluntaria se puede realizar registro administrativo de consumo del Ministerio para Transición Ecológica, con el fin de obtener datos estadísticos, económicos y cumplimientos de objetivos de la Agenda 2030.

Esta clasificación de autoconsumo sin vertido no genera cargos ni peajes económicos por la no utilización de energía procedente de red de distribución, así como tampoco genera ningún recargo y ninguna cuota adicional por la energía consumida de la red, siendo de iguales características económicas que las de otro usuario que no tenga ningún tipo de fuente energética auxiliar.

## 1.5. Ingeniería del proyecto

En este apartado se abordan cuestiones significativas relativas al diseño de la instalación fotovoltaica para lograr su máximo rendimiento en su utilización como fuente de producción energética.

En el anejo 3 se puede consultar los cálculos de la instalación e información más detallada de la ingeniería del proyecto.

### 1.5.1. Elección de la situación de las placas

La importancia en la inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos es una premisa fundamental en el diseño de la instalación, dado que los paneles deberán estar orientados hacia la máxima incidencia de la radiación solar durante el máximo tiempo posible para alcanzar el máximo de producción energética.

En la figura 1 se indica el ángulo de inclinación del panel, siendo  $\beta$  el ángulo de inclinación del panel solar respecto a la horizontal, que en este caso es la línea de la cubierta acabada. En nuestro proyecto se ha considerado un ángulo máximo  $\beta = 30^\circ$ , para recibir la máxima radiación solar (cálculos descriptivos en Anejo 3).

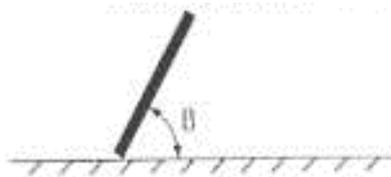


Figura 1: Inclinación del panel respecto a horizontal

En la figura 2 se muestra el azimut  $\alpha$ , que define el ángulo entre la proyección sobre el plano de la horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano de la situación de la instalación. En nuestro diseño se ha considerado un ángulo  $\alpha = 0^\circ$ , dada la orientación sur de nuestros paneles (cálculos descriptivos en Anejo 3).

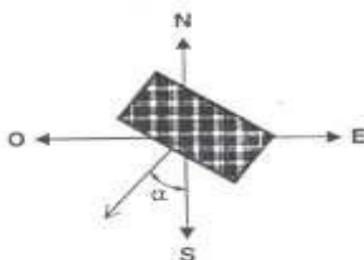


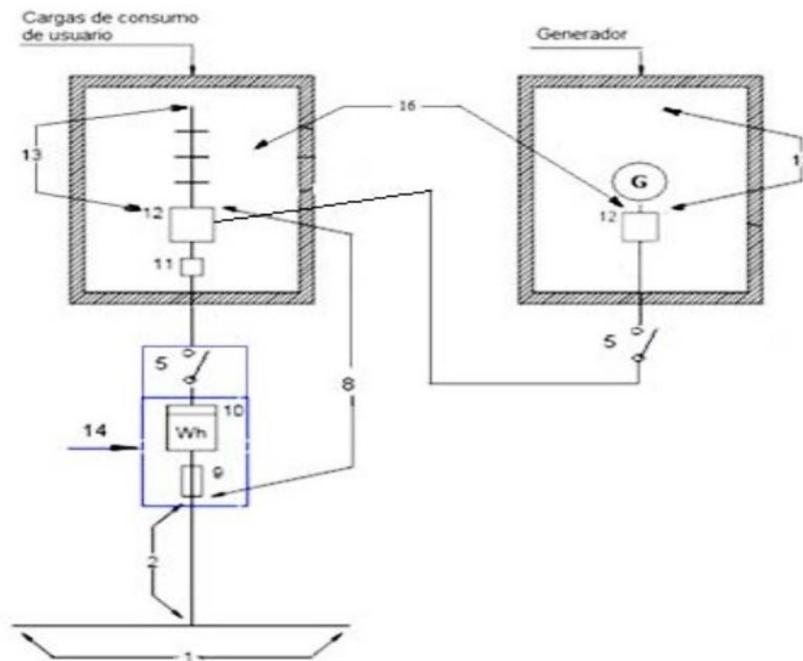
Figura 2: Ángulo respecto a orientación geográfica

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 1.5.2. Punto de conexión

Tal y como se ha indicado en el punto anterior, la modalidad de autoconsumo de la instalación de generación que trata este proyecto es tipo a) Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes. Esto quiere decir que se encuentra exenta de obtener los permisos de acceso y conexión con la distribuidora de la zona, según indica la Disposición adicional segunda del RDL 15/2018 que expresa en su apartado a) Las acogidas a la modalidad sin excedentes recogidas en el artículo 9.1.a) de la ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

En la figura 3 se muestra un esquema de conexión entre nuestro sistema de producción energético alternativo y la red de suministro energético convencional, a través de un sistema de medida bidireccional, así como su conexión en el CMP (cuadro de mando y protección).



#### Legenda para instalaciones receptoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección (CGP)
- 4 Línea general de alimentación (LGA)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Derivación individual (DI)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).
- 13 Instalación interior
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)

#### Legenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

Figura 3: Sistema anti vertido y consumo en paralelo (fuente RGBT)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

El proyecto de esta planta es una instalación de generación que alimenta en paralelo con la red de distribución una instalación de consumo eléctrico. La instalación fotovoltaica está conectada en red interior de baja tensión (tensión inferior a 1 kV). En la clasificación de instalaciones generadoras indicada en la ITC BT-40 "Instalaciones generadores de baja tensión", se trata de una instalación interconectada tipo c1.

La conexión de la instalación se realiza en baja tensión, en el Cuadro de Baja Tensión (instalación interior), tal y como se refleja en el esquema de la ITC-BT 40 (figura 3), siendo el punto de conexión de la instalación compartido con la instalación asociada de consumo, con la red de distribución eléctrica, según el RD 900/2015 en el artículo 3, apartado "k) *Instalación conectada a red: aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que esté unida a éste a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución*".

Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes se considerarán instalaciones conectadas a la red a los efectos de la aplicación de este RD.

### 1.5.3. Configuración de los equipos de medida

Según el RD 15/2018 que establece en su disposición derogatoria única que los artículos de Real Decreto 900/2015 12.2 y 13.2 referentes a los equipos de medida para las instalaciones de autoconsumo están derogados, por lo que para las instalaciones de autoconsumo la normativa no obliga a instalar ningún equipo de medida.

#### 1.5.3.1. Elementos de la instalación solar fotovoltaica

En este apartado se describen de una forma técnica y específica las características principales los elementos de la instalación proyectada

##### 1.5.3.1.1. Modulo fotovoltaico

La potencia pico de la instalación se determina en el cálculo de diseño y ejecución de la instalación y en base a esa potencia se determina el número de módulos a instalar, siendo la marca y modelo elegida en relación al rendimiento de potencia suministrada, tecnología utilizada y relación precio mercado con otros suministradores de iguales características. Por tanto, el cálculo que determina la cantidad de módulos a instalar se fundamenta en una operación matemática simple, una división entre la potencia pico propuesta por el proyectista y la potencia pico del módulo aceptado.

$$\frac{\text{Potencia Pico instalación (Wp)}}{\text{Potencia Pico módulo } \left(\frac{\text{Wp}}{\text{módulo}}\right)} = \text{Cantidad de módulos}$$

$$20000 \text{ Wp} / 450 \text{ (Wp/módulo)} = 45 \text{ módulos}$$

Los módulos fotovoltaicos instalados son de la marca la marca Amerisolar, modelo AS- 6M144-HC de 450 Wp. En la tabla 1 se indican las principales características de dichos módulos.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Especificaciones generales					
Fabricante:		Amerisolar			
Modelo:		AS-6M144-HC			
Tipo de célula:		Monocristalino PERC 166*83 mm			
Rendimiento del módulo		20,58 %			
Especificaciones eléctricas					
Tensión máx. del sistema(V)		1.500,00	Potencia máxima (Wp):		450
Corriente de cortocircuito(A):		11,28	Tensión a circuito abierto (V):		50,20
Corriente a máx. potencia(A):		10,77	Tensión a máx. potencia (V):		41,80
Características constructivas					
Alto (mm):	2.102	Ancho(mm):	1.040	Espesor (mm):	35,00
Peso(kg)	24,00	Coe. V %/C	-0,280	Coe. I %/C	0,050

Tabla 1: Especificaciones generales de los módulos fotovoltaicos (datos proporcionados por fabricante en su ficha técnica de su página web oficial)

En el plano nº 3 se puede observar la distribución espacial en la cubierta de los módulos fotovoltaicos a instalar.

#### 1.5.3.1.2. Inversor

La potencia nominal de la instalación se determina en función del sistema inversor o sistema generador. Se ha seleccionado un inversor de la marca HUAWEI, modelos SUN2000-40KTL-M3 trifásico con una potencia nominal de 22 kW. En la tabla 2 se detallan sus características técnicas.

Especificaciones generales			
Fabricante:		HUAWEI	
Modelo:		SUN2000-40KTL-M3	
Especificaciones eléctricas			
Potencia Nominal AC (kW):	20	Potencia máxima AC (kW):	22
Tensión DC mínima (V):	500	Tensión DC máxima (V):	1.100
Tensión AC nominal (V):	3x230V/ 400 +N+PE	Factor de potencia	0,8 cap - 0,8 ind
Rendimiento (%)	98,40	Tipo de salida	Trifásico
Intensidad entrada máx. DC(A)	15,00	Nº de entradas	2
Intensidad de salida AC (A)	55,00		

Tabla 2: Especificaciones generales del inversor seleccionado (datos proporcionados por fabricante en su ficha técnica de su página web oficial)

#### 1.5.3.1.3. Cableado

La ITC BT-40 en su punto 5 expone "Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal." Según está misma norma, la instalación se corresponde con el esquema 8 y en el apartado "4.A.3 Equivalencia entre las partes que constituyen las instalaciones receptoras y las generadoras" se denomina "13 Equipo generador-inversor (GEN)". Por tanto, desde el sistema inversor hasta el punto de conexión con la instalación interior las pérdidas que no pueden superar el 1,5%.

Para la parte de DC que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema inversor se aplica la ITC BT-19, que en su apartado "2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión" especifica que: "La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

*alumbrado y del 5% para los demás usos.*" En nuestro caso, somos lo que se considera una instalación interior, por lo que en el total de la instalación no se deben superar pérdidas del 3%.

En base a lo expuesto anteriormente, se determina una pérdida no superior del 3% para toda la instalación, siendo el máximo de 1,5% en el tramo entre el sistema captador de módulos fotovoltaicos y el sistema inversor y otro 1,5% entre el sistema inversor y el punto de conexión con la instalación interior.

Además, como se indica anteriormente en el punto 5 de la ITC BT-40, se debe tener en cuenta que *"Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador"*. Este criterio se aplica a todo el cableado de la instalación.

El cableado entre paneles y cajas de protección se realiza mediante cableado continuo de doble aislamiento tipo ZZ-F(AS) y de 1,8 kV DC de tensión de aislamiento, por lo que es adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores usados serán aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. En el caso de la unión entre los inversores y el CGP, se usarán cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, cumplan con estas prescripciones.

En el plano nº 6 se recoge el esquema eléctrico unifilar de la instalación proyectada.

## **1.6. Descripción de la instalación de enlace**

Nos referimos a los distintos elementos, tanto constructivos como activos, de la aparamenta eléctrica existente por normativa en la instalación diseñada de enlace, desde la zona de producción energética y control, hacia la zona de distribución de consumo de energía existente en la nave de uso agrícola.

### **1.6.1. Acometida**

Se define como la línea eléctrica que interconecta la CGP y la red interior, ya que en una central solar fotovoltaica de autoconsumo el sentido de la energía va desde la instalación hasta la red.

### **1.6.2. Caja general de protección**

Cumplirá la norma UNE-EN 60 439-1, tendrá grado de inflamabilidad según norma UNE-EN 60 43 9-3, y grado de protección IP43 o superior, según UNE-EN 50 102.

Se encuentra en la sala de los inversores, junto a los mismos, para reducir la caída de tensión de cableado y las pérdidas que se produzcan en los mismos, y se conecta a la red interior del consumo, alimentándola en paralelo con la energía que procede de la red.

En todos los casos se procurará que la situación elegida sea lo más próxima a la red interior del consumo y esté protegida adecuadamente de otras instalaciones (aguas, gas, teléfono, etc.), según se indica en ITC-BT-06 e ITC-BT-07.

### **1.6.3. Protecciones**

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV, en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en dicha norma.

En cuanto a las protecciones, al tratarse de una instalación generadora de baja tensión, se aplican las establecidas en la ITC-BT 40. Sin embargo, las protecciones instaladas son las recogidas en el RD 1699/2011, por ser equivalentes a las anteriormente referidas y ser más restrictivas.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

De forma detallada, se muestra el resumen de las protecciones instaladas en cada tramo de la instalación eléctrica de la planta fotovoltaica:

Inversor:

- Se emplea un fusible a la entrada del inversor, para cada serie de módulos, en el lado de continua.
- Varistores conectados a tierra del lado de la red (protección frente a sobrecargas).
- Según el punto 7 de la ITC-BT 40, el inversor cuenta con las protecciones de máxima y mínima frecuencia, y las de máxima y mínima tensión entre fases.
- Detección de isla de acuerdo al punto 7 de la ITC-BT-40, de acuerdo con la norma UNE 206006IN.
- Interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos.
- Interruptor de circuito por falla de arco (ICFA) de acuerdo con la Sección 690.11 del Código Eléctrico Nacional.

Inversor → Cuadro Inversores

- Cuadro Inversores → Cuadro General de Mando y Protección de la planta.
- Interruptor Automático Diferencial por cada inversor.
- Interruptor magnetotérmico general de salida.

En la tabla 3 se indican las funciones de protección del inversor y en la tabla 4 los valores de protección

Protección	Función
25	Comprobación de sincronismo
27	Subtensión trifásica, etapa de ajuste bajo.
59	Sobretensión trifásica, etapa de ajuste bajo.
81	Subfrecuencia o sobrefrecuencia
A Ret.	Anti retorno
R.A.	Protec. Anti-isla

Tabla 3: Función protecciones inversor

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión -fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión - fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

Tabla 4: Valores protección inversor

Las protecciones tendrán las características de la tabla 1 del artículo 14 del RD1699/2011. Sin embargo, la normativa específica de autoconsumo establece que, en caso de que el inversor disponga de las protecciones necesarias, no se deben duplicar las mismas. En este sentido, se sustituye el 59N por un sistema de detección de funcionamiento en isla según norma UNE 206006 IN y un sistema que impide el vertido de energía a la red de distribución según norma UNE 217001 IN. Especificadas estas protecciones, nos aseguramos el completo cumplimiento de la normativa aplicable.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### 1.6.4. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en las normas ITC BT-18 e ITC BT-40, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Los materiales instalados aseguran lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-18, que dispone:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Se contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, anillos, mallas metálicas; constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La instalación se conectará a la instalación de tierra creada independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

Los conductores de tierra cumplirán las prescripciones de la tabla 5 cuando estén enterrados:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 5: Protección cableado tierra enterrado según RGBT

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremará el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Se cuidará, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual se unen los siguientes conductores:

- Los conductores de tierra
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

También se preverá sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra instalada, cumpliendo el punto 3.3. de la ITC-BT-18.

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella. Según el punto 9 de la ITC-BT-18, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 6:

Sección conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección Conductor Protección (mm <sup>2</sup> )
Sf < 16	Sp = Sf
16 < Sf < 35	Sp = 16
Sf > 35	Sp = S f/2

Tabla 6: Secciones mínimas conductores de tierra según RGBT

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones estarán accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de rellenos o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Estarán constituidos por conductores aislados HO7V – R/U/K de 750 V de tensión nominal, de color amarillo-verde. De un modo general el tendido de estos conductores (protección, derivación, línea principal de tierra) se efectuará de modo que su recorrido sea el más corto posible, acompañando a los conductores activos correspondientes, sin cambios bruscos de dirección y sin conectarse a ningún aparato de protección, garantizando en todo momento su continuidad. Se verificará que las masas de la instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no estén unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Tal como está reflejado en el punto 12 de la ITC-BT-18, la instalación de puesta a tierra será revisada por el Director de Obra o el Instalador antes de dar el alta para su puesta en marcha. También se realizará una comprobación anual, cuando el terreno esté más seco, por personal técnicamente competente, y cada cinco años, donde se revisarán los electrodos, así como los conductores de enlace.

### 1.6.5. Sistema de protección contra contactos indirectos

La instalación se protegerá contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas conductoras y la instalación de interruptores diferenciales de corriente de 300 mA de sensibilidad (inversor e interruptor magnetotérmico diferencial), de acuerdo con la instrucción ITC-BT-18 y la ITC BT-24.

En esta instalación se instalará una protección por corte automático de la alimentación de Esquema tipo TT (Figura 4).

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

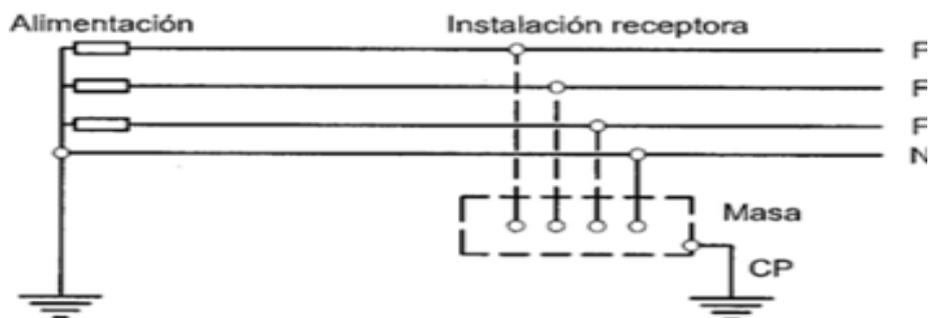


Figura 4: Esquema protección directa línea de alimentación

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V en condiciones normales y 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia < U$$

donde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (24 o 50 V).

Por tanto, contando con una tensión de contacto límite de 24 V, el valor de las resistencias de la toma de tierra no será superior a 80  $\Omega$ . No obstante, la Guía BT-26 referente al REBT, hace unas recomendaciones entre las que se figura que se consiga que la resistencia de puesta a tierra RT sea menor de 37  $\Omega$  para edificios sin pararrayos, como es nuestro caso. Esta recomendación viene siendo exigida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por lo que intentaremos conseguir un valor menor que el anteriormente mencionado.

El cálculo de dicha instalación se desarrolla en el anejo 3 del proyecto.

### 1.6.6. Sistema de protección contra contactos directos

Para establecer los elementos y acciones a tomar destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos, se han seguido las indicaciones reflejadas en el punto 3 de la ITC-BT-24 y en la norma UNE 20.460-4-41 donde se establecen las siguientes condiciones a cumplir:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos (no aplica en este proyecto).
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento (no aplica en este proyecto).
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### **1.6.7. Protección por aislamiento de las partes activas**

Las partes activas están recubiertas de un aislamiento que no puede ser eliminado más que destruyéndolo.

### **1.6.8. Protección por medio de barreras o envolventes**

Se detalla el sistema de protección por medio de barras o envolventes, según lo establecido en el punto 3.2. de la ITC-BT-24.

Las partes activas están situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que poseen como mínimo el grado de protección IP XXB.

Las superficies interiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, responden como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes se fijan de manera segura y de robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario abrir las envolventes instaladas sólo será posible con la ayuda de una llave o de una herramienta.

### **1.6.9. Derivación de las líneas principales de tierra**

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

## **1.7. Programación de las obras**

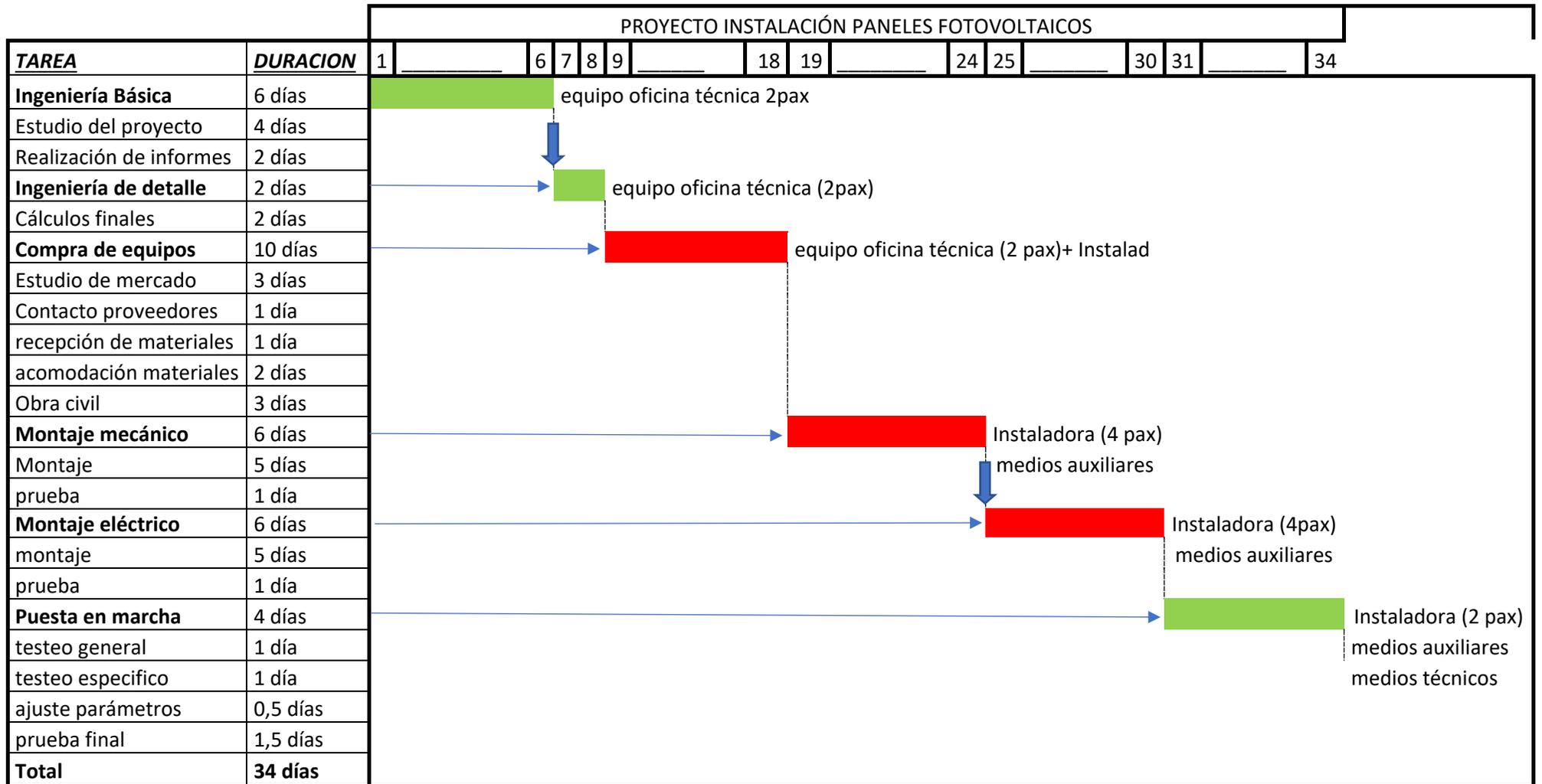
A continuación, se presenta una secuenciación de los distintos trabajos a realizar del proyecto desde su redacción, abarcando su ejecución y puesta en marcha, con el fin de poder dar una respuesta en el tiempo coordinada y secuenciada de este proyecto y poder observar y valorar su evolución. Se podrá así anticipar y coordinar cada paso del proyecto, con todos los elementos que intervienen en su ejecución. Con esta programación podemos saber qué, cuándo, cómo y quién debe de estar realizando cada fase del proyecto, lo que nos va ayudar para realizar el seguimiento de su ejecución y poder así valorar si el proyecto está marchando según lo previsto o si existe algún tipo de anomalía. Es importante poder anticiparse a cualquier anomalía y solventarla de una forma técnica y ordenada para retomar la senda pensada y proyectada en la ejecución del proyecto.

Para esta tarea hemos utilizado una combinación de las herramientas Microsoft Excel y Microsoft Project.

En el anejo 4 se detalla la ingeniería de las obras.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Diagrama de ejecución



"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 1.8. Puesta en marcha del proyecto

La puesta en marcha involucra trámites tanto a nivel administrativo, en su legalización y homologación (en el ámbito de la Consejería a la que le corresponde legalizar dicha instalación), como a nivel técnico de la instalación (para poder testear, verificar y parametrizar los distintos elementos que componen la instalación).

Es fundamental poder cerciorarse del correcto funcionamiento de nuestros sistemas (productivo, control, distribución y protección) para lograr una optimización de la eficiencia productiva, la regulación y programación del sistema de control, así como una correcta distribución hacia nuestros consumidores de la red interna existente.

La legalización de nuestra instalación de autoconsumo se rige según el RD 244/2019, donde se especifica que el instalador homologado que ha ejecutado y realizado la puesta en marcha de esta tramitará en el servicio de industria correspondiente su legalización, según condiciones tanto a nivel administrativo como a nivel técnico dentro de la normativa vigente, para su uso y funcionamiento ordinario por parte del usuario de la instalación.

Para realizar la puesta en marcha de nuestros componentes, se comprueban los diferentes componentes inteligentes que lleva la instalación:

- El inversor, el cual va a modular la producción de los paneles según necesidades de los consumidores y que realiza la conversión de corriente continua a corriente alterna. Se verificará la transmisión de datos a través de su sistema de gestión, para poder realizar una función de monitorización del funcionamiento instantáneo e histórico de la instalación.
- La comunicación del equipo con la instalación a través del ajuste y configuración de los paneles solares y protecciones existentes para las conexiones desde la zona productiva de corriente continua, regulación y control de esta, conversión y volcado a la red de consumo interna de la nave agrícola.
- Se realizará una evaluación y testeo de los parámetros de entrada y salida, analizando la potencia, la tensión y la intensidad, según los cálculos justificativos de este proyecto y según datos técnicos de los fabricantes, para realizar una verificación del funcionamiento óptimo de los elementos que componen la instalación.

A nivel administrativo, para su legalización y uso dentro de la ley, la tramitación consiste en:

- Diseño y cálculo de la instalación por empresa instaladora habilitada y homologada por el servicio de industria correspondiente.
- Licencia urbanística y autorización de uso excepcional de suelo rústico según Orden FOM/1079/2006 tramitada en el ayuntamiento donde se ejecuta la instalación.
- Licencia de obra e impuesto de construcciones y obras al ayuntamiento del municipio donde se realiza el proyecto.
- Certificado de instalación y certificado de fin de obra proporcionado por el instalador homologado que la ejecute, para el trámite de autorización de uso y explotación ante el servicio de industria correspondiente.
- Dado que la instalación es inferior a 25 kW de potencia y está conectada a una red de baja tensión, no precisa inspección inicial y periódica del servicio de industria correspondiente, aplicándose exclusivamente la ITC-BT-30.
- Inscripción de oficio en el registro autonómico de autoconsumo, realizado y gestionado por el Servicio Territorial de Economía de la Delegación correspondiente.

En la figura 5 se puede ver un ejemplo de *check-list* para una instalación fotovoltaica según instalador fotovoltaico.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Los materiales usados para marcado deben de ser reflectivos, resistentes al clima y adecuadas para el ambiente. IFC 605.11.1.1.

La etiqueta debe ser adecuada para el ambiente donde será instalada. NEC 110.21

Desconexión de CA/ Interruptores /Puntos de conexión

PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT

MAXIMUM AC OPERATING CURRENT:

NOMINAL OPERATING AC VOLTAGE:

PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT

Por NEC 690.13(B) & 690.15

2 Medidor de red

3 Construcción/ Estructura

4 Desconexión principal

5 Desconexión de CA

6 Inversor

7 Desconexión de CD/ Interruptores

Conductos

PHOTOVOLTAIC SYSTEM EQUIPPED WITH RAPID SHUTDOWN

Por NEC 690.56(B)

WARNING ELECTRICAL SHOCK HAZARD THE DC CONDUCTORS OF THIS PHOTOVOLTAIC SYSTEM ARE UNGROUNDED AND MAY BE ENERGIZED

Por NEC 690.5(C)

CAUTION POWER TO THIS SERVICE IS ALSO SUPPLIED FROM THE FOLLOWING SOURCES WITH DISCONNECTS LOCATED AS SHOWN

Por NEC 690.56(A)

PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT

MAXIMUM AC OPERATING CURRENT:

NOMINAL OPERATING AC VOLTAGE:

Per NEC 690.54

WARNING ELECTRICAL SHOCK HAZARD DO NOT TOUCH TERMINALS ON BOTH LINE AND LOAD SIDES MAY BE ENERGIZED IN THE OPEN POSITION

Por NEC 690.17(E)

WARNING TURN OFF PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT PRIOR TO WORKING INSIDE PANEL

Por NEC 110.27(C)

WARNING ELECTRICAL SHOCK HAZARD THE DC CONDUCTORS OF THIS PHOTOVOLTAIC SYSTEM ARE UNGROUNDED AND MAY BE ENERGIZED

Por NEC 690.35(F)

NEC 690.31(G)(I) Donde los circuitos fueron colocados bajo techo y no están cubiertos por módulos FV, estos deberán estar claramente marcados.

WARNING: PHOTOVOLTAIC POWER SOURCE

Conductos CD, canalizaciones, cajas, ensambles de cable y cajas de conexiones. Utilizar cada 10', en cada giro, sobre y bajo penetraciones y todas las cajas de conexiones CD por IFC 605.11.1.4 y NEC 690.31(G)(3)(4)

En la ubicación de una protección de falla a tierra, normalmente al inversor, advertencia de riesgo de descarga(NEC 690.5(C)).

PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT

MAIN PHOTOVOLTAIC SYSTEM DISCONNECT

Por NEC 690.14(2)

CAUTION: SOLAR ELECTRIC SYSTEM CONNECTED

SOLAR DISCONNECT

NOMINAL OPERATING VOLTAGE:

NOMINAL OPERATING FREQUENCY:

MAXIMUM AC CURRENT:

MAX OVERCURRENT DEVICE RATING:

FOR ARC FLASH PROTECTION:

Por NEC 690.52

WARNING DUAL POWER SOURCE SECOND SOURCE IS PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Por NEC 705.12(D)(3)

CAUTION PHOTOVOLTAIC SYSTEM CIRCUIT IS BACKFED

Por NEC 705.12(D)(3) & NEC 690.64

DO NOT DISCONNECT UNDER LOAD

Por NEC 690.33(E)(2)

PHOTOVOLTAIC AC DISCONNECT

MAXIMUM AC OPERATING CURRENT:

NOMINAL OPERATING AC VOLTAGE:

Per NEC 690.54

WARNING ELECTRICAL SHOCK HAZARD IF A GROUNDING FAULT IS INDICATED NORMALLY BY GROUNDING CONDUCTORS MAY BE UNGROUNDED AND ENERGIZED

Por NEC 690.5(C)

WARNING BIPOLAR PHOTOVOLTAIC ARRAY. DISCONNECTION OF NEUTRAL OR GROUNDING CONDUCTORS MAY RESULT IN OVERVOLTAGE ON ARRAY OR INVERTER

Por NEC 690.31(I)

PHOTOVOLTAIC DC DISCONNECT

MAXIMUM POWER POINT CURRENT:

MAXIMUM POWER POINT VOLTAGE:

MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE:

MAXIMUM CIRCUIT CURRENT:

MAXIMUM OVERCURRENT CURRENT OF THE CIRCUIT OVERCURRENT DEVICE

Por NEC 690.53

PHOTOVOLTAIC DC DISCONNECT

Por NEC 690.15

WARNING ELECTRICAL SHOCK HAZARD DO NOT TOUCH TERMINALS ON BOTH LINE AND LOAD SIDES MAY BE ENERGIZED IN THE OPEN POSITION

DC VOLTAGE IS ALWAYS PRESENT UNDER EQUAL LOADS AND EXPOSED TO SHORTCUT

Por NEC 690.17(E)

HELLERMANN TYTON

Figura 5: Ejemplo de *check list* de una instalación (Fuente: <https://cpmsolar.com/2019/10/17/completando-la-instalacion-del-sistema-solar-checklist-puesta-en-marcha/>)

### 1.9. Estudio básico de seguridad y salud

Al objeto de dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se adjunta en el anejo 6 el correspondiente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 1.10. Estudio de impacto ambiental

En los proyectos de instalaciones fotovoltaicas sin conexión a red se puede considerar un impacto ambiental escaso o prácticamente nulo. Si se tienen en cuenta distintos elementos como son el ruido, emisiones de gases, impactos negativos sobre flora y fauna, producción o emisión de productos tóxicos, efluentes tóxicos hacia la red pública de recogida, etc. se puede concluir que el impacto ambiental que genera este tipo de instalación es muy bajo (no así el impacto sobre el medio ambiente al asociado a la fabricación de los elementos).

El impacto ambiental que podemos atribuir a este tipo de instalaciones y que está relacionado con su uso y funcionamiento es:

- Ruidos y vibraciones en los paneles fotovoltaicos en la producción de energía eléctrica, así como en el inversor debido a su funcionamiento y a los componentes electrónicos que lo constituyen
- La emisión de gases hacia la atmosfera de una instalación fotovoltaica es inexistente, ya que este sistema no realiza ninguna combustión para la producción de energía
- Los distintos elementos que componen la instalación no producen efectos negativos o de modificación en la flora y fauna existente en el medio que rodea a la instalación.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- Dado que es una instalación estanca y sin ningún tipo de fluido interno en su funcionamiento, la emisión de algún tipo de efluente hacia la red pública de recogida es descartable.

El impacto ambiental de esta instalación se puede achacar al ámbito de la fabricación de los distintos elementos que la componen, por el uso de materias primas específicas como el silicio, cobre, litio, etc. Es en esta fase cuando se genera el impacto, por los gases vertidos a la atmosfera y los distintos efluentes que se vierten.

La producción de residuos tóxicos y peligrosos están legalmente regulados por el RD 833/1988, en el cual se definen los distintos medios y actuaciones que se deben de realizar para la reducción o eliminación de los residuos de estas actividades, entre las cuales se define el etiquetado y su almacenamiento hasta que una empresa homologada pueda retirar y gestionar el reciclaje de estos residuos. Esta actuación incurre en unos costes elevados que se deben de imputar en los costes de fabricación de estos elementos, aunque se debe de realizar un estudio por parte del fabricante para minimizar y optimizar este tipo de residuos. Podemos encontrar entre este tipo de residuos metales pesados, aceites y desengrasantes, envases y contenedores de materias primas y ácidos y álcalis.

Los ácidos y álcalis, utilizados sobre todo en los procesos de limpieza de los elementos, son considerados residuos que se pueden eliminar a través del sistema de recogida publica de saneamiento, lo cual está regulado por la Ley 10/1993. Esta ley define las concentraciones que podemos verter de nuestro efluente hacia la red general, así como otros parámetros físicos químicos.

Otro punto a tener en cuenta en la fabricación de los elementos de nuestra instalación fotovoltaica es el consumo energético que supone su fabricación, lo cual es un dato fundamental en el impacto que en el medio ambiente. Hoy en día se estima que en los primeros 4-5 años de funcionamiento de nuestra instalación esta devuelve la energía consumida que se utilizado en su fabricación. Dado que se estima una vida útil de funcionamiento de unos 20 años, el impacto generado por la energía consumida es reducido o absorbido por la energía que se deja de consumir durante la vida útil de nuestra instalación, según información proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (<https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/Paginas/ElectricasAnuales.aspx>)

Las emisiones que no se realizan por el uso de las instalaciones fotovoltaicas durante la vida útil de la instalación y su amortización, respecto al coste energético de su fabricación, pueden verse como una reducción sustancial del impacto generado.

Toda la potencia generada en la instalación equivale a un ahorro, tanto económico como energético, respecto al uso de otras fuentes energéticas, que tienen un mayor impacto medioambiental. El ahorro que se produce en nuestra instalación, en referencia a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se puede estimar en 0,464 kg de CO<sub>2</sub>/kWh generado (<https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/Paginas/ElectricasAnuales.aspx>), por lo que nuestra instalación:

Producción estimada de 1579 kWh/año × 0,464 kg CO<sub>2</sub>/kWh = 732,66 kg de CO<sub>2</sub> de ahorro

Respecto a la energía cautiva, es decir, la energía que es consumida por todos nuestros elementos que componen la instalación durante su diseño, su fabricación, su instalación, su mantenimiento y su funcionamiento, se estima que el 93% de esta energía es utilizada en la fabricación de las células que componen los paneles fotovoltaicos. Se puede calcular el tiempo de retorno de la energía invertida (EPBT, Energy Payback Time) como:

$$\text{EPTB} = \text{Energía cautiva (kWh)} / \text{Generación energética anual (kWh/año)}$$

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Emisiones de CO <sub>2</sub> globales de una instalación fotovoltaica de 1 kW	
Tipo de módulo	Emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub>
Silicio policristalino	2,06
Silicio monocristalino	2,45
Capa fina (CdTe)	1,06

Tabla 7: Emisiones de CO<sub>2</sub>

En nuestra instalación, al utilizar paneles monocristalinos, la energía cautiva y el tiempo de retorno de la energía invertida serán:

$$\text{Energía cautiva} = 2,45 \text{ TCO}_2 \times 0,732 \text{ TCO}_2 = 1,8 \text{ TCO}_2$$

$$\text{EPTB} = 1,8 \text{ TCO}_2 / 0,732 \text{ TCO}_2 = 2,45 \text{ años}$$

La emisión de CO<sub>2</sub> hacia la atmosfera por la fabricación de nuestros componentes se compensa en un tiempo aproximado de 2,5-3 años.

## 1.11. Resumen del presupuesto

Para la obtención de los aspectos económicos del presente proyecto, nos hemos basado en los precios vigentes de los materiales, maquinaria, transporte y salarios.

De la aplicación de los citados precios a las mediciones efectuadas en el proyecto y en obra se calcular que el presupuesto de ejecución material (PEM) asciende a DIECISEIS MIL CON TREINTA Y DOS EUROS Y NOVENTA CENTIMOS (16.032,90 €) y, añadiendo un 16% de gastos generales, un 6% de beneficio industrial y un 1,4% por el plan de seguridad, el presupuesto de ejecución por contrata (sin IVA) de las obras contempladas en el proyecto asciende a la cantidad de DIECINUEVE MIL SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTAY NUEVE CENTIMOS (19.784.59 €).

## 1.12. Estudio económico

Para realizar el estudio económico y su viabilidad, hemos utilizado el programa de cálculo ARQUELIOS. Tomando como datos de entrada en el programa:

- Inversión inicial: 23.939,35 € (19.784,59 € + 21% IVA)
- Coste cambio de inversor: 3.000 €, con una tasa de renovación de 3,5% anual
- Préstamo bancario: 11.000 €, con una tasa de interés de 3,5% anual
- Optamos a una subvención estatal (Agenda 2030): 6.500 €
- Tasa inflación interanual 2022: 8,6%
- Tasa de retorno anual: 3%
- Precio kW empresa suministradora: 0,05 €/kWh.
- Tasa renovación: 20 años

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se recogen los resultados de evaluación de ingresos-gastos anuales y flujos de caja para un periodo de trabajo de 20 años:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**Costos :**

Moneda (EUR): EUR  
 Inversión (EUR): 23940  
 Cambio de inversor (EUR): 3000  
 O y M (%/año): 3.5

**Préstamo bancario :**

Cantidad (EUR): 11000  
 Tasa de interés (%): 3.5

**Subsidios :**

Subsidios (EUR): 6500

**Con Descuento :**

Inflación (%): 8.6  
 Tasa de retorno (%): 4.0

**Tipo de proyecto :**

Auto-consumo

**Precio de compra de la energía :**

Precio del kWh (AC) (EUR/kWh): 0.049  
 Evolución de precio (%/año): 20

Utilizar un perfil de precio horario:

Figura 6: datos de entrada cálculo

**Ingresos :**

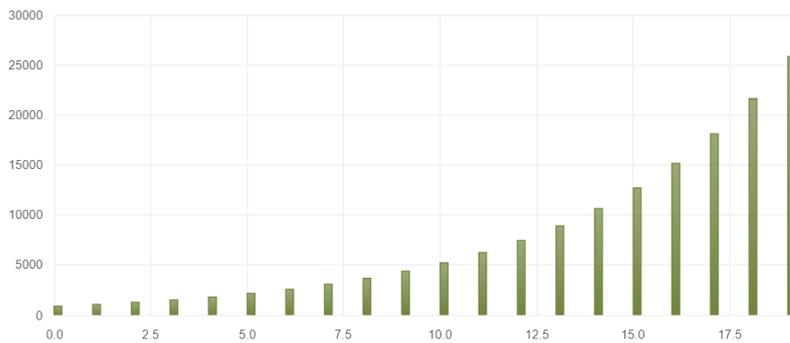
Ingresos anuales : **7,724 EUR/año**  
 Ingresos acumulados : **154,485 EUR**

Coste de mantenimiento anual : **1,451 EUR/año**

Ingresos netos acumulados actualizados : **73,085 EUR**  
 LCOE (Costo global actualizado) : **0.030 EUR/kWh**  
 Valor actual neto : **61,981 EUR**

Período de retorno : **10 año**  
 Período de retorno actualizado : **11 año**  
 Tasa de rentabilidad interna : **18.20 %**

Ingresos por año (EUR/año):



Flujo de caja (EUR):

Figura 7: Evolución ingresos anuales 20 años

Flujo de caja (EUR):

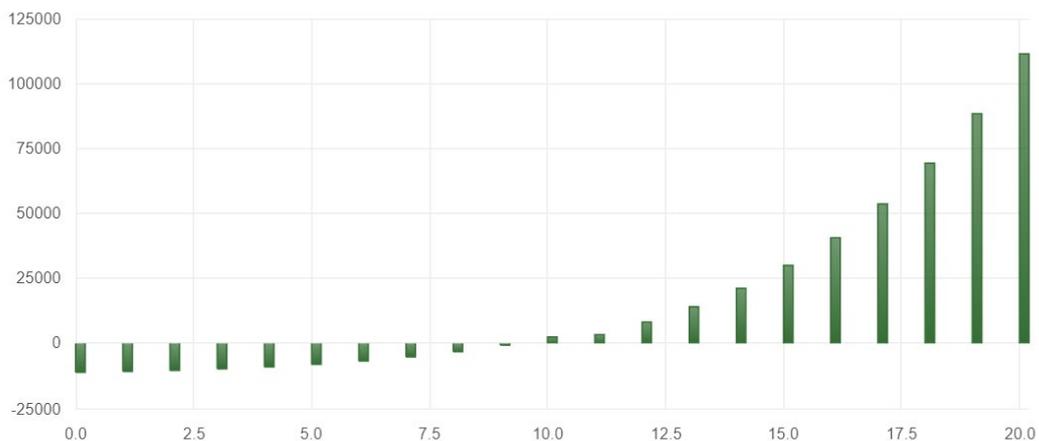


Figura 8: Evolución flujo de caja 20 años

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

☰ Resultados detallados:

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (kWh)	34,647	34,475	34,305	34,134	33,965	33,796	33,628	33,461	33,295	33,129
Ingresos de ventas (EUR)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ahorro energético (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saved price (EUR/kWh) Valor medio	0.0257	0.0308	0.0370	0.0444	0.0532	0.0639	0.0767	0.0920	0.1104	0.1325
Economía energética (EUR)	889.5	1,062.1	1,268.2	1,514.3	1,808.1	2,158.9	2,577.8	3,078.0	3,675.3	4,388.4
<b>Ingresos (EUR)</b>	<b>889.5</b>	<b>1,062.1</b>	<b>1,268.2</b>	<b>1,514.3</b>	<b>1,808.1</b>	<b>2,158.9</b>	<b>2,577.8</b>	<b>3,078.0</b>	<b>3,675.3</b>	<b>4,388.4</b>
O y M (EUR)	-593.1	-644.1	-699.5	-759.7	-825.0	-895.9	-973.0	-1,056.7	-1,147.6	-1,246.2
Cambio de inversor (EUR)	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
<b>Resultados (EUR)</b>	<b>296.4</b>	<b>418.0</b>	<b>568.7</b>	<b>754.6</b>	<b>983.1</b>	<b>1,263.0</b>	<b>1,604.8</b>	<b>2,021.4</b>	<b>2,527.7</b>	<b>3,142.1</b>

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Producción (kWh)	32,964	32,800	32,637	32,474	32,313	32,152	31,991	31,832	31,673	31,515
Ingresos de ventas (EUR)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ahorro energético (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saved price (EUR/kWh) Valor medio	0.1590	0.1907	0.2289	0.2747	0.3296	0.3955	0.4746	0.5696	0.6835	0.8202
Economía energética (EUR)	5,239.8	6,256.5	7,470.4	8,919.9	10,650.6	12,717.1	15,184.4	18,130.3	21,647.8	25,847.8
<b>Ingresos (EUR)</b>	<b>5,239.8</b>	<b>6,256.5</b>	<b>7,470.4</b>	<b>8,919.9</b>	<b>10,650.6</b>	<b>12,717.1</b>	<b>15,184.4</b>	<b>18,130.3</b>	<b>21,647.8</b>	<b>25,847.8</b>
O y M (EUR)	-1,353.4	-1,469.8	-1,596.2	-1,733.5	-1,882.6	-2,044.5	-2,220.3	-2,411.2	-2,618.6	-2,843.8
Cambio de inversor (EUR)	-3,000.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
<b>Resultados (EUR)</b>	<b>886.4</b>	<b>4,786.7</b>	<b>5,874.2</b>	<b>7,186.4</b>	<b>8,768.0</b>	<b>10,672.6</b>	<b>12,964.1</b>	<b>15,719.1</b>	<b>19,029.2</b>	<b>23,003.9</b>

Figura 9: Resumen cuadro económico

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 2. ANEJOS A LA MEMORIA

### Anejo 1. Ficha urbanística

La promoción de esta instalación parte como iniciativa privada, siendo el proyecto la instalación de una planta fotovoltaica de 20 kWp, ubicada en la parcela nº 16 del polígono 507 del Término Municipal de Villamuriel de Cerrato, Palencia, en el terreno, cuyo registro catastral se corresponde con la parcela 001000100UM74E0001XA. La parcela objeto de este proyecto contemplan una superficie respectivamente de 6.060 m<sup>2</sup>. Las coordenadas UTM son: HUSO 30, 377799 m E y 4647644 m N. (Fuente <https://sigpac.mapama.gob.es/>).

En la figura 10 se refleja en planta, la ubicación de la superficie que va a ocupar la instalación de este trabajo en la cubierta de la nave agrícola



Figura 10. Ubicación cubierta en nave agrícola.

La superficie en planta aproximada útil para la instalación es de 285 m<sup>2</sup> (44m x 6,5m). En el que se realizará una instalación de paneles fotovoltaicos para autoconsumo sin vertido a la red de distribución energética.

Según referencia catastral y en su base datos de obtiene la siguiente información referida la parcela, superficie construida y para nuestro proyecto, la superficie en planta total donde puede optar por la colocación de los paneles fotovoltaicos. En este caso disponemos de una superficie máxima de 376 m<sup>2</sup>, pero contamos con una superficie útil de 285 m<sup>2</sup> dado que tenemos que descontar superficies para paso de instalaciones, paso de montaje y mantenimiento y otras superficies por seguridad estructural, dado la configuración constructiva de la cubierta prefabricada. (Figura 11)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**PARCELA CATASTRAL**



Parcela construida sin división horizontal  
 Localización  
 DS DISEMINADOS 80  
 VILLAMURIEL DE CERRATO (PALENCIA)  
 Superficie gráfica  
 613 m<sup>2</sup>

**CONSTRUCCIÓN**

Uso principal	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
ALMACEN	E	00	01	<u>376</u>
VIVIENDA	E	01	01	93
VIVIENDA	E	02	01	77
ALMACEN	E	00	02	15

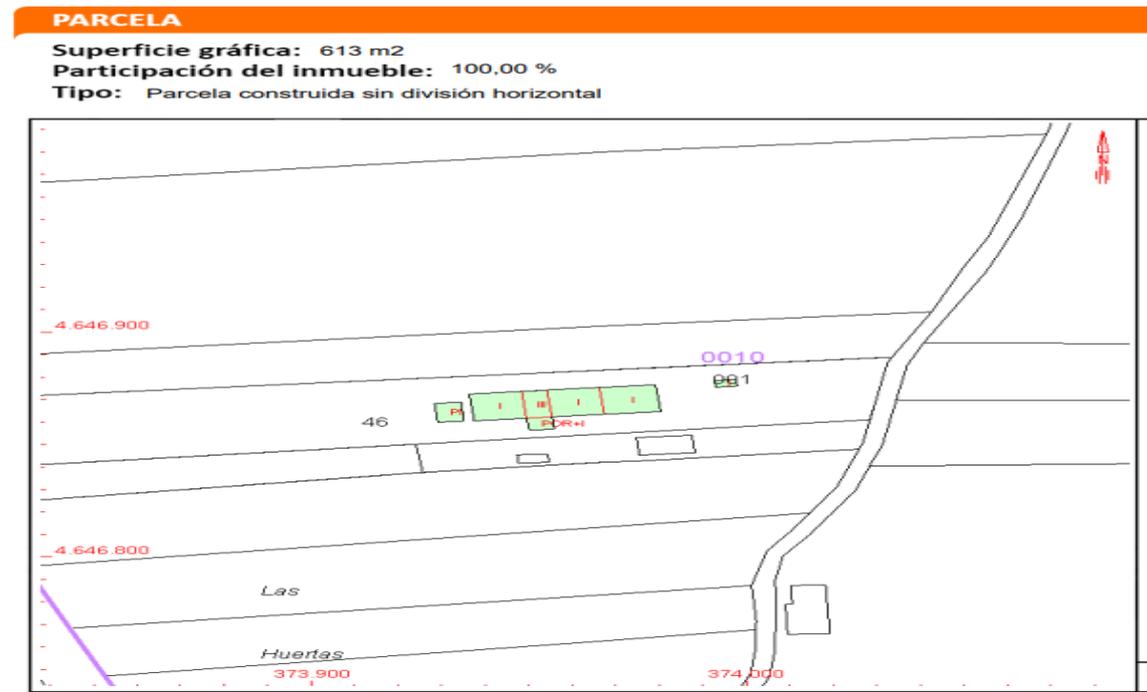


Figura 11: Datos catastrales de parcela

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## Anejo 2. Estudio de alternativas

En el siguiente apartado se determina cual es la mejor opción de las alternativas presentadas y calculadas a través del software PvSyst, específico para el diseño de instalaciones fotovoltaicas, partiendo de premisas de diseño y optimación de los recursos existentes como:

- Orientación
- Inclinación
- Nº de paneles
- Potencia generada
- Situación geográfica
- Perdidas productivas
- Superficie máxima de ocupación
- Factor de mantenimiento

Las propuestas obtenidas son las siguientes:

**OPCIÓN 1:** Azimut 0°, inclinación 30°, 45 módulos y 2 series (22+23) (Figura 12)

Resumen del proyecto			
<b>Sitio geográfico</b> Villamuriel de Cerrato España	<b>Situación</b>	Latitud	41.95 °N
		Longitud	-4.52 °W
<b>Datos meteo</b> Villamuriel de Cerrato Meteonorm 8.0 (1995-2017), Sat=88% - Sintético		Altitud	733 m
		Zona horaria	UTC+1
	<b>Configuración del proyecto</b>	Albedo	0.20

Resumen del sistema			
<b>Sistema conectado a la</b> Orientación campo FV Plano fijo Inclinación/Azimut	↓ 30 / 0 °	<b>Sin escena 3D definida, sin sombras</b> <b>Sombreados cercanos</b> Sin sombreados	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)
<b>Información del sistema</b> <b>Generador FV</b> Núm. de módulos Pnom total	45 unidades 20.25 kWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades Pnom total Proporción Pnom	1 unidad 15.00 kWca 1.350

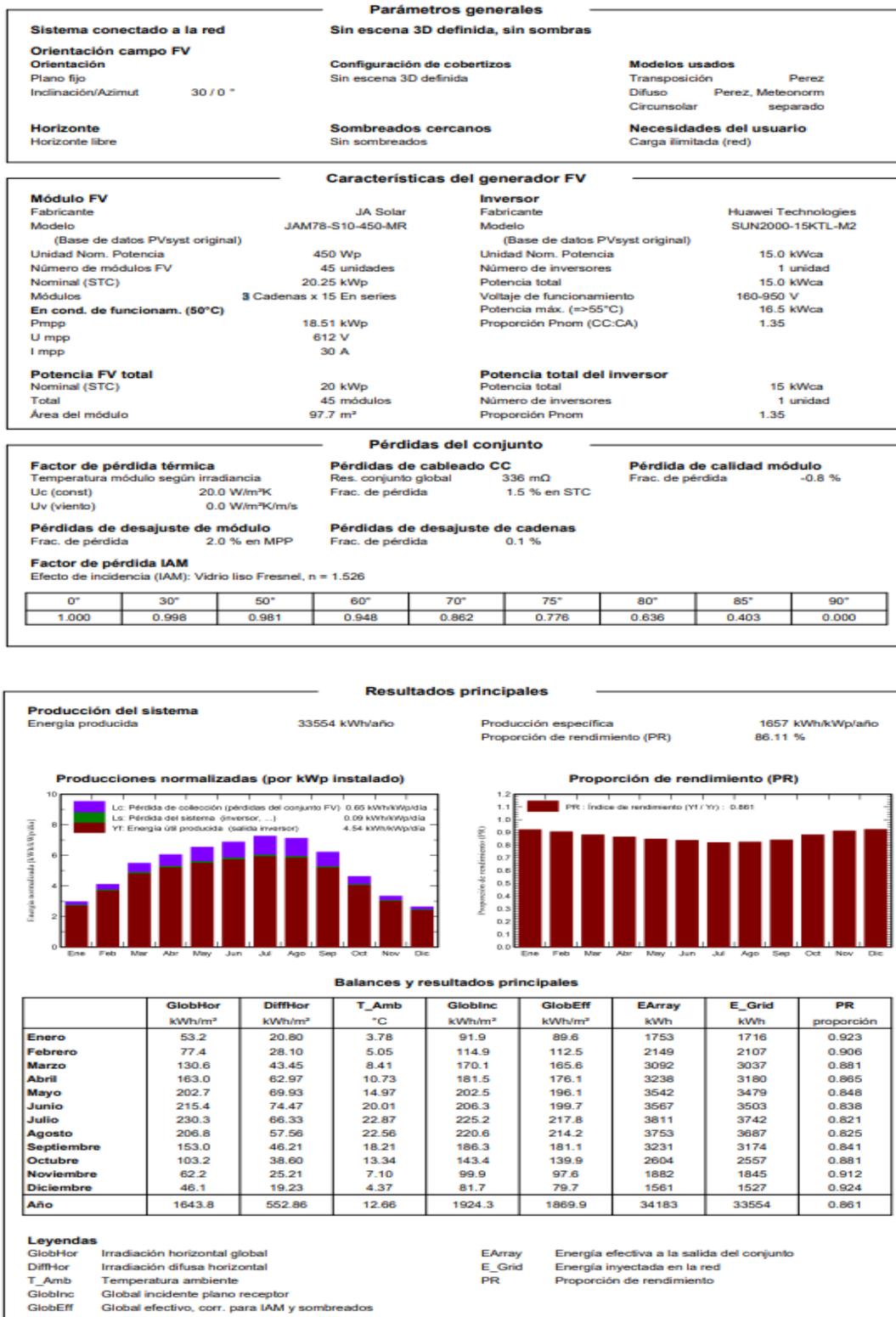
  

Resumen de resultados			
Energía producida	33554 kWh/año	Producción específica	1657 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	86.11 %

Tabla de contenido	
Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Resultados principales	4
Diagrama de pérdida	5
Gráficos especiales	6
Balance de emisiones de CO <sub>2</sub>	7

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"



"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**OPCIÓN 2:** Azimut 30°, inclinación 20°, 36 módulos y 3 series (12+12+12) (Figura 13)

Resumen del proyecto		
<b>Sitio geográfico</b> Villamuriel de Cerrato España	<b>Situación</b> Latitud 41.95 °N Longitud -4.52 °W Altitud 733 m Zona horaria UTC+1	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Villamuriel de Cerrato Meteonorm 8.0 (1995-2017), Sat=88% - Sintético		

Resumen del sistema		
<b>Sistema conectado a la red</b> <b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azimut 30 / 20 °	<b>Sin escena 3D definida, sin sombras</b> <b>Sombreados cercanos</b> Sin sombreados	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)
<b>Información del sistema</b> <b>Generador FV</b> Núm. de módulos Pnom total	36 unidades 16.20 kWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades 1 unidad Pnom total 15.00 kWca Proporción Pnom 1.080

Resumen de resultados					
Energía producida	26548 kWh/año	Producción específica	1639 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	86.03 %

Tabla de contenido	
Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Resultados principales	4
Diagrama de pérdida	5
Gráficos especiales	6
Balance de emisiones de CO <sub>2</sub>	7

Parámetros generales		
<b>Sistema conectado a la red</b> <b>Orientación campo FV</b> Orientación Plano fijo Inclinación/Azimut 30 / 20 °	<b>Sin escena 3D definida, sin sombras</b> <b>Configuración de cobertizos</b> Sin escena 3D definida	<b>Modelos usados</b> Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm Circunsolar separado
<b>Horizonte</b> Horizonte libre	<b>Sombreados cercanos</b> Sin sombreados	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)

Características del generador FV			
<b>Módulo FV</b> Fabricante JA Solar Modelo JAM78-S10-450-MR (Base de datos PVsyst original)	<b>Inversor</b> Fabricante Huawei Technologies Modelo SUN2000-15KTL-M2 (Base de datos PVsyst original)		
Unidad Nom. Potencia 450 Wp	Unidad Nom. Potencia 15.0 kWca		
Número de módulos FV 36 unidades	Número de inversores 1 unidad		
Nominal (STC) 16.20 kWp	Potencia total 15.0 kWca		
Módulos 3 Cadenas x 12 En series	Voltaje de funcionamiento 160-950 V		
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>	Potencia máx. (=>55°C) 16.5 kWca		
Pmpp 14.81 kWp	Proporción Pnom (CC:CA) 1.08		
U mpp 489 V			
I mpp 30 A			
<b>Potencia FV total</b>	<b>Potencia total del inversor</b>		
Nominal (STC) 16 kWp	Potencia total 15 kWca		
Total 36 módulos	Número de inversores 1 unidad		
Área del módulo 78.2 m²	Proporción Pnom 1.08		

Pérdidas del conjunto								
<b>Factor de pérdida térmica</b> Temperatura módulo según irradiancia Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s	<b>Pérdidas de cableado CC</b> Res. conjunto global 268 mΩ Frac. de pérdida 1.5 % en STC	<b>Pérdida de calidad módulo</b> Frac. de pérdida -0.8 %						
<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b> Frac. de pérdida 2.0 % en MPP	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b> Frac. de pérdida 0.1 %							
<b>Factor de pérdida IAM</b> Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1.526								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

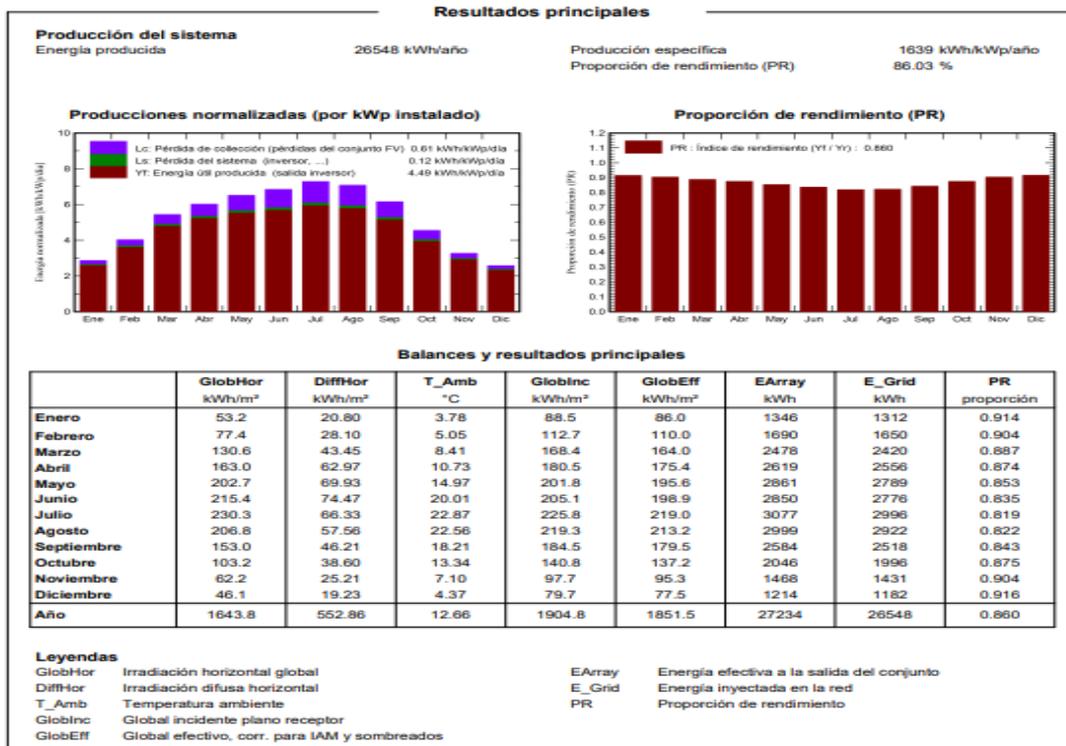


Figura 13: Cálculos opción 2

Tras la comparativa realizada, en función de las variables y modificaciones que acepta el programa de cálculo, se obtiene que la opción 1 es la más conveniente para este proyecto, al tener una mayor producción energética anual e instantánea, por tener 45 módulos frente a los 36 de la opción 2, y aprovechar de una forma más eficiente la superficie útil disponible en la cubierta. También el realizar el cálculo con 2 series de módulos fotovoltaicos permite una optimización del modelo de inversor elegido en este proyecto, dado que la opción 2, con 3 series, nos obliga a cambiar el modelo de inversor elegido y elevar los costes. Por otro lado, la opción 1 nos arroja una producción instantánea máxima de 20,25 kWh, lo que satisface de una manera óptima los consumos previstos en el uso ordinario de la nave agrícola, frente a los 16,25 kWh que muestra la opción 2 (un valor muy ajustado en el cálculo de cargas prevista de la nave agrícola).

A la vista de las gráficas expuestas, se puede ver que en la opción 1 la producción es más continua y constante a lo largo de los meses, dado el mayor número de horas de insolación que recibe y a que la energía media instantánea que procesa es ligeramente mayor que la de la opción 2 (pues la irradiancia solar que obtiene por su orientación es mucho mayor). La escena productiva energética y de rendimiento de la opción 1 es además muy favorable para disponer de producción desde primera hora de la mañana (no suficiente para cubrir todo el consumo, pero sí en un porcentaje elevado), potenciando la capacidad de ser autosuficientes y evitando consumo energético de la red de suministro

No obstante, es preciso hacer constar que la opción 1 elegida también tiene alguna desventaja desde el punto de vista económico, ya que el número de paneles necesario es mayor que la opción 2 (9 paneles a mayores) y el inversor elegido tiene que soportar la potencia producida en la unidad de generación, teniendo que ser un modelo que soporte hasta 22 kWp. Todo esto supone un ligero incremento en el coste de material, pero que a lo largo del tiempo y en su amortización no será ningún inconveniente en el periodo de 20 años elegido como periodo de amortización de la inversión.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## Anejo 3. Ingeniería del proyecto

- 3.1 Pérdidas de radiación solar por sombras e inclinación
- 3.2 Pararrayos
- 3.3 Dimensionamiento de las entradas al generador-inversor
- 3.4 Datos finales sistema inversor
- 3.5 Cálculos de producción de la instalación solar fotovoltaica
- 3.6 Estimación de la producción de energía anual.
- 3.7 Cálculos eléctricos.
- 3.8 Justificación de la elección del cableado, canalizaciones y protección
- 3.9 Elección soporte paneles y análisis de vientos, sobreesfuerzos y resistencia estructural

### 3.1 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS E INCLINACIÓN

Este apartado se determinan los valores máximos en relación a la orientación de los módulos fotovoltaicos, respecto al norte magnético, y la inclinación de estos, respecto al plano 0° de la cubierta, para minimizar las pérdidas de producción energética debidas a la incidencia de la radiación solar sobre los paneles (por el movimiento de traslación y rotación de la tierra).

Las pérdidas en relación al ángulo de inclinación ( $\beta$ ), que está definido por el valor del ángulo que se obtiene entre la posición del panel y el plano de 0° de la cubierta. Obteniéndose un valor de 0° para paneles montados de forma paralela sobre el plano de cubierta y un valor de 90° para paneles montados de forma perpendicular al plano de cubierta. (figura 12).

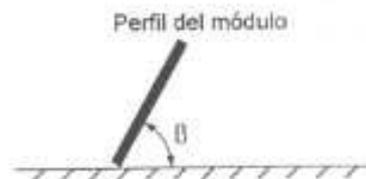


Figura 12: Inclinación panel solar

En este caso y debido a que la instalación se utiliza durante todo el año, dado los 365 días posibles de producción energética solar, el día más desfavorable, en cuanto a energía solar debido a la posición de la tierra respecto al sol, tanto en separación como en ángulo de incidencia; es el 21 de diciembre. En esa fecha la incidencia solar y su altura respecto al ángulo de la tierra es mínima, obteniéndose el valor:

$$H = (90^\circ - \text{latitud del lugar}) - 23,5^\circ$$

Siendo la latitud del emplazamiento: 39,61°

Obteniéndose un valor de:

$$H = (90^\circ - 39,61^\circ) - 23,5^\circ = 27,89^\circ \rightarrow \text{+/- } 30^\circ$$

Las pérdidas en cuanto al ángulo de orientación  $\alpha$ , referido como azimut, respecto a la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 13). Siendo valores típicos los 0° para paneles orientados al sur, de -90° para paneles orientados hacia el este y de +90° para paneles orientados hacia el oeste

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

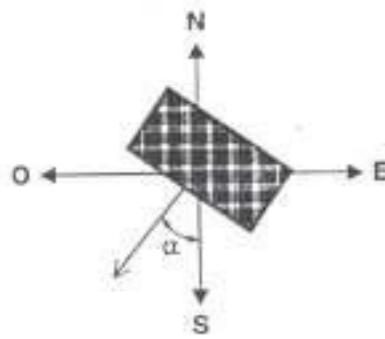


Figura 13: Plano orientación solar

En este trabajo y debido a la posición de la cubierta respecto al norte magnético, se opta por una **orientación sur (0°)**, para tener el máximo valor de ángulo de incidencia solar y horas de incidencia solar desde el amanecer al ocaso del sol, respecto al movimiento que se produce a lo largo del día de la incidencia energética solar (figura 14)

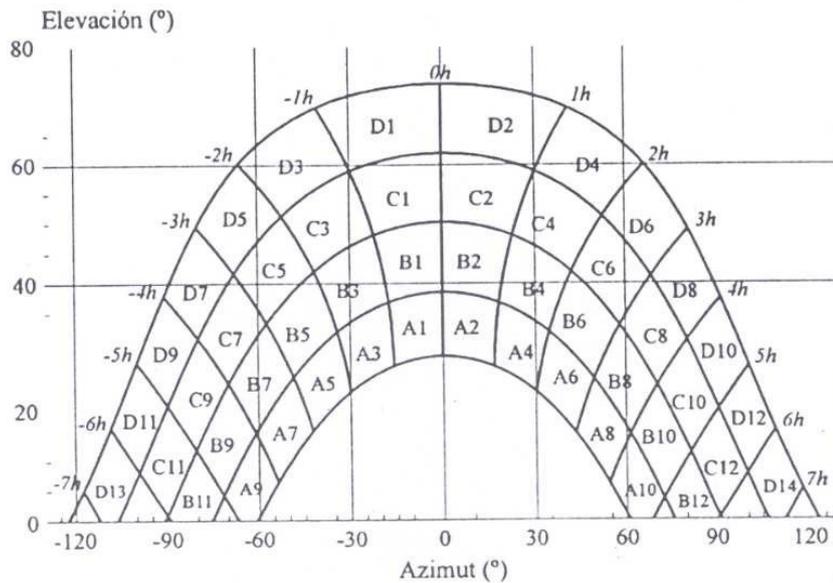


Figura 14: Recorrido e incidencia solar

A través del software de cálculo PVsyst V7.2.21 y con datos de entrada:

- Latitud: 39,61°
- Inclinación paneles: 30° fijos
- Orientación sur: 0°
- Sin obstáculos perimetrales y aislado
- Datos de instalación: paneles, inversor, factor mantenimiento, factor limpieza....

Se obtienen los siguientes valores (figuras 15 y 16)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

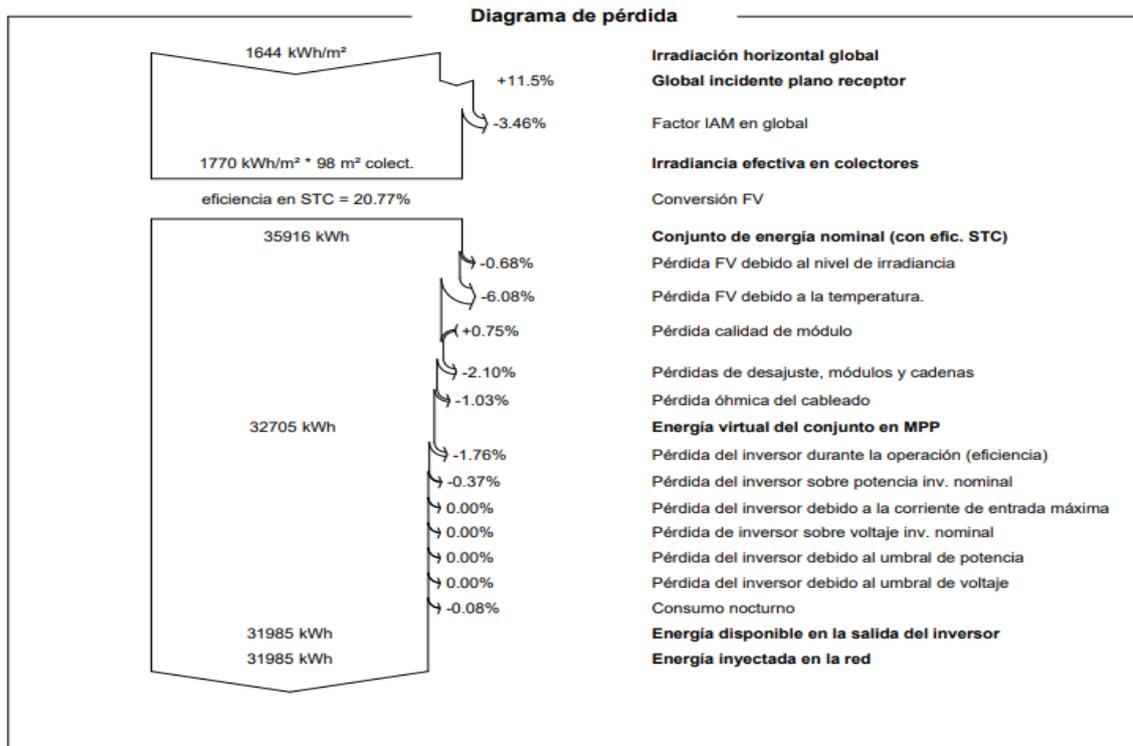


Figura 15: Valores de pérdida energética según orientación 0°

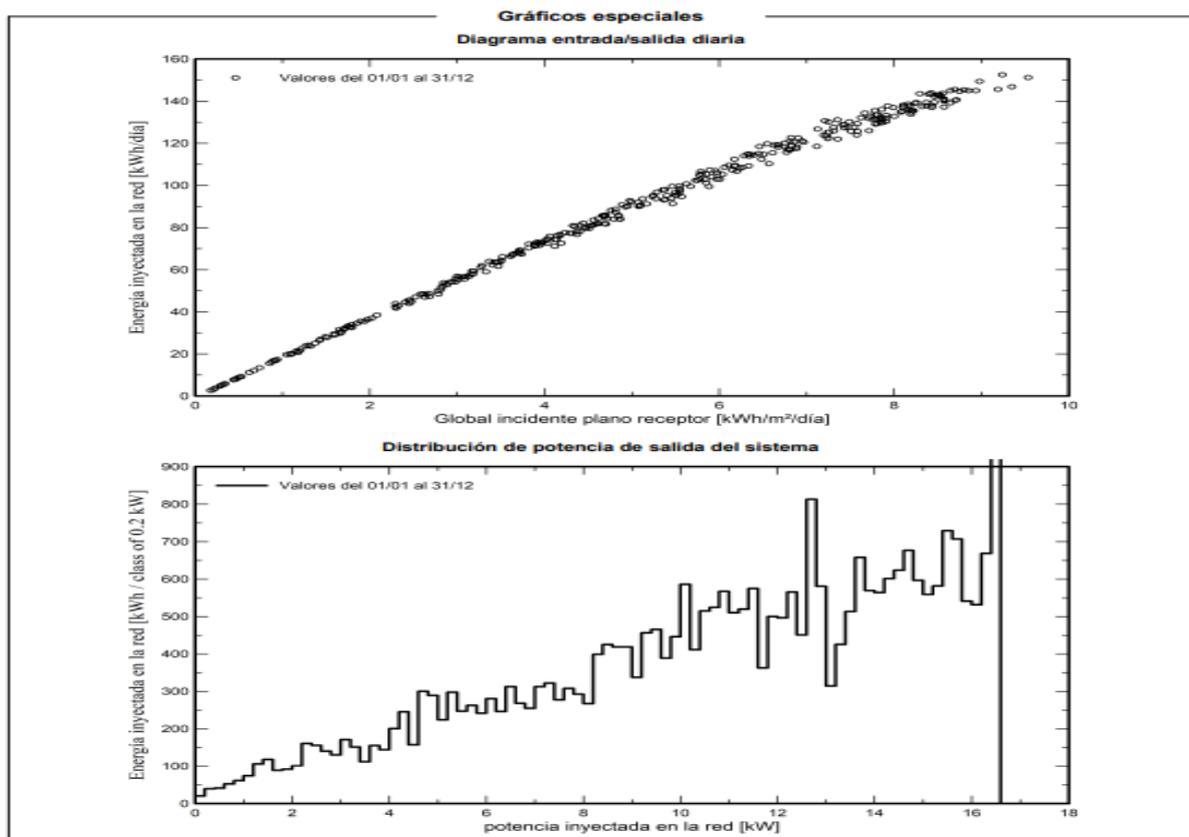


Figura 16: Graficas de producción anual según orientación 0°

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

También a considerar, y no menos importante, es la disposición de los paneles en la cubierta, es decir si vamos a colocar los 45 paneles en una sola línea o en dos líneas productivas. Esto es importante debido a la sombra que puede interferir de unos paneles a otros (figura 17)

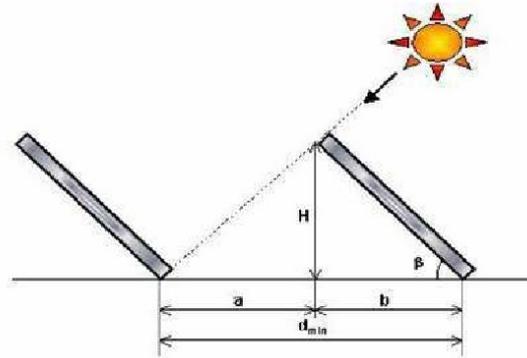


Figura 17: Sombra producida entre líneas por incidencia solar

$$d_{\min} = l \cdot \left( \cos \beta + \frac{\text{sen } \beta}{\text{tg} H} \right)$$

sonde:

- $D_{\min}$  = distancia mínima entre paneles para evitar pérdidas por sobras (m)
- $L$  = dimensión del módulo en su colocación vertical (m)
- $H$  = altura solar al mediodía en el mes más desfavorable en cuanto a producción energética solar
- $B$  = ángulo de inclinación de los paneles respecto al plano  $0^\circ$  de cubierta.

siendo:

$$D_{\min} = 1,66 \text{ (m)} \times ((\cos 30^\circ + \text{sen } 30^\circ) / 24,81) = \mathbf{3,23 \text{ m}}$$

En nuestro proyecto y debido a la superficie total útil de la cubierta, que no supera los  $285 \text{ m}^2$ , y ante la imposibilidad de colocar una única línea productiva de 45 paneles solares; se opta por la disposición de dos líneas de producción de 22 y 23 paneles solares, con una **separación mínima entre líneas de 3,23 m entre ellas para evitar sombreados.**

### 3.2 PARARRAYOS

En este apartado se describe la necesidad, o no, de la instalación de un pararrayos según la CTE SU8 RAYOS.

Para el cálculo en el que se define la necesidad o no de colocar este sistema de protección, según norma, será necesario estimar la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  y el riesgo admisible  $N_a$ , para determinar si  $N_e \geq N_a$  (en cuyo caso es necesario colocar pararrayos).

Siendo  $N_e$ :

$$N_e = N_g \times A_e \times C1 \times 10^{-6} \text{ (n}^\circ \text{ impactos / año)}$$

- $N_g$  = Impactos/(año  $\text{km}^2$ ) = 2,5 (según mapa de densidad de impactos)
- $A_e$  = superficie de captura aparente =  $h \times l \times a = 6,5 \times 44 \times 6.5 = 1859 \text{ m}^2$
- $C1$  = coeficiente relacionado con el entorno = aislado = 1

siendo  $N_a$ :

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5} \times 10^{-3}$$

- C<sub>2</sub> = coeficiente en función del tipo de construcción = 1 (estructura de hormigón y cubierta de hormigón)
- C<sub>3</sub> = coeficiente en función del contenido del edificio = 1
- C<sub>4</sub> = coeficiente en función del uso del edificio = 1
- C<sub>5</sub> = coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio = 1.

Realizando los cálculos obtenemos un valor de:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 2,50 \times 1859 \times 1 \times 10^{-6} = 0,009 \text{ impactos/año}$$

$$N_a = (5,5 / (C_2 C_3 C_4 C_5)) \times 10^{-3} = (5,5 / (1 \times 1 \times 1 \times 1)) \times 10^{-3} = 0,011$$

N<sub>e</sub> = 0,009 impactos/año y N<sub>a</sub> = 0,011; N<sub>e</sub> < N<sub>a</sub> → "PROTECCIÓN NO NECESARIA"

### 3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ENTRADAS AL GENERADOR-INVERSOR

Se han seleccionado un inversor de 22 kW, con el fin de obtener los 20 kW requeridos. Como las condiciones técnicas de los módulos son idénticas, el criterio de diseño de series de módulos se realiza en función de la potencia necesaria para el inversor. Se muestran las gráficas de la ficha técnica, en las que se observa el comportamiento de módulo tanto en tensión como en intensidad con la temperatura y la irradiación. (Figura 18).

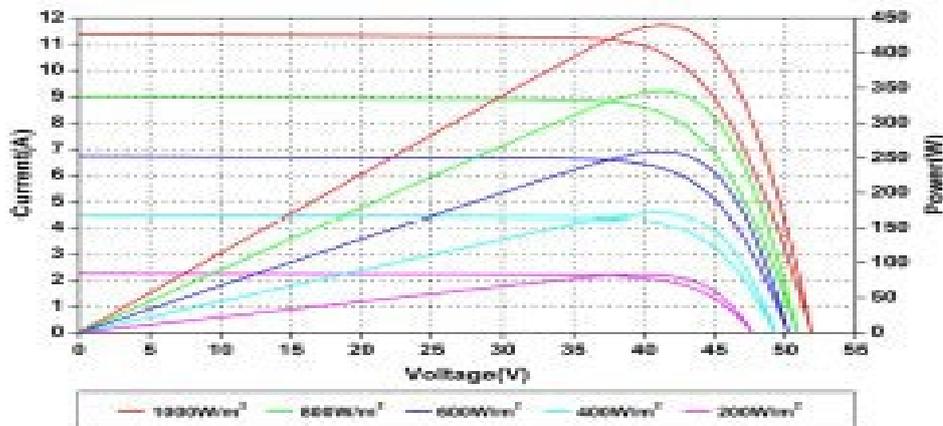


Figura 18: curva tensión-intensidad y temperatura-irradiación del panel

#### Criterio de funcionamiento óptimo.

La tensión Upmp de todas las series fotovoltaicas debe estar en el rango de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor en las condiciones de radiación y temperatura extremas del emplazamiento. Para el cálculo de los parámetros de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos de este proyecto se utilizan las fórmulas que relacionan los datos y las gráficas de la ficha técnica del propio módulo fotovoltaico.

#### Máxima tensión de entrada al inversor.

La mayor tensión que puede producir un módulo fotovoltaico según ficha técnica se da a bajas temperaturas. Según se observa en las gráficas, el voltaje aumenta con las bajas temperaturas, por lo que para el cálculo de la tensión máxima se utiliza la temperatura más desfavorable que

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

se pueda dar en Palencia durante las horas diurnas. En este caso, la temperatura que utilizaremos es -14,8 °C.

Además, se considera que este efecto se produce bajo las **condiciones mínimas de irradiación a las que puede funcionar el módulo fotovoltaico, que son de 100 W/m<sup>2</sup>**.

Por último, se considera que las series deben funcionar dentro de los parámetros de entrada de máxima potencia del inversor para aprovechar al máximo la producción.

Con el planteamiento anterior, se obtiene la temperatura de funcionamiento del módulo fotovoltaico bajo la mínima irradiación.

- Irradiación de 100 W/m<sup>2</sup>.
- Temperatura mínima (T<sub>min</sub>) histórica durante el día en Palencia: -14,8 °C.

$$T_c = T_{amb} + \frac{(TONC - 20^{\circ}C)}{800 \frac{W}{m^2}} \cdot G$$

donde:

- T<sub>c</sub> es la temperatura de la célula
- T<sub>min</sub> es la temperatura de operación del módulo a -14,8 °C en °C.
- T<sub>amb</sub> es la temperatura ambiente considerada como más desfavorable en °C en Palencia.
- TONC es la temperatura de operación nominal de la célula en °C. Se obtiene de la ficha técnica del módulo.
- G es la irradiación en W/m<sup>2</sup> según las consideraciones tomadas.

$$T_{min} = -14,8 + [(43 - 20) / 800] * 100 = \mathbf{-11.925 \text{ } ^{\circ}C}$$

Una vez se conoce la temperatura de funcionamiento del módulo bajo la temperatura más desfavorable, se calcula el coeficiente de temperatura que afecta a la tensión. El coeficiente se obtiene a partir del valor base, que se obtiene de la ficha técnica, y del coeficiente real que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$C_{oe. u} = \alpha_u * V_{oc}/100$$

donde:

- C<sub>oe. u</sub> es el coeficiente real de voltaje/temperatura en V/ °C.
- α<sub>u</sub> es el coeficiente de la temperatura según ficha técnica en %/ °C.
- V<sub>oc</sub> es la tensión en circuito abierto en V.

$$C_{oe. u} = -0,280 * 50,2 / 100 = \mathbf{-0,14056 \text{ V/ } ^{\circ}C}$$

Con la temperatura de operación del módulo y el coeficiente de tensión/temperatura se obtiene la tensión máxima:

$$U_{pmp \text{ MÁX}} = U_{pmp \text{ CEM}} + C_{oe. u} * (T_{min} - T_{CEM})$$

donde:

- U<sub>pmp MÁX</sub> es la tensión máxima en condiciones más desfavorable en V.
- U<sub>pmp CEM</sub> es la tensión en el punto de máxima potencia en condiciones estándar en V.
- C<sub>oe. u</sub> es el coeficiente de voltaje/temperatura en V/ °C.
- T<sub>min</sub> es la temperatura de operación del módulo a -14,8 °C en °C.
- T<sub>CEM</sub> es la temperatura estándar de prueba, 25 °C en °C.

$$U_{pmp \text{ Máx}} \text{ a } -14,8 \text{ } ^{\circ}C = 41,8 + (-0,14056) * (-11,925 - 25) = \mathbf{46,99 \text{ V}}$$

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**46,99 V < 55 V (dato máximo según fabricante)**

Mínima tensión de entrada al inversor

La menor tensión que puede producir un módulo fotovoltaico según ficha técnica se da a altas temperaturas. Según se observa en las gráficas, el voltaje disminuye con las altas temperaturas, por lo que para el cálculo de la tensión mínima se utiliza la temperatura más desfavorable que se pueda dar en Palencia durante las horas diurnas. En este caso la temperatura que utilizaremos es 40,0 °C.

Además, se considera que este efecto se produce bajo la condición de máxima irradiación (1000 W/m<sup>2</sup>).

Por último, se considera que la serie debe funcionar dentro de los parámetros de entrada del seguidor de máxima potencia del inversor para aprovechar al máximo la producción.

$$T_c = T_{amb} + \frac{(TONC - 20^{\circ}C)}{800 \frac{W}{m^2}} \cdot G$$

donde:

- T<sub>máx</sub> es la temperatura de operación del módulo a 40,00 °C en °C.
- T<sub>amb</sub> es la temperatura ambiente considerada como más desfavorable en °C en Palencia.
- TONC es la temperatura de operación nominal de la célula en °C. Se obtiene de la ficha técnica del módulo.
- G es la irradiación en W/m<sup>2</sup> según las consideraciones tomadas.

$$T_{máx} = 40,00 + [(43 - 20) / 800] \times 1000 = \mathbf{68,75 \text{ } ^{\circ}C}$$

El coeficiente de voltaje/temperatura ya se ha obtenido en el apartado anterior, por lo que con la temperatura de operación del módulo y el coeficiente de tensión/temperatura se obtiene la tensión mínima:

$$U_{pmp \text{ MIN}} = U_{pmp \text{ CEM}} + C_{oe. u} \times (T_{mín} - T_{CEM})$$

donde:

- U<sub>pmp MIN</sub> es la tensión mínima en condiciones más desfavorable en V.
- U<sub>pmp CEM</sub> es la tensión en el punto de máxima potencia en condiciones estándar en V.
- C<sub>oe. u</sub> es el coeficiente de voltaje/temperatura en V/ °C.
- T<sub>máx</sub> es la temperatura de operación del módulo a 40,00 °C en °C.
- T<sub>CEM</sub> es la temperatura estándar de prueba, 25 °C en °C.

$$U_{pmp \text{ a } 40,0 \text{ } ^{\circ}C} = 41,8 + (-0,14056) \cdot (68,75 - 25) = \mathbf{35,65 \text{ V}}$$

Determinación del número de módulos fotovoltaicos a conectar en serie.

El número de elementos a conectar en serie viene fijado por el rango de tensiones del inversor para el seguimiento del punto de máxima potencia, por lo que según los datos de la ficha técnica del inversor y la siguiente fórmula se obtienen los módulos a conectar en serie:

$$\frac{\text{mín } U_{pmp}}{U_{pmp \text{ MIN}}} \leq N_s \leq \frac{\text{máx } U_{pmp}}{U_{pmp \text{ MÁX}}}$$

donde:

- mín U<sub>pmp</sub> es la tensión mínima del seguidor de máxima potencia del inversor en V.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- máx  $U_{pmp}$  es la tensión máxima del seguidor de máxima potencia del inversor en V.
- $U_{pmp\ MÁX}$  es la tensión mínima en condiciones más desfavorable en V.
- $U_{pmp\ MÍN}$  es la tensión mínima en condiciones más desfavorable en V.
- $N_s$  cantidad de módulos fotovoltaicos a colocar en serie

$$200 / 35,65 \leq N_s \leq 1.100 / 46,99$$

$$6,28 \leq N_s \leq 25,400$$

Las series de módulos deben tener **como mínimo 5,61 y como máximo un total de 25,40 módulos** fotovoltaicos para que las series funcionen dentro de sistema de máxima potencia del inversor.

#### Criterios de funcionamiento seguro.

*Criterios de funcionamiento seguro para determinar el número de módulos en serie.*

Por último, se considera el criterio de funcionamiento seguro que es el más desfavorable que se puede dar. Radica en la suposición de que la serie fotovoltaica se encuentra instalada en circuito abierto.

La tensión en circuito abierto  $U_{oc}$  del conjunto de módulos fotovoltaico debe ser menor que la tensión máxima de entrada del inversor y que la tensión máxima permisible en el sistema para módulos fotovoltaicos, en las condiciones de irradiación de  $1000\text{ W/m}^2$  y temperatura de  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Según fichas técnicas, el voltaje aumenta con las bajas temperaturas, por lo que el criterio de seguridad se da para la temperatura más desfavorable de Palencia ( $-14,8\text{ }^\circ\text{C}$ ).

$$U_{OCMÁX} = U_{OCCEM} + C_{oe.u} (T_{mín} - T_{CEM})$$

donde:

- $U_{OC\ MÁX}$  es la tensión de circuito abierto a la temperatura de  $-14,8\text{ }^\circ\text{C}$ , en V.
- $U_{OCCEM}$  es la tensión de circuito abierto en condiciones estándar, en V.
- $C_{oe.u}$  es el coeficiente de la temperatura, en  $V/^\circ\text{C}$ .
- $T_{mín}$  es la temperatura de operación del módulo a  $-14,8\text{ }^\circ\text{C}$ , en  $^\circ\text{C}$ .
- $T_{CEM}$  es la temperatura estándar de prueba,  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , en  $^\circ\text{C}$ .

$$U_{OC\ MÁX\ a\ -14,8\text{ }^\circ\text{C}} = 50,2 + (-0,14056) * (-11,925 - 25) = \mathbf{55,39\text{ V}}$$

Con este valor, se obtiene el número máximo de módulos que se pueden colocar en serie.

$$N_{smáx} \leq \frac{\min(U_{INV\ MÁX}\ y\ U_{MOD\ MÁX})}{U_{OCMÁX}}$$

donde:

- $N_s\ máx$  es el número de módulos máximo a colocar en serie
- $\min(U_{INV\ MÁX}\ y\ U_{MOD\ MÁX})$  es la tensión más baja entre la máxima de funcionamiento del módulo fotovoltaico y la máxima de entrada del inversor, en V.
- $U_{OC\ MÁX}$  es la tensión de circuito abierto a la temperatura de  $-14,8\text{ }^\circ\text{C}$ , en V.

$$23,05 \leq 1.100,00 / 55,99$$

**El valor obtenido de 23,05 es el número máximo de módulos que se pueden conectar en serie en cualquiera de las series del inversor para no sufrir problemas con el voltaje en la entrada al inversor.**

*Condición límite de máxima corriente de entrada al inversor.*

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

El segundo criterio de funcionamiento seguro que se debe tener en cuenta es el de la corriente de cortocircuito del grupo fotovoltaico. Este valor debe ser menor que la corriente de entrada máxima del inversor, en las peores condiciones posibles. Se utiliza para determinar la cantidad de series en paralelo que se pueden conectar.

En el caso de la intensidad, la ficha técnica del módulo fotovoltaico muestra que la intensidad aumenta con la temperatura y se da en los casos de máxima irradiación.

Para determinar el peor escenario posible hace falta obtener el coeficiente de intensidad/temperatura. El coeficiente se obtiene a partir del valor base, que se obtiene de la ficha técnica, y la intensidad de cortocircuito de la ficha técnica. Con estos datos, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Coe.i = \alpha_i * \frac{I_{CC}}{100}$$

Con el coeficiente intensidad/temperatura se calcula la intensidad de cortocircuito que se puede dar en el caso más desfavorable en cualquiera de las series conectadas al inversor. Se tiene en cuenta la temperatura de funcionamiento del módulo a la temperatura más elevada calculada en apartados anteriores.

$$I_{CCMÁX} = I_{CCCEM} * \frac{G}{1000} + Coe.i * (T_m - T_{CEM})$$

donde:

- $I_{CCMÁX}$  es la corriente de cortocircuito a la temperatura de 40,0 °C, en A.
- $I_{CCCEM}$  es la corriente de cortocircuito en condiciones estándar de prueba, en A.
- $G$  es la irradiación, en W/m<sup>2</sup>.
- $Coe. i$  es el coeficiente real de voltaje/temperatura, en A/°C.
- $T_{máx}$  es la temperatura de operación del módulo a 40,0 °C, en °C.
- $T_{CEM}$  es la temperatura estándar de prueba, 25 °C, en °C.

$$I_{CCMÁX} \text{ a } 40,0 \text{ °C} = 11,28 * 1000 / 1000 + 0,00564 * (68,75 - 25) = \mathbf{13,52 A}$$

$$\mathbf{13,52 A < 25 A \text{ (dato máximo entrada según fabricante)}}$$

Con la intensidad máxima de cortocircuito se obtiene el número máximo de series en paralelo que se pueden conectar en cada entrada del inversor

$$N_P \leq \frac{I_{INV MÁX}}{I_{CCMÁX}}$$

donde:

- $N_P$  número máximo de series en paralelo que se pueden conectar.
- $I_{INV MÁX}$  intensidad máxima de entrada al inversor, en A.
- $I_{CCMÁX}$  es la corriente de cortocircuito a la temperatura de 40,0 °C, en A.

$$\mathbf{N_P < 25 / 13,52 = 2}$$

En este caso que se está estudiando, el número máximo de series que se pueden colocar en una entrada del inversor es **2 series**.

### 3.4 DATOS FINALES SISTEMA INVERSOR

El inversor HUAWEI modelo SUN2000-40KTL-M3 de 20 kW dispone de 2 entradas, con 2 MPPT. Por tanto, el sistema diseñado es de 2 series (2 entradas al inversor de (11+11) +(11+12) series), conectadas al inversor respetando los criterios de funcionamiento óptimo y de seguridad. En la

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

figura 18 se pueden observar tensiones según eficiencia del inversor y diagrama de circuito de conexión de las series de paneles a conectar.

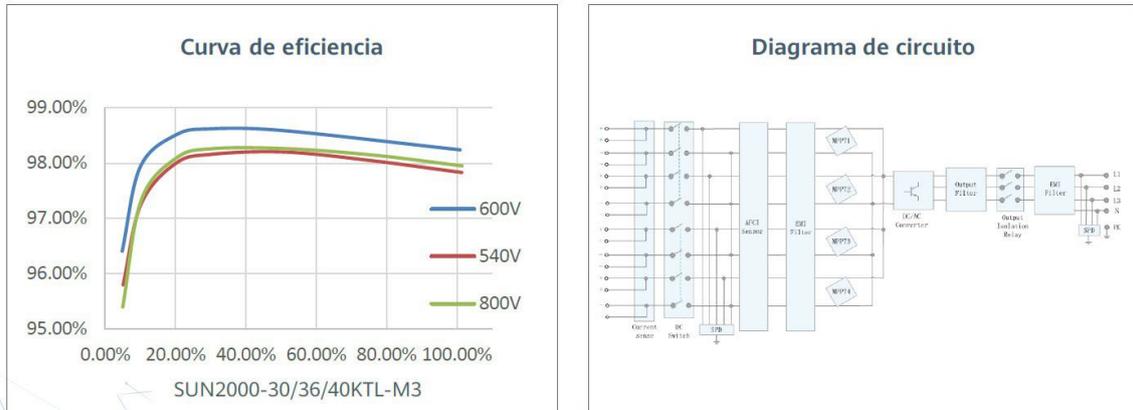


Figura 18: Curva de eficiencia y conexión inversor

Por último, en este apartado se comprobará que se cumplen las dos exigencias del CTE

- Potencia del generador fotovoltaico = (45 × 450) = 20,250 kWp
- Potencia del inversor/potencia instalada = 20 / 20,250 = 0,988 kW

$$0,8 < 0,988 < 1,2$$

Un resumen de nuestra instalación se presenta en la tabla 8:

<b>Total sistema:</b>			
Número total de Módulos:	45	Número total inversores:	1
P. total del G.F. (kWp):	20,25	P. nominal de la planta (kW)	20

Tabla 8: valores de producción de la instalación

### 3.5 CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Los datos de radiación están tomados de la Comisión Europea JRC de la web "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).

A la hora de ubicar el emplazamiento en la web, se utilizan las coordenadas y se toma la consideración de obtener el dato de radiación horizontal en kWh/m<sup>2</sup>, así como orientación hacia el norte magnético (0°), orientación sobre bastidor (30°), pérdidas máximas anuales según página web (14%), y potencia máxima a instalar (20 kW). En la figura 20, podemos ver los datos obtenidos como:

- Producción energética anual
- Potencia de irradiación total
- Gráfico mensual de producción
- Gráfico de horizonte solar en el mes más productivo y en el mes menos productivo

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

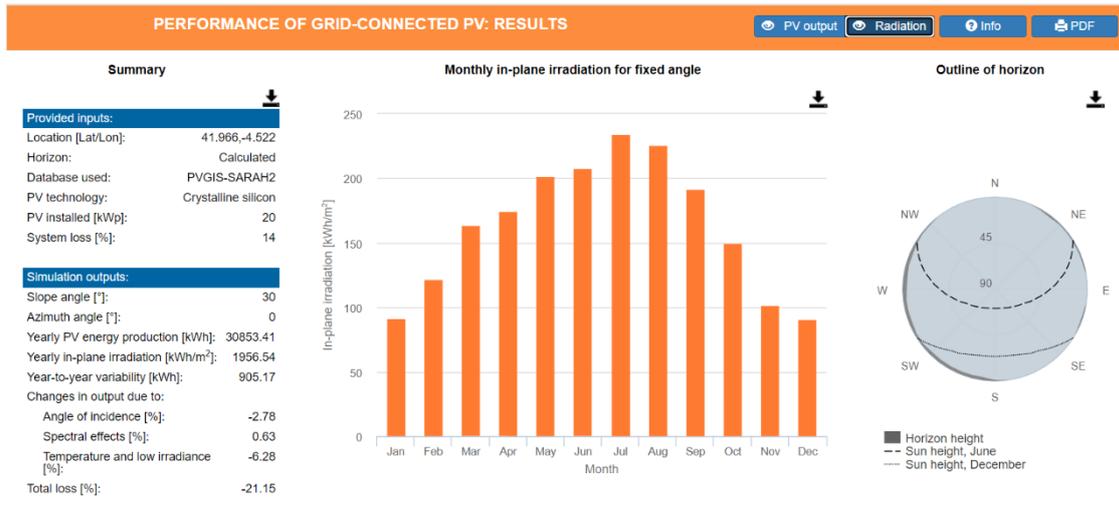


Figura 20: Datos de radiación energética

### 3.6 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL.

Para determinar la producción de la instalación se deben determinar el rendimiento de la planta. Las pérdidas de la instalación son las siguientes (tabla 9):

Pérdidas por dispersión de potencia	2,50%
Pérdidas por temperatura	3,20%
Pérdidas por ensuciamiento	2,00%
Pérdidas por inclinación y azimut	0,048%
Pérdidas por sombras	0,00%
Pérdidas por degradación fotónica	1,00%
Pérdida eléctrica	3,25%
Pérdida por reflectancia	2,70%
Pérdidas totales	14,69%
<b>Rendimiento instalación</b>	<b>85,31%</b>

Tabla 9: Valores de pérdidas singulares y totales

#### Pérdidas por orientación e inclinación.

El objeto de este cálculo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas admisibles.

Las pérdidas por este concepto se calculan en función del ángulo de inclinación  $\beta$  y del ángulo de acimut  $\alpha$ . En el caso de este proyecto, la instalación de los módulos tiene las siguientes características:

- $\alpha = 0^\circ$
- $\varphi = 42$
- $\beta = 30^\circ$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} \times [\beta - \varphi + 10]^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times \alpha^2]$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} \times [30 - 42 + 10]^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times 0^2] = \mathbf{0,048}$$

Las pérdidas por inclinación y orientación son de 0,048 (< 10% que exige la norma DB HE5 del CTE por el caso general y reflejado también en el IDAE según la tabla 10):

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 10: pérdidas de eficiencia energética según orientación

Pérdidas por sombreado.

La instalación se ha diseñado para que no existan elementos productores de sombras sobre los módulos fotovoltaicos. Ya se ha tenido en cuenta en la distancia entre filas y en las distancias con los elementos que son susceptibles de dar sombras, de modo que la instalación se iniciará fuera de la zona de afección de las sombras. Por lo tanto, las pérdidas por sombreado serán nulas.

Pérdidas por nivel de radiación.

Los módulos de silicio cristalino suelen perder eficacia cuando se reduce intensidad de la luz que reciben. Es decir, cuando la radiación es inferior a 1000 W/m², la eficiencia del módulo se reduce de acuerdo con los valores de la hoja de datos del panel. Se establece una pérdida del 0,46% en condiciones estándar.

Pérdidas por temperatura.

La corriente suministrada por las células solares es relativamente estable a altas temperaturas, en cambio, a altas temperaturas la tensión se reduce. Esto lleva a una pérdida de energía debido al aumento de temperatura de la célula, reflejada en la figura 21:

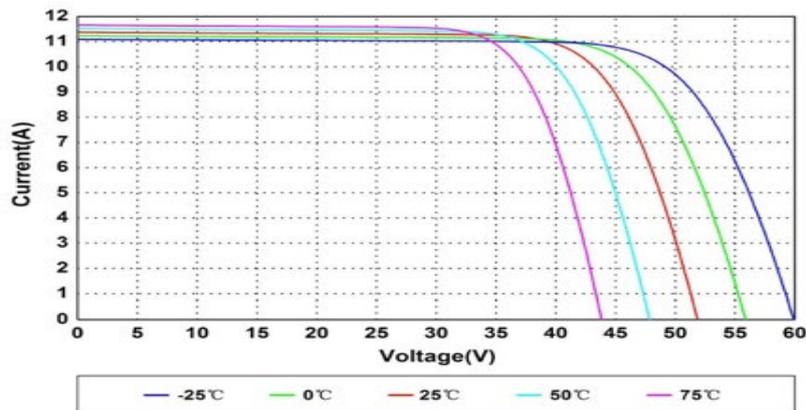


Figura 21: Pérdida de eficiencia energética por temperatura ambiental

La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje, y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de I<sub>cc</sub> (muy ligeramente)

Para determinar la temperatura de célula utilizaremos la fórmula:

$$T_c = T_{amb} + \frac{I_{inc} \cdot (TONC - 20)}{800}$$

donde:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- $T_c$ : Temperatura de célula (°C)
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente (°C)
- $T_{inc}$ : Irradiancia ( $W \cdot m^2$ )

En condiciones estándar de medida (irradiancia de  $1.000 W/m^2$  y temperatura del módulo de  $25^\circ C$ ), el módulo fotovoltaico proporciona una tensión de  $40,5 V$ .

Suponiendo una temperatura ambiente media de  $20^\circ C$ , el módulo alcanzaría una temperatura de  $48,75^\circ C$ , proporcionando una tensión un poco inferior a la obtenida en condiciones estándar.

Simulando el comportamiento horario de la planta fotovoltaica y teniendo en cuenta las características de los módulos usados en el diseño y su ubicación, las pérdidas debidas a la temperatura de las células son del  $3,20\%$ .

#### Pérdidas por suciedad.

La deposición de suciedad y polvo sobre la superficie de los módulos provoca la disminución de generación de energía. Para un mismo grado de suciedad, la pérdida de energía es mayor cuando los rayos de sol inciden con respecto a la inclinación del panel que cuando caen perpendicularmente.

La influencia de la suciedad en los módulos depende de varios factores. Además de los efectos de inclinación del módulo y del clima, las condiciones del lugar o cercanías de la planta son muy importantes para estimar el factor de suciedad.

Para un mejor rendimiento, los módulos deben ser limpiados con regularidad, para no superar el  $3\%$ . Teniendo en cuenta simulación realizada, se ha estimado un factor de pérdidas por suciedad del  $2\%$ .

#### Pérdidas en el sistema eléctrico.

##### *-Pérdidas en cableado CC*

La pérdida de potencia en el cableado de CC debe calcularse teniendo en cuenta las secciones y la longitud del cable y la tensión considerada para la planta fotovoltaica en condiciones de prueba estándar. Considerando la caída de tensión máxima inferior al  $1,5\%$ , se establecen unas pérdidas del  $1.7\%$ .

##### *-Pérdidas en el inversor*

Las siguientes pérdidas tienen que ser consideradas en relación con el funcionamiento del inversor. Las pérdidas se establecen en  $1.55\%$ , considerando un rendimiento del  $98,5\%$  del inversor de  $20 kW$ .

##### *-Pérdidas en cableado CA*

Las pérdidas eléctricas por el cableado de BT en AC se han calculado teniendo en cuenta la caída de tensión debido a la sección del cable, la longitud condiciones de prueba estándares. Los criterios de diseño para la selección de la sección del cable de CA deben cumplir con:

- Caída de tensión inferior al  $1,5\%$
- La corriente no exceda del  $80\%$  de la capacidad máxima de corriente corregida del cable.

Las pérdidas de las conexiones en baja tensión entre el inversor y el CGBT se considerarán despreciables.

Con el resumen de pérdidas a las que se enfrenta el módulo fotovoltaico en la ubicación del presente proyecto y con las características de instalación detalladas en apartados anteriores se procede a calcular la producción de la instalación con carácter anual.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Los datos de producción energética anual están tomados de la Comisión Europea JRC de la web "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), como se ha indicado anteriormente.

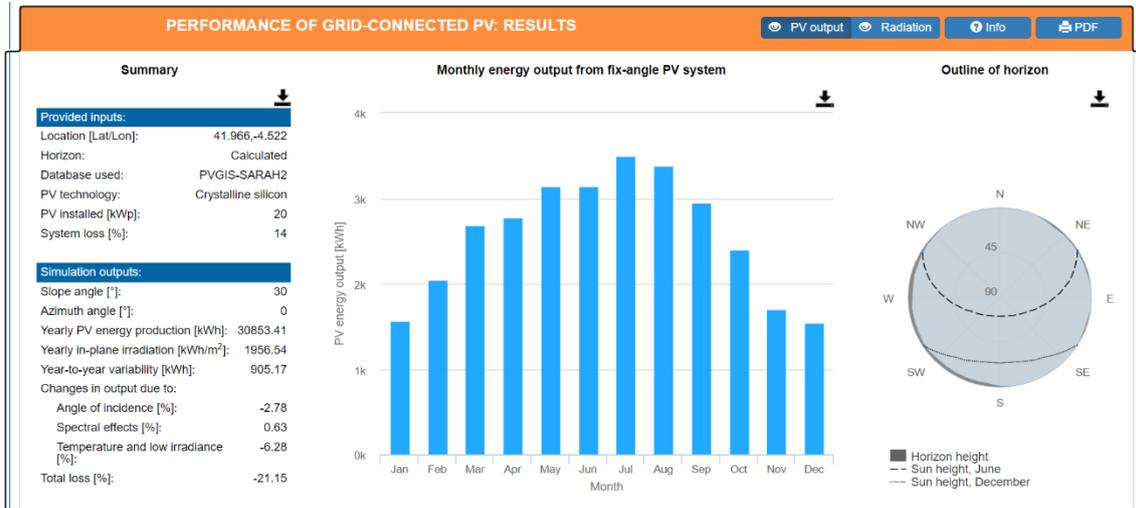


Figura 22: Datos de producción energética

### 3.7 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

#### Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible.

La tensión nominal de la presente instalación ha de estar de acuerdo con la tensión de servicio proporcionada por la empresa distribuidora. Esta tensión será de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases.

De acuerdo con el REBT y el PCT IDAE 2002, las caídas de tensión máxima admisible serán de:

- Instalación que se corresponde desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada al sistema inversor o generador que enteramente se encuentra en Corriente Continua y Baja Tensión: pérdidas máximas admisibles 1.5%
- Instalación que se corresponde con la comprendida entre el sistema generador o sistema inversor y el punto de conexión con la instalación interior del cliente en Corriente Alterna y Baja Tensión: pérdidas máximas admisibles 1.5%

#### Tramo 1, de módulos fotovoltaicos a caja de protección.

En este tramo la distancia media desde el final de la ubicación de los módulos fotovoltaicos hasta las entradas a la caja de fusibles es de 37m y 20 m respectivamente. Con este dato y la cantidad de módulos conectados en serie y el número de series en paralelo se determina la sección que debe de tener el cable, considerando que la caída de tensión no exceda de **0.75%**, dejando de reserva el otro 0.75% para la caída de tensión entre la caja de protección y el inversor.

Seleccionamos una sección **de 4 y 6 mm<sup>2</sup>** para las series, mostrando los siguientes resultados en la tabla 10.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

CIRCUITO	Nº PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial	
								C.d.t (v)	%
Serie 11-final	11	459,41	6,96	3220	3300	74	6	4,74	0,67
Serie 11	11	459,41	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,54
Serie 12-final	12	501,1	7,69	3512	3600	74	6	4,74	0,71
Serie 11	11	459,41	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,58

Tabla 10: Datos de cálculo de sección es según longitud y caída de tensión máxima

Además, se tiene en cuenta la intensidad que circulará por los cables de series siendo esta sección nunca inferior a 4 mm<sup>2</sup>. Se comprueba con la tabla de la ITC BT 19. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

En base a este criterio la intensidad que va a circular como máximo en las series fotovoltaicas es la más desfavorable  $I_{cc\ máx}$  que se ha calculado como 7,7 A. Esta intensidad se multiplica por un factor de seguridad de 1,25 según indica la ITC BT 40 en su punto 5, para asegurar que el cable cumple y obtiene una intensidad de **9,5 A**.

$$I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1} = 1,25 * I_{cc\ máx}$$

donde:

- $I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$  es la intensidad máxima que puede circular teniendo en cuenta el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad en A.
- 1,25 es el factor de seguridad aplicado.
- $I_{cc\ máx}$  intensidad de cortocircuito máxima de entrada al sistema inversor a la temperatura más desfavorable -14,8°C en A

$$I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1} = 1,25 * 7,7 = \mathbf{9,5\ A}$$

Está intensidad es la que se usa para el segundo criterio de dimensionamiento del cable. Según la tabla referenciada anteriormente (tabla 1 de la ITC BT 19 del RGBT), la sección mínima del cable debería ser:

$$S_{\min 2} > I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$$

donde

- $S_{\min 2}$  es la sección mínima según el criterio de intensidad para el tramo entre módulos fotovoltaicos y el sistema inversor en mm<sup>2</sup>.
- $I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$  es la intensidad máxima que puede circular teniendo en cuenta el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad en A.

$$\mathbf{S = 4\ mm^2 = 45\ A > 9,5\ A}$$

$$\mathbf{S = 6\ mm^2 = 57\ A > 9,5\ A}$$

Tramo 2, de la caja de protección al inversor.

En este tramo la distancia está comprendida entre 95 y 120 metros en función de la posición de las series de placas. Con este dato y la cantidad de módulos conectados en serie y el número de series en paralelo se determina la sección que debe de tener el cable, considerando que la caída de tensión no exceda de 0.75%, por lo que la caída total no superará el 1.5%.

Seleccionamos una sección de 10 mm<sup>2</sup>, para la totalidad de los circuitos, obteniendo los siguientes resultados mostrados en la tabla 11:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

CIRCUITO	N PANELES	TENSIO N (v)	INTENSIDA D (AMPERIOS)	P=V* I (w)	P (w) Panele s	L m	Secció n mm	C.d.t - Parcial	
								C.d.t (v)	%
String1 - Inversor 20KVA	22	459.1	14	6440	6600	120	10	5,77	0,8 1

CIRCUITO	N PANELES	TENSIO N (v)	INTENSIDA D (AMPERIOS)	P=V* I (w)	P (w) Panele s	L m	Secció n mm	C.d.t - Parcial	
								C.d.t (v)	%
String2 - Inversor 20KVA	23	459.1	14 ' 66	6732	6900	120	10	5,77	0,8 1

Tabla 11: Cálculo de secciones según distancia y caída de tensión máxima

Además, se tiene en cuenta la intensidad que circulará por los cables. Se comprueba con la tabla de la ITC BT 19, tabla 1. Intensidades admisibles (A) en montaje con tubo exterior protegido, nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

En base a este criterio, la intensidad que va a circular como máximo en las series fotovoltaicas es la más desfavorable,  $I_{cc\ máx}$ , que se ha calculado como 14 A. Esta intensidad se multiplica por un factor de seguridad de 1,25, según indica la ITC BT 40 en su punto 5, para asegurar que el cable cumple y se obtiene una intensidad de **17,5 A**.

$$I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1} = 1,25 * I_{cc\ máx}$$

donde

- $I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$  es la intensidad máxima que puede circular, teniendo en cuenta el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad, en A.
- 1,25 es el factor de seguridad aplicado.
- $I_{cc\ máx}$  intensidad de cortocircuito máxima de entrada al sistema inversor a la temperatura más desfavorable  $-14,8^{\circ}\text{C}$ , en A.

$$I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1} = 1,25 * 14 = \mathbf{17,5\ A}$$

Está intensidad es la que se usa para el segundo criterio de dimensionamiento del cable. Según la tabla referenciada anteriormente (tabla 1 ITC BT 19), la sección mínima del cable debería ser:

$$S_{\text{mín}2} > I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$$

donde

- $S_{\text{mín}2}$  es la sección mínima según el criterio de intensidad para el tramo entre módulos fotovoltaicos y el sistema inversor, en  $\text{mm}^2$ .
- $I_{cc\ máx\ factor\ de\ seguridad\ 1}$  es la intensidad máxima que puede circular teniendo en cuenta el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad, en A.

$$S = 10\ \text{mm}^2 = 68\ \text{A} > 17,5\ \text{A}$$

#### Tramo1+2, Producción - Inversor.

Consideramos los dos tramos anteriores, por lo que la suma de la caída de tensión no debe exceder de 1,5%.

Las caídas de tensión máximas existentes en la instalación son las siguientes, mostradas a modo resumen en la tabla 12:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

CIRCUITO	N PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial		C.d.t - Total	
								C.d.t (v)	%	C.d.t (v)	%
Serie 11-final	11	459,1	6,96	3220	3300	74	6	4,74	0,67	11,85	1,48
Serie 11	11	459,1	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,54	10,95	0,54
String1 - Inversor 20KVA	22	459,1	14	6440	6600	120	10	5,77	0,81	11,85	1,48

CIRCUITO	N PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial		C.d.t - Total	
								C.d.t (v)	%	C.d.t (v)	%
Serie 12-final	12	500,1	7,69	3512	3600	74	6	4,74	0,67	11,85	1,48
Serie 11	11	459,1	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,54	10,95	0,54
String 2 - Inversor 20KVA	23	459,1	14,66	6732	6900	120	10	5,77	0,81	11,85	1,48

Tabla 12: Resumen datos de cálculo y caídas de tensión máxima aceptadas

Tramo 3, del sistema Inversor al Cuadro General de Protección Fotovoltaico y CGBT.

El tramo de distancia desde el inversor al cuadro de protección fotovoltaica es de 2 metros y desde este cuadro al Cuadro de protecciones (CGBT), del CT es de 6 metros. Con este dato y la consideración que según la ITC BT 40 en su esquema 8 hace que la caída de tensión desde el generador hasta el punto de conexión dentro de la red interior de consumo no pueda exceder el 1,50%. Se realizan los siguientes cálculos y reflejados en la tabla 13

CIRCUITO	Pcal	Un	L	In	Método Instalación				C.d.t			
	W	V	m	A		ladm	Coef.	Reducc	Imax	cdt v	%	
Inversor 20KVA-Cuadro Protecciones	20.000	400	2	50	RZ1-K-Bajo Tubo	(4x16)	91	1	1,25	115	0,09	0,02
Cuadro Protecciones-CGBT	22.000	400	6	55	RZ1-K-Bajo Tubo	(4x16)	91	1	1,25	115	0,36	0,09

CIRCUITO	P*	V	I	Conductor		Nº Polos	In	Regulación	In
	W	V	A	Sección	Imax		A	In	A
Inversor 20KVA-Cuadro Protecciones	20.000	400	50	16	91	I V	115	0,85	91
Cuadro Protecciones-CGBT	22.000	400	55	16	91	I V	115	1	91

Tabla 13: Resumen datos de cálculo y secciones instaladas

### 3.8 JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL CABLEADO, CANALIZACIONES Y PROTECCIÓN

Criterio de selección de la sección del cableado conductor de la instalación

Para la selección del cableado se han tenido en cuenta las intensidades de salida y la caída de tensión en cada tramo estudiado. La normativa tenida en cuenta son las especificaciones técnicas de la ITC BT 40 y las especificaciones técnicas del ITC BT-19, así como la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014. Como se puede comprobar en la tabla C.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014, extraída del RGBT.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC 3	PVC 2				XLPE 3				XLPE 2					
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2									
C						PVC 3			PVC 2		XLPE 3		XLPE 2					
E							PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2					
F								PVC 3				PVC 2	XLPE 3	XLPE 2				
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>																		
<b>Cobre</b>																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430
185	-	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493
240	-	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583
<b>Aluminio</b>																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	-	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314
185	-	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361
240	-	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427

Aislamientos termoestables (90°C)

XLPE: Polietileno reticulado

EPR: Etileno-propileno

Aislamientos termoplásticos (70°C)

PVC: Policloruro de vinilo

La consideración que se ha tenido en cuenta en el tramo que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el armario de protección es una consideración de instalación tipo B "Conductores aislados en tubos en montaje superficial", y el tipo de conductor de este tramo es **2x XLPE o EPR**, que justifica la elección del cable utilizado.

Desde estos armarios de protección hasta los interruptores de corte e inversores la consideración que se ha tenido en cuenta es una consideración de instalación tipo D "Conductores en instalación enterrada bajo tubo".

La consideración que se ha tenido en cuenta en el tramo que va desde el sistema generador o inversor hasta el Cuadro General (CGBT) es una consideración de instalación tipo B "Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra", y el tipo de conductor que compone este tramo es **3x XLPE o EPR**, lo que justifica la elección del cable utilizado.

Cálculos de tierra.

Como ya se ha comentado anteriormente, la resistencia de tierra será inferior a 37 Ω. Teniendo en cuenta que la resistividad del terreno es de 150 Ω·m, ya que nos encontramos en una zona tipo margas y arcillas compactas, tendremos que la resistencia de puesta a tierra obtenida para una pica será de:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{150}{2} = 75\Omega$$

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Si tenemos además que el tramo de conductor es de 10 m, tendremos una resistencia de tierra del cable de:

$$R_{cable} = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{10} = 30 \Omega$$

siendo la resistencia total de puesta a tierra de:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{75} + \frac{1}{30} = \frac{1}{21,42} \rightarrow R_T = 21,42 \Omega$$

Que, como se puede comprobar, es inferior a los 37  $\Omega$  impuestos por el Ministerio de industria, Energía y Turismo.

Criterio de selección de la sección del cableado de tierra.

El criterio que se ha seguido para la determinación de las secciones de tierra utilizadas en la instalación es el que aporta la ITC BT 18 en la tabla número 2 extraída del RGBT:

*Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase*

Sección de los conductores de fase de la instalación <b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	Sección mínima de los conductores de protección <b>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

La sección del cableado que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema de protección es de 4 y 6 mm<sup>2</sup>, y la sección de tierra a utilizar para poner a tierra estos tramos de la instalación será de 6 mm<sup>2</sup>.

Por último, si la sección del cableado que va desde el sistema el Cuadro General Fotovoltaico hasta el Punto de Conexión dentro de la Red Interior en Baja Tensión es de 3x16 mm<sup>2</sup>, la sección de tierra a utilizar para poner a tierra este tramo de la instalación es de 16 mm<sup>2</sup>.

Criterio de selección de las canalizaciones de cable.

En la instalación de este proyecto existen tres tramos de canalizaciones diferenciados:

- Zona exterior, canalización de intemperie desde los módulos fotovoltaicos hasta el punto donde el cableado entra en los armarios de protección.
- Zona exterior, desde los armarios de protección hasta el armario-caseta de inversores, instalación subterránea bajo tubo.
- Zona interior, canalización que va por el interior del edificio hasta el sistema generador o inversor e interconecta este sistema con el Cuadro General Fotovoltaico y el Punto de Conexión en Red Interior en Baja Tensión.

Para la canalización de la zona exterior, le es de aplicación la ITC-BT-30 punto "2. Instalaciones en locales mojados" al estar a la intemperie y producirse precipitaciones en la zona geográfica que se encuentra la instalación; se emplea bandeja metálica de rejilla, resistente a la corrosión, o bandeja de PVC y, según se indica en este punto, el cometido es el soporte y conducción de cables y no realizan una función de protección, por tanto, se empleará un conductor apropiado de ZZ-F (AS), conforme normas UNE-EN60332-1-2, UNE- EN50226-2-4; UNE-EN50267; UNE-EN 61034-2. Esta canalización se dedicará a la interconexión de los módulos hasta las cajas de protección y, desde estas hasta el sistema inversor, se realiza en canalización subterránea bajo tubo. Esta canalización se dedicará a la interconexión de los módulos hasta las cajas de protección. La interconexión de las cajas de protección y los inversores, se realiza mediante canalización subterránea y cable 0,6/1kV RZ1-K (AS), según norma UNE 21123-4. En los tramos interiores de la instalación, se empleará canal protector superficial con tapa exterior y le será de aplicación la ITC-BT-21 punto "2. Canales protectoras".

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 3.9 ELECCIÓN SOPORTES PANELES Y ANÁLISIS DE VIENTOS, SOBRESFUERZOS Y RESISTENCIA ESTRUCTURAL.

La elección ha sido la de unos soportes prefabricados en hormigón de la marca SOLARBLOCK. Este tipo de soporte tiene la ventaja frente a otros tipos de sistemas de montaje de paneles solares (como estructuras metálicas o rastrelados) de que la colocación y montaje son sencillos y rápidos, su durabilidad en el tiempo es mucho mayor, y -por último y no menos importante- su coste económico es más bajo. La colocación rápida y sencilla, además reducirá de forma significativa el presupuesto de mano de obra en la ejecución del proyecto. También debe tenerse en consideración que este tipo de soportes son de fácil acceso a nivel distribuidor y cuentan con plazos de entrega cortos, por lo que el cronograma de ejecución no va a sufrir ninguna modificación en el caso de alguna perturbación en el suministro de este elemento.

En este apartado se estudiará la influencia del viento y la del peso propio de la estructura que se va a instalar, con el fin de demostrar que se cumple los requisitos básicos de seguridad, que aseguran que las placas tienen un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso.

Se utilizarán soportes Solarbloc que vienen caracterizados por un ángulo de inclinación de 30° (figura 22):

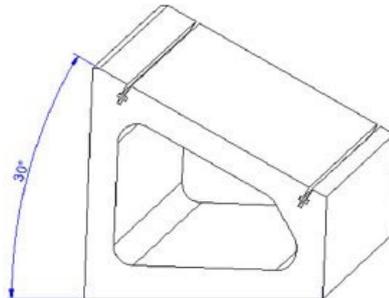


Figura 22: Módulo de hormigón prefabricado

#### Acciones Variables.

##### *Viento.*

Siguiendo el "SE-AE" para las acciones del viento sobre la estructura de una instalación fotovoltaica, se puede estimar dicho cálculo como se muestra a continuación.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

donde:

- $q_e$  presión estática en  $\text{kN/m}^2$
- $q_b$  presión dinámica del viento ( $\text{kN/ m}^2$ ).
- $c_e$  coeficiente de exposición.
- $c_p$  coeficiente eólico o de presión exterior.

La determinación de los parámetros que constituyen esta fórmula se determinan en los siguientes apartados.

##### *Presión del viento.*

El valor de la presión dinámica del viento viene en el "Anejo D. Acción del viento" del "SE AE" y se determina mediante la siguiente ecuación:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

$$q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$$

donde

- $\delta$  = densidad del aire, 1,25 kg/m<sup>3</sup>.
- $v_b$  = velocidad del viento en la localidad.

El valor de la densidad del aire y de la velocidad del viento en Palencia se recogen en el "Anejo D1" del "SE AE": la densidad se estima en 1,25 kg/m<sup>3</sup> y el valor de la velocidad del viento se determina por la ubicación y el siguiente mapa (Figura 23)

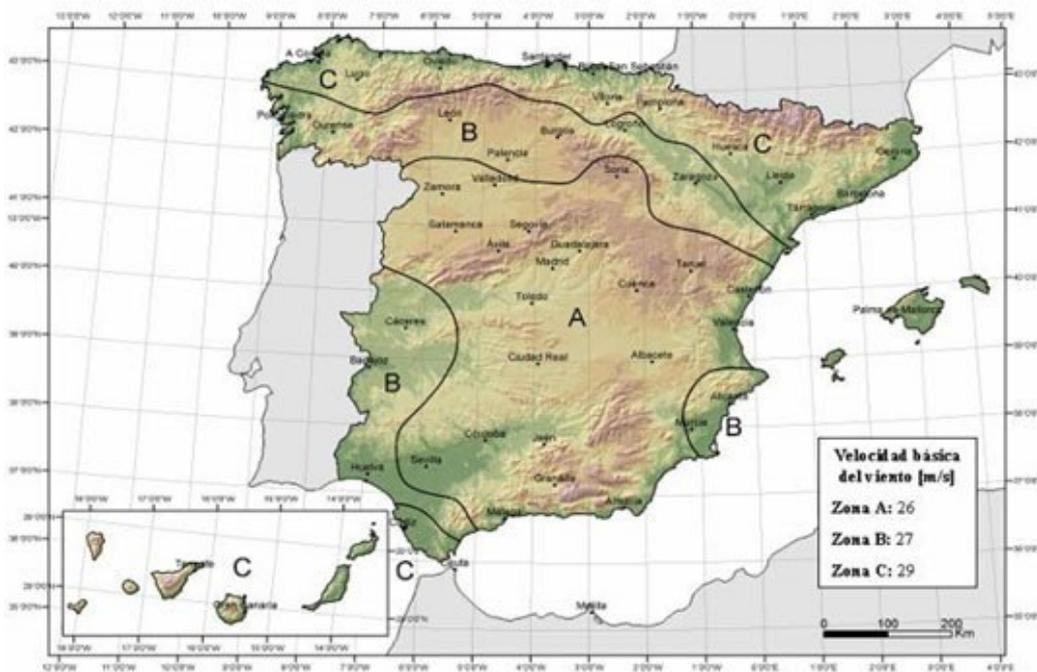


Figura 23: Mapa de presión de viento en España

Por tanto, el cálculo para la zona de Palencia es el coeficiente B, que se corresponde con una velocidad del viento de 27 m/s. Con estos datos, sustituyendo en la fórmula anterior, se obtiene la presión dinámica:

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \times 27^2 = 0,455625 \text{ kN/m}^2$$

Estructura del campo solar.

Como se ha indicado anteriormente, la inclinación de la estructura es de 30°, y las medidas del módulo solar son 2102×1040 mm.

En su camino, el viento encontrará una superficie obstáculo de altura definida por las dimensiones de los paneles solares y la inclinación a la que se encuentran. Cuanta mayor sea la inclinación de los paneles solares, mayor será la superficie obstáculo para el viento y, por tanto, mayor será la carga que ejerza el viento sobre la estructura. Por este motivo, se dimensionará la pieza para que soporte la máxima carga, estudiándose para el ángulo de inclinación de 30°.

$$\text{Superficie obstáculo} = \text{área del panel} \times \text{sen } \alpha = 2,102 \times 1,04 \times \text{sen } 30^\circ = 1,10 \text{ m}^2$$

Para hallar las fuerzas que van a actuar sobre los módulos, nos apoyaremos en la siguiente expresión:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

$$F = p \times S \times \text{sen } \alpha$$

donde:

- S = Superficie del panel [m<sup>2</sup>]
- $\alpha$  = Ángulo de inclinación del panel [°]
- p = Presión frontal del viento (N/m<sup>2</sup>)

En la figura 24 se reflejan los ángulos y las acciones del viento según orientación del módulo:

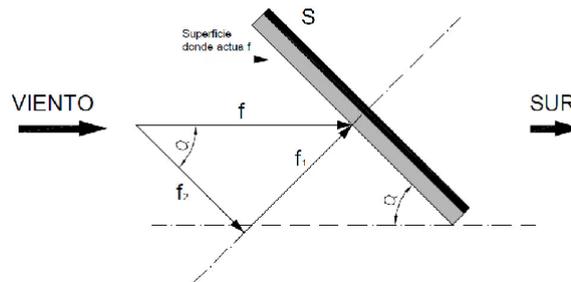


Figura 24: Diagrama fuerza de viento sobre apoyo

La fuerza que el viento ejerce sobre la superficie obstáculo ofrecida por los paneles solares viene dada en forma de presión. A unos 27 m/s (97 km/h), la presión que ejerce el viento sobre una superficie perpendicular a su dirección es de 46,5 kg/m<sup>2</sup>

Ahora bien, de esta fuerza que se ejerce sobre los paneles solares, parte de ella se pierde al deslizarse por la superficie de los módulos, ya que no están totalmente perpendiculares al viento. Por este motivo, la fuerza total que se ejerce sobre los paneles se puede descomponer en dos componentes de diferente dirección: F1, cuya dirección es paralela a la superficie del panel y no ejerce fuerza sobre el mismo al deslizarse el viento, y F2, cuya dirección es perpendicular a la superficie del panel y es la que realmente ejerce la carga sobre la superficie soporte.

El valor de F2 viene dado por el ángulo de inclinación de la estructura:

$$F2 = F \times \text{sen } \alpha = 46,5 \text{ kg/m}^2 \times \text{sen } 30^\circ = 23,25 \text{ kg/m}^2$$

Por tanto, la fuerza que ejerce el viento sobre los paneles viene dada por la fórmula:

$$F = P \times S = 23,25 \text{ Kg/m}^2 \times 1,10 \text{ m}^2 = 25,575 \text{ kg}$$

### Conclusión.

La fuerza ejercida por un viento de dirección norte de 27 m/s sobre un panel solar de dimensiones 2,1 × 1,04 m anclado a la estructura del panel solar produce una succión de **25,03 kg** que debe ser contrarrestada por la masa de los bloques de hormigón que se colocan. A continuación, se muestran los cálculos para las siguientes opciones elegidas.

Se utilizarán soportes Solarbloc que vienen caracterizados por un ángulo de inclinación de 30°. Los datos geométricos de las piezas y que las caracterizan, vienen reflejados en la figura 25:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Grupo	Inclinación apoyos							
	Grupo 1					Grupo 2		
Inclinación	3°	10°	12°	15°	18°	28°	30°	34°
Altura 1 (cm)	27,89	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	22,13	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	110	37,47	100,00	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	12,00	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	50	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20							
Grupo 1								
Grupo 2								

Figura 27: Descripción de módulo elegido para proyecto.

En la figura 28 se muestra el sistema de colocación de los soportes sobre la cubierta, así como la colocación de los paneles solares sobre ellos, con el sistema de placa anclada al panel y enrasada y colocadas a medida sobre la guía que está realizada sobre el perfil de hormigón. Se puede apreciar que la colocación de los soportes en la cubierta se realiza de forma muy sencilla, siendo el replanteo geométrico espacial de estos una acción determinante en la ejecución de este trabajo. También se puede observar que el anclaje del panel sobre el soporte de hormigón se realiza con una pletina que hace de tope sobre el panel y que se introduce dentro de una llaga que nos sirve de guía para su colocación. Al introducir la pletina en la guía, esta hace de tope y de fijación estructural del panel hacia el soporte para convertir los dos elementos en un único elemento estructural de la cubierta y de las distintas acciones medioambientales.



Figura 28: Colocación de panel sobre soporte y sistema de anclaje

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Tras la colocación de este tipo de soporte inclinado en cubierta (71 kg), teniendo en cuenta su resistencia al viento (25 kg) y el peso que han de soportar de los paneles fotovoltaicos (9 kg), y siendo la carga portante de la cubierta de 250 kp/cm<sup>2</sup> (anteriormente citada y extraída del proyecto de ejecución de la nave agrícola), se concluye que la condición máxima de carga del conjunto es admisible para su colocación en la cubierta existente, sin tener ningún tipo de riesgo de posibles fisuras o colapso de la cubierta por un sobrepeso colocado sobre ella. También, admitiendo los factores de riesgo en el cálculo de cargas puntuales en el CTE (como el viento, la sobrecarga por nieve y los factores de corrección de seguridad para el cálculo), se puede observar que la carga puntual no supera más del 35% del peso máximo por unidad de superficie, por lo que estamos en un sistema seguro y fiable.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## **Anejo 4. Ingeniería de las obras**

4.1 Ficha placa solar

4.2 Ficha Inversor

4.3 Certificado Inversor

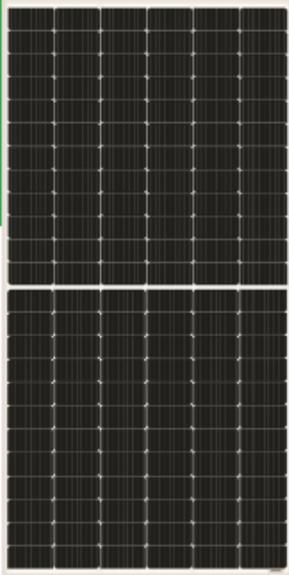
4.4 Certificado CE Inversor

4.5 Modulo bluetooth comunicación inversor

4.6 Ficha regulador

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 4.1 FICHA AMERISOLAR AS-6M144-HC-450W



## AS-6M144-HC

## 435W~465W

### MONOCRYSTALLINE MODULE

#### ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 21.27% by using innovative Half-cell design and Multi-busbar(MBB) cell technology.
- Low temperature coefficient and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- Potential induced degradation (PID) resistance.

#### CERTIFICATIONS

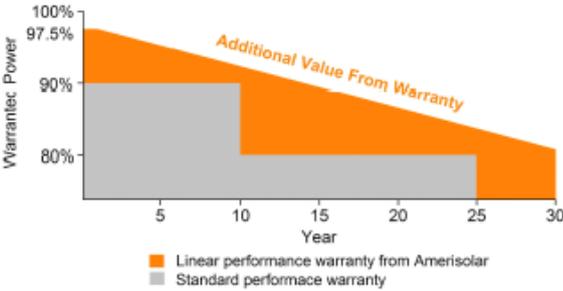
- IEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, CQC
- ISO 9001:2015: Quality management system
- ISO 14001:2015: Environmental management system
- ISO 45001:2018: Occupational health and safety management system

#### SPECIAL WARRANTY

- 20 years product warranty
- 30 years linear power output warranty



Passionately  
committed to  
delivering innovative  
energy solution



Year	Standard performance warranty (%)	Linear performance warranty from Amerisolar (%)
0	97.5	97.5
5	97.5	97.5
10	80.0	97.5
15	80.0	95.0
20	80.0	92.5
25	80.0	90.0
30	80.0	82.0

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC							
Maximum Power ( $P_{max}$ )	435W	440W	445W	450W	455W	460W	465W
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )	49.6V	49.8V	50.0V	50.2V	50.4V	50.6V	50.8V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	11.10A	11.16A	11.22A	11.28A	11.34A	11.40A	11.46A
Voltage at Maximum Power ( $V_{mp}$ )	41.2V	41.4V	41.6V	41.8V	42.0V	42.2V	42.4V
Current at Maximum Power ( $I_{mp}$ )	10.56A	10.63A	10.70A	10.77A	10.84A	10.91A	10.97A
Module Efficiency (%)	19.90	20.13	20.36	20.58	20.81	21.04	21.27
Operating Temperature	-40°C to +85°C						
Maximum System Voltage	1000V DC/1500V DC						
Fire Resistance Rating	Type 1(in accordance with UL1703)/Class C(IEC61730)						
Maximum Series Fuse Rating	20A						

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell temperature 25°C, AM1.5; Tolerance of P<sub>max</sub>: 0~+3%; Measurement Tolerance: ±3%

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT							
Maximum Power ( $P_{max}$ )	323W	327W	331W	335W	339W	343W	347W
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )	45.6V	45.8V	46.0V	46.2V	46.4V	46.6V	46.8V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	8.99A	9.04A	9.09A	9.14A	9.19A	9.24A	9.29A
Voltage at Maximum Power ( $V_{mp}$ )	37.4V	37.6V	37.8V	38.0V	38.2V	38.4V	38.6V
Current at Maximum Power ( $I_{mp}$ )	8.64A	8.70A	8.76A	8.82A	8.88A	8.94A	8.99A

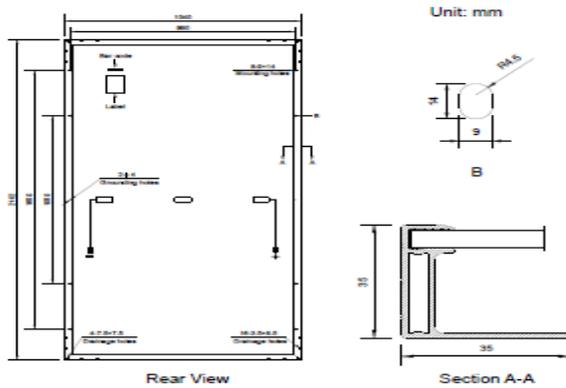
NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Monocrystalline PERC 166*83mm
Number of cells	144 (6x24)
Module dimensions	2102x1040x35mm (82.76x40.94x1.38inches)
Weight	24kg (52.9lbs)
Front cover	3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP68, 3 diodes
Cable	4mm <sup>2</sup> (0.006inches <sup>2</sup> ), Length: Portrait: 300mm (11.81inches); Landscape: 1400mm (55.12inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	43°C±2°C
Temperature Coefficients of $P_{max}$	-0.36%/°C
Temperature Coefficients of $V_{oc}$	-0.28%/°C
Temperature Coefficients of $I_{sc}$	0.05%/°C

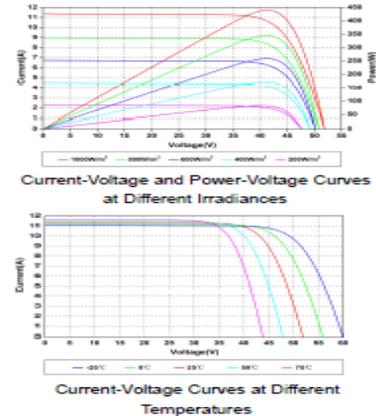
PACKAGING	
Standard packaging	31pcs/pallet
Module quantity per 20' container	155pcs
Module quantity per 40' container	682pcs

**ENGINEERING DRAWINGS**



Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

**IV CURVES**



La elección de este tipo de panel y de esta marca, ha sido una elección por el servicio post venta, oficina técnica y garantía ofertada. La característica económica y técnica en cuanto componentes y rendimientos no ha sido determinante, pero la opción a anteriormente citada ha sido muy influyente en la decisión de optar por este modelo y marca, ya que estas características son importantes en la vida y uso del material en cuestión. Dado que, ante cualquier problema, duda o aclaración tanto en su instalación como en su comportamiento durante su uso, la marca fabricante accede a resolver estas cuestiones.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 4.2 FICHA HUAWEI SUN 2000-40 KTL-M3 22 kW

SUN2000-30/36/40KTL-M3  
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
<b>Eficiencia</b>			
Máxima eficiencia	93.7%		
Eficiencia europea ponderada	93.4%		
<b>Entrada</b>			
Tensión máxima de entrada <sup>1</sup>	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación <sup>2</sup>	200 V – 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
<b>Salida</b>			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG – 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		
<b>Características y protecciones</b>			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí		
Protección anti-ida	Sí		
Protección contra sobrintensidad de CA	Sí		
Protección contra polaridad inversa CC	Sí		
Monitorización a nivel de string	Sí		
Descargador de sobretensiones de CC	Sí		
Descargador de sobretensiones de CA	Sí		
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí		
Monitorización de corriente residual	Sí		
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí		
Control del receptor Ripple	Sí		
Recuperación PID integrada	Sí		
<b>Comunicación</b>			
Display	Indicadores LED, WLAN integrado – FusionSolar APP		
RS485	Sí		
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)		
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)		
<b>Especificaciones generales</b>			
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)		
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)		
Nivel de Ruido	< 46 dB		
Rango de temperaturas en operación	-25 – + 60 °C (-13 °F – 140 °F)		
Ventilación	Convección natural		
Máx. Altitud de operación	0 – 4,000 m (13,123 ft.)		
Humedad relativa	0% RH – 100% RH		
Conector de CC	Staabi MC4		
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/OT		
Grado de Protección	IP 65		
Tipología	Sin transformador		
Consumo de energía durante la noche	< 5.5W		
<b>Compatibilidad con optimizador</b>			
Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-ES0W-P		
<b>Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)</b>			
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50538, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683		
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N1016, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3/RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C15/11, MEA, Resolution No.7, NRS 087-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA		

1. El voltaje de entrada máxima en el lado superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto podría causar un fallo catastrófico.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30-40KTL-M3 acciona a por separado con la tensión entre la PV y tierra a través de un dispositivo de protección de aislamiento (PDI) con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo P (mono, pól, tipo H, bifacial, HIT).

© HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

SUN2000-30/36/40KTL-M3  
**Smart PV Controller**



**Inteligente**

Monitorización a nivel de string



**Eficiente**

Eficiencia máxima del  
98.7%



**Seguro**

Diseño sin fusibles



**Confiable**

Descargadores de sobretensión  
tipo II de CC y CA

La elección de este modelo, aparte de porque sus características técnicas se adaptan perfectamente a los cálculos eléctricos y de las necesidades energéticas que se necesitan en las instalaciones de la nave agrícola, se debe a que la marca elegida, y en especial este modelo, poseen una asistencia técnica remota para la gestión del inversor, tanto durante su uso como para la configuración inicial, permitiendo la gestión de datos de forma remota. La marca elegida nos ofrece un soporte técnico y de garantía del producto, así como la posibilidad de una conexión remota desde su servicio técnico para saber que error o que fallo nos puede estar dando este elemento.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 4.3 CERTIFICADO INVERSOR



## Certificado de conformidad

<b>Solicitante:</b>	<b>Huawei Technologies Co., Ltd</b> Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, P.R. China		
<b>Producto:</b>	<b>SOLAR INVERTER</b>		
<b>Modelo:</b>	<b>SUN2000-15KT-M3</b>	<b>SUN2000-30KT-M3</b>	
	<b>SUN2000-17KT-M3</b>	<b>SUN2000-36KI-M3</b>	
	<b>SUN2000-20KT-M3</b>	<b>SUN2000-40KT-M3</b>	
	<b>SUN2000-23KT-M3</b>	<b>SUN2000-42KT-M3</b>	

Certificamos que los inversores de conexión a la red citados en este documento cumplen con la normativa española sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.  
En concreto, cumplen las exigencias de seguridad de las personas y de la instalación previstas en el Real Decreto 1699/2011 y Real Decreto 661/2007, mediante el empleo de técnicas equivalentes a un transformador de aislamiento galvánico.  
Estos inversores incorporan una unidad de monitorización de corriente residual (en inglés RCMU: Residual Current Monitoring Unit), sensible a todas las corrientes de fuga, que actúa con un umbral de respuesta de 30 mA. Los relés de corriente alterna desconectan de forma segura la red en caso de fallo. Disponen además de un dispositivo de control de aislamiento y un detector de tierra en el lado de la corriente continua, antes de la conexión a red. Estas funciones han sido probadas y certificadas según la norma DIN V VDE V 0126-1-1:2006-02.  
La corriente continua inyectada en la red de distribución por el inversor es inferior al 0,5% del valor eficaz de la corriente nominal de salida, medida tal como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica".  
El tiempo de reconexión de los inversores es de al menos 3 minutos conforme a la norma IEC 61727:2001, una vez que los parámetros de la red vuelven a estar dentro de los márgenes permitidos. No existe la posibilidad de que los usuarios puedan modificar los valores de ajuste de las protecciones mediante software. Los equipos disponen de protección frente al funcionamiento en isla.

**Bases de certificación:**  
RD413:2014, RD 1699-2011, RD661-2007, DIN V VDE V 0126-1-1:2006-02 (seguridad funcional, monitorización de corriente residual), nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

<b>Número de informe:</b>	<b>PVSP200511N092</b>	<b>Programa de certificación:</b>	<b>NSOP-0032-DEU-ZE-V01</b>
<b>Número de certificado:</b>	<b>U20-0936</b>	<b>Fecha:</b>	<b>2020-11-25</b>



**Organismo de certificación**  
Thomas Lammel



Deutsche  
Akreditierungsstelle  
D-ZE-12024-01-00

Organismo de certificación de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH Acreditado con arreglo a la normativa europea DIN EN ISO/IEC 17065  
Una representación parcial del certificado requiere la aprobación por escrito de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

**BUREAU VERITAS**  
Consumer Products Services Germany GmbH

Dahlteckerring 40, 22419 Hamburg, Germany  
Tel.: +49 40 74041-0

cps-hamburg@de.bureauveritas.com  
www.bureauveritas.de/cps

Certificado expedido por OCA autorizada en España para comercialización y distribución de este elemento de la instalación diseñada en este proyecto, dado el cumplimiento de la normativa exigida y legislación vigente.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### 4.4 CERTIFICADO “CE” INVERSOR

	
<b>Número de certificado de producto</b>	<b>20467-CER</b>
<b>Solicitante</b>	Huawei Technologies Co., Ltd. Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, P.R.China
<b>Series</b>	HUAWEI SUN2000L / SUN2000
<b>Modelos</b>	Ver página 2
<b>Firmware</b>	Inversor: V100R001, Registrador de datos inteligente (Smart data logger): V300R001 / V200R002 / V100R001 / V100R002
<b>Tipo de unidad generadora</b>	Inversor solar + Registrador de datos inteligente + Sensor de potencia inteligente (Para la familia de inversores SUN2000-3-10KTL, SUN2000-12KTL, SUN2000-17KTL, SUN2000-20KTL, SUN2000-33KTL-A, SUN2000-36KTL y SUN2000-60KTL) Inversor solar + Sensor de potencia inteligente (Para la familia de inversores SUN2000L-2-5KTL y SUN2000-2-5KTL-L0)
<b>Datos técnicos</b>	Ver páginas 3-8
<b>Norma</b>	<b>Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.</b> Acogido a régimen de autoconsumo. Conforme a Anexo I. <b>UNE 217001 IN: 2015: Requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.</b>
<p>Después de haber evaluado los informes de ensayo número: 20216-1-TR-E1, 20216-4-TR-E1, 20216-6-TR-E1 realizados por Certification Entity for Renewable Energies, S.L (acreditados por A2LA con N° 5314.01) y basado en los requisitos de EN ISO/IEC 17025:2005.</p> <p>La solución antes mencionada cumple con los requisitos del <b>Real Decreto 244/2019</b>, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.</p> <p>Acogido a régimen de autoconsumo. Conforme a Anexo I y <b>UNE 217001 IN: 2015: Requisitos y ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución.</b></p> <p>Esta certificación se basa en el proceso interno de PET-CERE-09 Rev 25 basado en los requisitos de la norma EN ISO/IEC 17065:2012. Para este proceso de certificación, las actividades que fueron evaluadas en conformidad con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos sobre muestra seleccionada por CERE.</li> <li>• Sistema de calidad conforme ISO 9001 en base a certificado con número: FM 669363 emitido por un cuerpo de certificación acreditado conforme a EN ISO/IEC 17021.</li> <li>• Inspección del proceso de fabricación.</li> </ul> <p>Este certificado cancela y sustituye al certificado número 20298-CER-E1 emitido el día 01 de agosto de 2019</p>	
<p>En Madrid, 8 de Abril de 2020. Este certificado es válido hasta el 7 de Julio de 2022</p>	
<p>Miguel Martínez Lavin Certification Manager</p>	

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 4.5 FICHA HUAWEI SMARTLOGGER 3000<sup>a</sup> MODULO BLUETOOTH INVERSOR

SmartLogger3000A



### Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



### Seguro

Fácil de instalar en el sitio



### Fiable

Protección contra sobretensiones

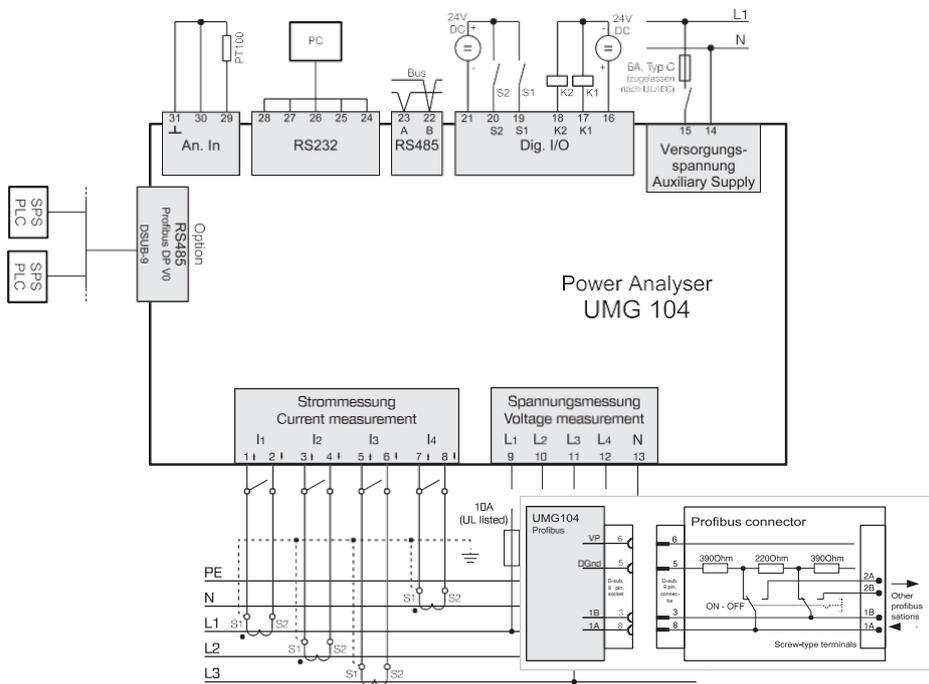
Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A
<b>Gestión de dispositivos</b>	
Max. Número de dispositivos manejables	80
<b>Interfaz de comunicación</b>	
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC
2G / 3G / 4G <sup>1</sup>	LTE(FDD) : B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz <sup>2</sup>
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)
<b>Protocolo de comunicación</b>	
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645
<b>Interacción</b>	
LED	LED Indicator x 3 - RUN, ALM, 4G
WEB	Web incrustada
USB	USB 2.0 x 1
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio
<b>Ambiente</b>	
Rango de temperatura de operación	-40°C - 60°C
Temperatura de almacenaje	-40°C - 70°C
Humedad relativa (sin condensación)	5% - 95%
Max. Altitud de operación	4,000 m
<b>Alimentación</b>	
Fuente de alimentación de CA	100 V - 240 V, 50 Hz / 60 Hz
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)
Peso	2 kg
Grado de protección	IP20
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa

<sup>1</sup> Al poner dentro de la caja de red, se necesitará antena extendida.

<sup>2</sup> Para recomendada lista y datos de parámetros en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### 4.6 FICHA JANITZA REGULADOR



"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

	UMG 104			UMG 104P	
Item number	52.20.001	52.20.003	52.20.005	52.20.002	52.20.006
Item number (UL)	52.20.201	-	-	52.20.202	-
Supply voltage AC	95 ... 240 V AC	50 ... 110 V AC	20 ... 55 V AC	95 ... 240 V AC	20 ... 55 V AC
Supply voltage DC	135 ... 340 V DC	50 ... 155 V DC	20 ... 77 V DC	135 ... 340 V DC	20 ... 77 V DC
<b>Communication</b>					
<b>Interfaces</b>					
RS485: 9.6 - 921.6 kbps (Screw-type terminal)	•	•	•	•	•
RS232: 9.6 - 115.2 kbps (Screw-type terminal)	•	•	•	•	•
Profibus DP: Up to 12 Mbps (DSUB-9-socket)	-	-	-	•	•
	UMG 104			UMG 104P	
Item number	52.20.001	52.20.003	52.20.005	52.20.002	52.20.006
Item number (UL)	52.20.201	-	-	52.20.202	-
Supply voltage AC	95 ... 240 V AC	50 ... 110 V AC	20 ... 55 V AC	95 ... 240 V AC	20 ... 55 V AC
Supply voltage DC	135 ... 340 V DC	50 ... 155 V DC	20 ... 77 V DC	135 ... 340 V DC	20 ... 77 V DC
<b>Communication</b>					
<b>Interfaces</b>					
RS485: 9.6 - 921.6 kbps (Screw-type terminal)	•	•	•	•	•
RS232: 9.6 - 115.2 kbps (Screw-type terminal)	•	•	•	•	•
Profibus DP: Up to 12 Mbps (DSUB-9-socket)	-	-	-	•	•
Number of tariffs				8	
<b>Recording of the mean values</b>					
Voltage, current / actual and maximum	•				
Active, reactive and apparent power / actual and maximum	•				
Frequency / actual and maximum	•				

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## **Anejo 5. Gestión de residuos**

5.1 Antecedentes y marco legal

5.2 Identificación de los residuos en la obra

5.3 Producción y gestión de los residuos

5.4 Medidas para la prevención de residuos en la obra

5.5 Medidas para la separación de los residuos en la obra

5.6 Valorización del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición

### **5.1 ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL.**

El Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición supone la primera normativa básica y específica a nivel estatal en materia de Residuos de Construcción y Demolición cuyo objetivo consiste en el establecimiento de unos requisitos mínimos de gestión de dichos residuos promoviendo los procesos de prevención, reutilización, reciclado, valorización, tratamiento y eliminación.

En este sentido, el presente anexo caracteriza la gestión de los residuos producidos por los trabajos de instalación incluidos en el proyecto, describiéndose en la memoria las características de dicha instalación.

De acuerdo con el RD 105/2008 que regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, se presenta este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4.1 del RD, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos generados en obra, con arreglo a la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada de residuos, en Tn y m<sup>3</sup>
- Estimación de la cantidad generada de residuos peligrosos, en Tn y m<sup>3</sup>
- Medidas para la prevención y minimización de residuos de obra.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos que se generen en la obra.
- Destino previsto para los residuos no reutilizables "in situ".
- Pliego de Condiciones Particulares.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCD, que formará parte del presupuesto del proyecto.
- Planos.

### **5.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA.**

La identificación de todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra han sido codificados con arreglo a la Orden MAM 304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. También se ha establecido una clasificación de los residuos generados según los tipos de materiales de los que están compuestos, dando lugar a los siguientes grupos:

- Tierras y pétreos de excavación. De acuerdo al artículo 3.1.a del RD 105/2008 estarán exentas de ser consideradas residuos: "Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización".

- Residuos inertes. Este grupo se encuentra dividido en dos tipos de residuos diferentes según su composición:
  - De naturaleza no pétreo.
  - De naturaleza pétreo.
- Residuos potencialmente peligrosos y otros. Cualquier residuo que pueda ser considerado peligroso.

A continuación, en la tabla 13, y de acuerdo a esta clasificación, aparecen identificados los residuos de construcción y demolición que van a ser generados durante la instalación:

10.1.1.1 CODIGO	10.1.1.2 RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION
De naturaleza no pétreo	
17.02.01	Madera
17.02.03	Plástico

Tabla 13: Residuos generados durante la instalación de las placas fotovoltaicas

### 5.3 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.

En este apartado se va realizar una estimación de la cantidad, expresada en kilogramos y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición identificados en el apartado anterior. Para realizar esta estimación se van a diferenciar los RCD generados en la construcción (Tabla 14).

NATURALEZA		Peso	Volumen	Tratamiento
17.02.01	Madera	100 kg	0,38 m <sup>3</sup>	REUTILIZADO
17.02.03	Plástico	1 kg	0,00133 m <sup>3</sup>	RECICLADO

Tabla 14: volumen de residuos generados y tratamiento

### 5.4 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.

En la lista anterior puede apreciarse que los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no pétreo (Cartón y plástico).

Estos residuos pertenecen a los embalajes de los módulos fotovoltaicos y el inversor, que una vez finalizada la obra se depositan en los contenedores establecidos a tal efecto para cada uno de ellos.

La estructura soporte es de bloques de hormigón prefabricados, por lo que no existe obra civil.

### 5.5 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Dado que las cantidades de residuos de construcción estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## **5.6 VALORIZACION DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION.**

El coste previsto para la manipulación de los residuos de construcción demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## **Anejo 6. Estudio básico de seguridad y salud**

6.1 Antecedentes y objeto

6.2 Memoria informativa

6.3 Memoria descriptiva

### **6.1 ANTECEDENTES Y OBJETO**

Según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad en las obras de construcción, es preceptivo un Estudio Básico de Seguridad de todas aquellas obras de construcción o ingeniería civil en las que no se dé ninguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea superior o igual a 450.759,07 Euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

La obra de "Instalación fotovoltaica de autoconsumo de 20 kW en "nave agrícola" no se encuentra englobada en ninguno de estos supuestos, por lo que se realiza un Estudio Básico de Seguridad y Salud. A continuación, se reflejan las medidas más importantes que se deben observar en la ejecución de la instalación objeto del presente Proyecto.

### **6.2 MEMORIA INFORMATIVA**

- Trabajos cuya intervención es objeto de la prevención de riesgos laborales.

En esta fase se engloban todos aquellos trabajos necesarios para el desarrollo de la obra y su adecuación como centro de trabajo.

- Acondicionamiento de terreno.

Se incluyen los trabajos que hacen referencia al movimiento de tierras, tales como explanaciones, transportes, vaciados, terraplenados, compactados, zanjas y pozos a desarrollar con medios manuales y/o mecánicos. En el presente proyecto, no existe Obra civil, dado que la instalación se realiza sobre canalización superficial.

- Instalación eléctrica.

Colocación para el abastecimiento eléctrico de conductores y demás elementos.

- servicios de urgencia y sanitarios próximos.

La empresa Contratista Principal, contará con servicios de urgencia y primeros auxilios acordes a la naturaleza y cantidad de trabajadores previstos para la realización de los trabajos, y dispondrá en lugar visible de las direcciones y teléfonos de los Servicios de Urgencia siguientes:

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

nombre / dirección	teléfono	distancia
--------------------	----------	-----------

<b>AMBULATORIOS</b>			
<b>HOSPITALES</b>			
<b>CRUZ ROJA</b>		<b>SE RELLENARÁ EN EL PLAN DE SEGURIDAD</b>  • ESTARA PRESENTE Y VISIBLE EN OBRA	
<b>AMBULANCIAS</b>			
<b>TAXIS</b>			
<b>POLICIA</b>			
<b>GUARDIA CIVIL</b>			

- servicio medico

La empresa o empresas contratadas contarán con servicio médico propio o mancomunado o de contratación externa.

- seguridad para terceros

Es necesario separar las zonas de obra respecto al recinto, por lo que se vallará y señalizará convenientemente.

- servicios sanitarios comunes.

Se incluye en este apartado lo establecido en el artículo 5.2 a) del Real Decreto 1.627 / 97 sobre instalaciones sanitarias del Centro de Trabajo.

Las instalaciones de servicios sanitarios y comunes de la obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en el anexo V del Real Decreto 486 / 97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El diseño de estas instalaciones es contrario a las prácticas que permiten la dispersión de los trabajadores en pequeños grupos repartidos por la obra y que es causa frecuente del aumento de riesgos de difícil control, falta de limpieza en la obra y aseo deficiente de las personas.

Las instalaciones provisionales para trabajadores se alojarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

El Coordinador de Seguridad y/o la empresa adjudicataria decidirán conveniencia de otras instalaciones como Comedor, Oficina y Almacén

- botiquines.

Existirá un botiquín cuya ubicación se señalará oportunamente y cuyo contenido mínimo será el siguiente (indicado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1.971):

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Agua oxigenada	Gasa estéril	Analgésicos	Amoniaco
Alcohol de 96º	Algodón hidrófilo	Tónicos cardiacos	Antiespasmódicos
Tintura de iodo	Vendas	Torniquete	Termómetro clínico
Mercurocromo	Esparadrapo	Guantes esterilizados	

En caso de ser necesario su reaprovisionamiento, el encargado de la obra dará cuenta al contratista y al Coordinador de Seguridad y Salud de esta necesidad, siendo el contratista o la persona por él designada la persona encargada de llevar a efecto el reaprovisionamiento.

- medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquines: 1 botiquín con las especificaciones anteriores

Su localización mediante señalización será toda la necesaria y siempre visible desde cualquier punto de la obra.

Será reaprovisionado siempre que sea necesario, avisando al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Asistencia a accidentados

Avisar al coordinador de seguridad y salud.

Rellenar parte de accidentes (el coordinador de Seguridad).

### 6.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

ORGANIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE LOS MEDIOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA, Y QUE SON LOS SIGUIENTES:

- Transporte e instalación, en su caso, de casetas prefabricadas de obra para vestuarios, servicios higiénicos. Se incluyen las acometidas necesarias de agua y luz.
- Vallado de la zona afectada por las obras
- Colocación de señalización de obra y vial.

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD PREVIO AL INICIO DE LOS TRABAJOS

- Formar e informar a los trabajadores de los riesgos y medidas preventivas y correctoras a adoptar en la realización de los trabajos.
- Nombramiento del Encargado de Seguridad de la obra.
- Cerciorarse del estado de los terrenos y de las zonas donde se va a trabajar.
- Instalación de la señalización necesaria.
- Vigilar la entrada y acopio de materiales y herramientas.
- Revisar el estado de las herramientas, desechando las que no estén en perfecto estado.
- Revisar y controlar el estado y la recepción de los EPI a los trabajadores

DURANTE LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS

- Controlar el uso de los EPI.
- Utilización de la maquinaria y vehículos por personal competente y autorizado.
- El Coordinador de Seguridad y en su ausencia, el Encargado de Seguridad de la Obra, vigilará que los trabajadores adoptan las medidas preventivas concretadas.
- Al descubrir cualquier tipo de conducción subterránea, se paralizarán los trabajos

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

avisando a la Dirección de Obra para que dicte las acciones a seguir.

#### NORMAS DE CARÁCTER ESPECIFICO

- La potencia instalada para la maquinaria y herramienta de obra será acorde a las necesidades que se presenten, contratándose con la empresa suministradora.
- Toda instalación eléctrica a nivel del terreno se realizará enterrada bajo tubo rígido, mientras que en la nave será fijada a las paredes a 2 m. de altura, cuidando de revisar el estado de las mangueras, enchufes y demás aparataje

#### EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA

- Instalación eléctrica de obra con protección diferencial de media sensibilidad (300 mA).
- Herramientas eléctricas con doble aislamiento / toma de tierra

#### EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

- Casco de seguridad clase "N" homologado.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera metálica, homologadas.
- Ropa de trabajo (mono o pantalón y chaquetilla).
- Guantes de loneta.
- Cinturón lumbar contra sobre esfuerzos para manutención de piezas, homologado.
- Uso obligatorio de casco.

#### SEÑALIZACION

- Uso obligatorio de botas.
- Localización equipo primeros auxilios (botiquín).
- Situación equipo primeros auxilios.
- Lista completa direcciones y teléfonos servicios de urgencia.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

### **3. PLANOS**

Nº1 Localización y situación

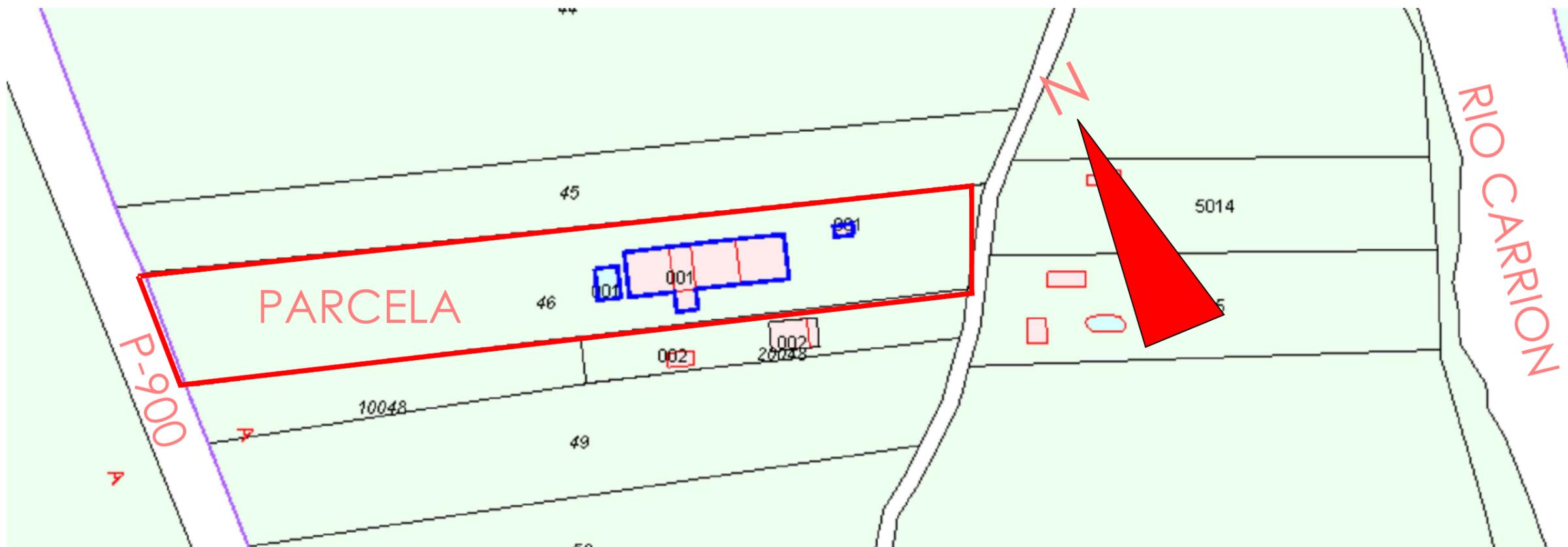
Nº2 Emplazamiento en parcela

Nº3 Distribución de módulos

Nº4 Series electrificación de paneles

Nº5 Esquema unifilar

Nº6 Detalles conexión de equipos



E: 1/5000

PARCELA Nº 46 POLIGONO 507 VILLAMURIEL DE CERRATO ( PALENCIA)  
 REF CATASTRAL 001000100UM74E001XA  
 SUP. TOTAL PARCELA 6060 M2/ SUP CUBIERTA UTIL 285 M2



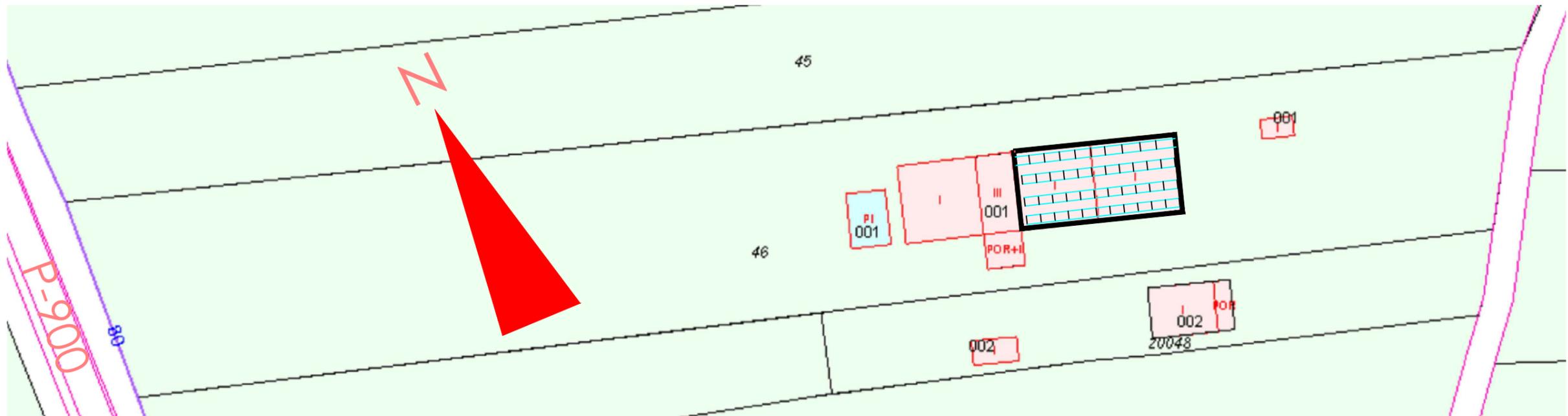
SITUACION

E: 1/10.000

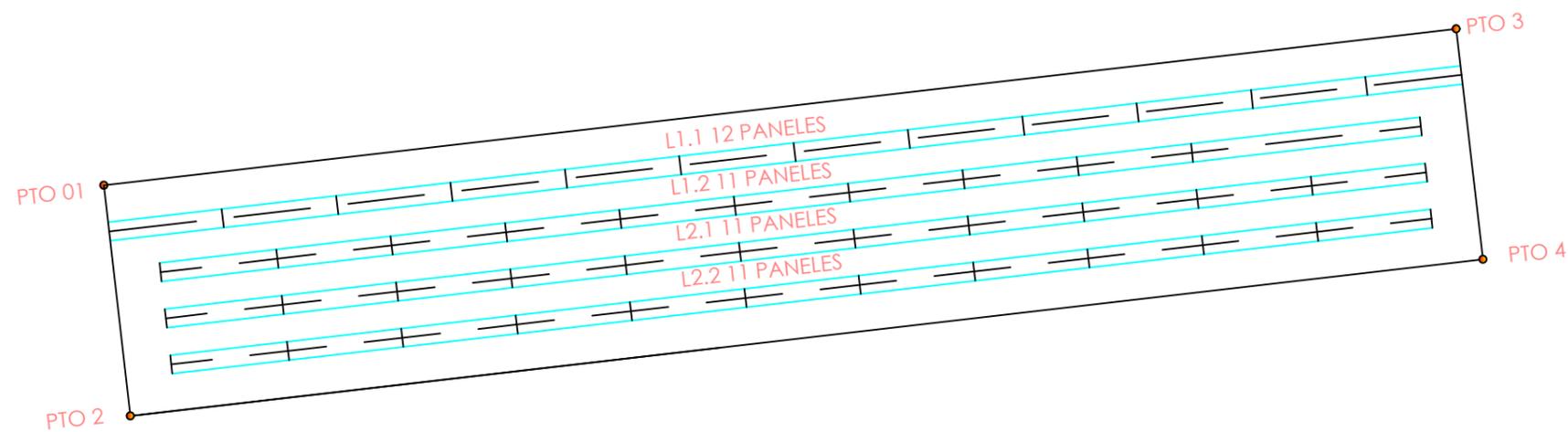


E: 1/1000

<b>Proyecto</b> <i>Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)</i>	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	Hoja 1/6	Código Plano REV 0.0	Escala S/E
		Sistema ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	Identificación PLANO.DOC 3	Fase TFG
<b>Titular</b> JJC TIERRA Y SEMILLAS S.L	<b>Designación</b> LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		
FDO: _____ ; Colegiado Nº: _____				



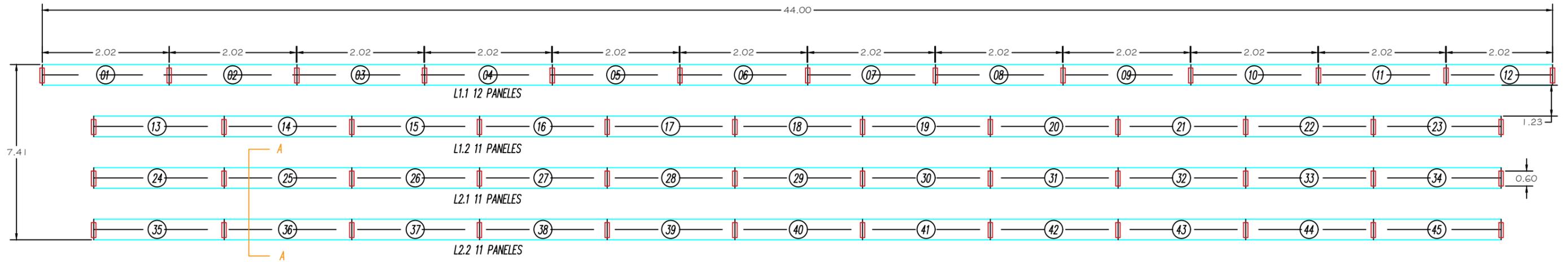
E: 1/500



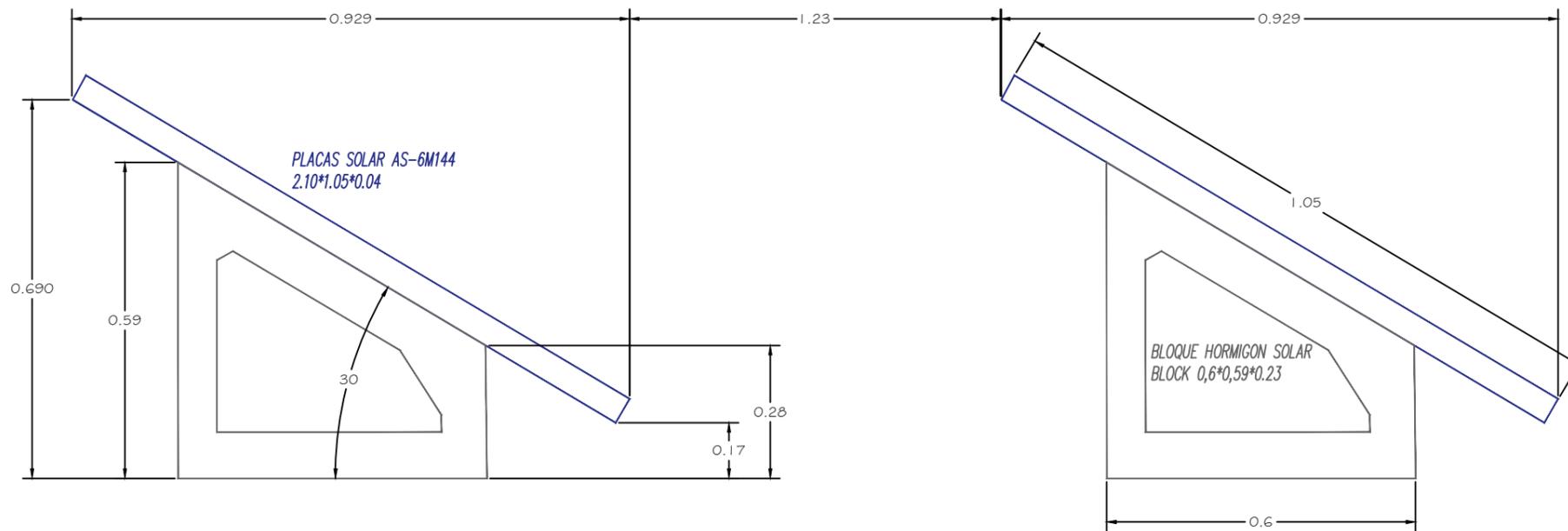
### SUPERFICIE CUBIERTA UTIL

COORDENADAS UTM 30 UTRS 29		
PTO.	X	Y
1.	377840,0613	4647655,3466
2.	377769,7013	4647655,3466
3.	377840,0613	4647655,3466
4.	377771,2616	4647655,3466

<b>Proyecto</b> <i>Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)</i>	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Hoja</b> 2/6	<b>Código Plano</b> REV 0.0	<b>Escala</b> 1/500
		<b>Sistema</b> ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	<b>Identificación</b> Código de archivo: PLANO.DOC 3	<b>Fase</b> TFG
<b>Titular</b> JJC TIERRA Y SEMILLAS S.L.	<b>Designación</b> EMPLAZAMIENTO PARCELA	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		
		FDO: _____ ; Colegiado N°: _____		



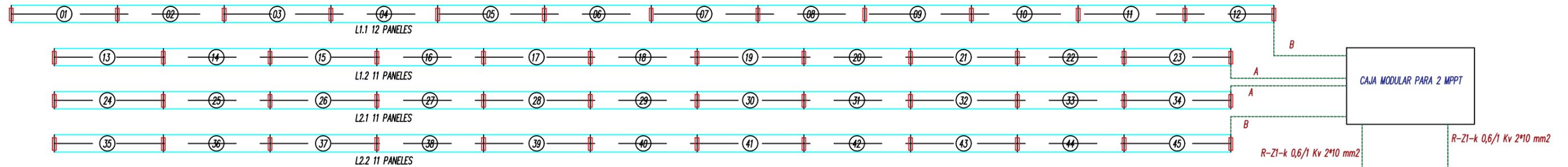
TOTAL 45 PANELES SOLARES  
Y 49 BLOQUES DE HORMIGON



SEC A-A E:1/5

<b>Proyecto</b> Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Hoja</b> 3/6	<b>Código Plano</b> REV 0.0	<b>Escala</b> 1/100
		<b>Sistema</b> ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	<b>Identificación</b> Código de archivo: PLANO.DOC 3	<b>Fase</b> TFG
<b>Titular</b> JJC TIERRA Y SEMILLAS S.L	<b>Designación</b> DISTRIBUCION MODULOS	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		

A = cable solar ZZP 1,8 K Vdc Cu 2 (1\*4 mm<sup>2</sup>) + 1\*4 Tmm<sup>2</sup>  
 B = cable solar ZZP 1,8 K Vdc Cu 2 (1\*6 mm<sup>2</sup>) + 1\*6 Tmm<sup>2</sup>



CIRCUITO	Nº PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial	
								C.d.t (v)	%
Serie 11-final	11	459,41	6,96	3220	3300	74	6	4,74	0,67
Serie 11	11	459,41	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,54
Serie 12-final	12	501,1	7,69	3512	3600	74	6	4,74	0,71
Serie 11	11	459,41	6,96	3220	3300	40	4	3,85	0,58

CÁLCULOS PANELES A CAJA MODULAR 2 MPPT

CIRCUITO	N PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial	
								C.d.t (v)	%
String1 - Inversor 20KVA	22	459.1	14	6440	6600	120	10	5,77	0,81
CIRCUITO	N PANELES	TENSION (v)	INTENSIDAD (AMPERIOS)	P=V*I (w)	P (w) Paneles	L m	Sección mm	C.d.t - Parcial	
String2 - Inversor 20KVA	23	459.1	14,66	6732	6900	120	10	5,77	0,81

CÁLCULOS A CUADRO TÉCNICO SOLAR

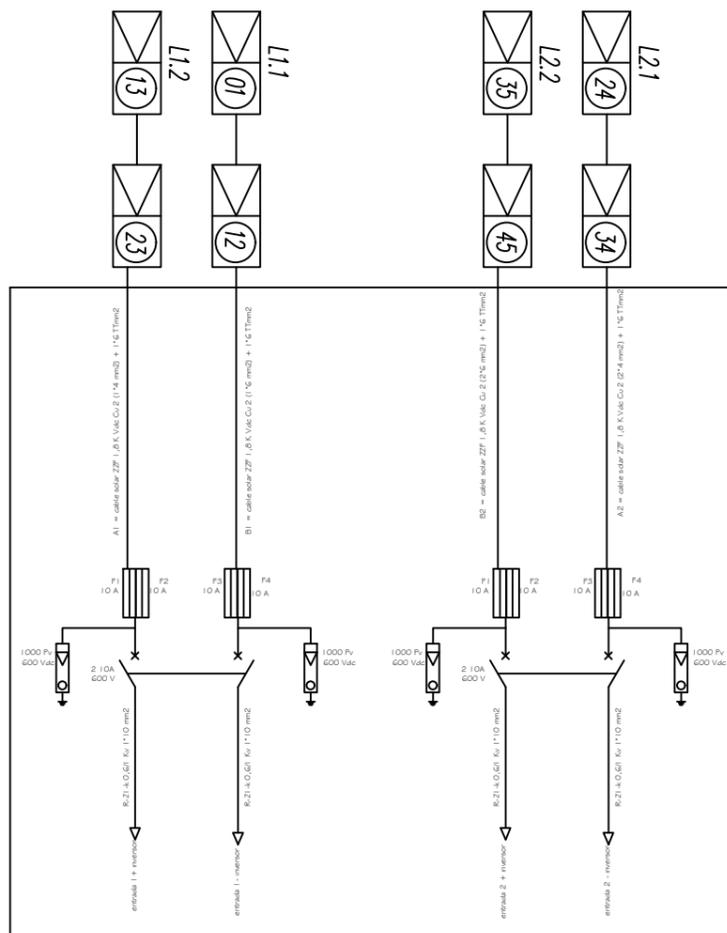
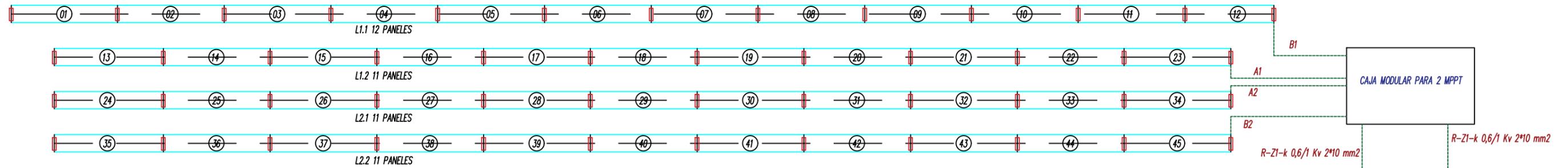
CIRCUITO	Pcal	Un	L	In	Método Instalación	ladm	Coef.	Reducc	Imax	C.d.t		
	W	V	m	A						cdt v	%	
Inversor 20KVA-Cuadro Protecciones	20.000	400	2	50	RZ1-K-Bajo Tubo	(4x16)	91	1	1,25	115	0,09	0,02
Cuadro Protecciones-CGBT	22.000	400	6	55	RZ1-K-Bajo Tubo	(4x16)	91	1	1,25	115	0,36	0,09

CIRCUITO	P	V	I	Conductor		Nº Polos	In	Regulación	In
	W	V	A	Sección	Imax		A	In	A
Inversor 20KVA-Cuadro Protecciones	20.000	400	50	16	91	IV	115	0,85	91
Cuadro Protecciones-CGBT	22.000	400	55	16	91	IV	115	1	91

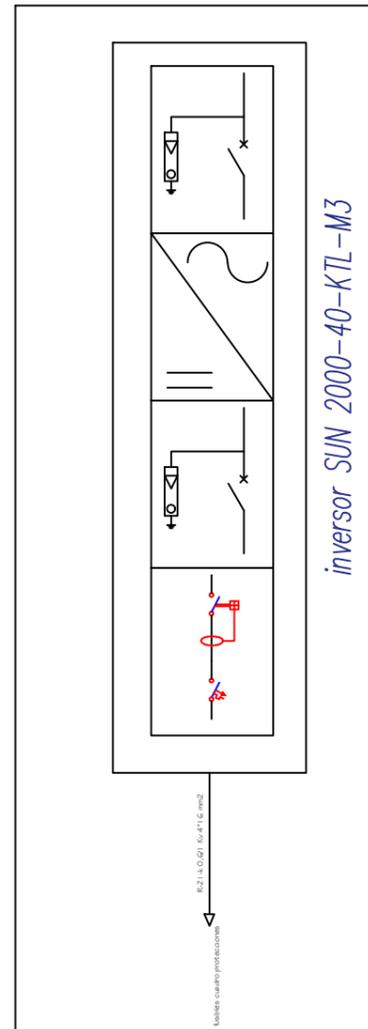
CÁLCULOS A CUADRO DE PROTECCIONES Y A CUADRO DE INSTALACIÓN NAVE (CGBT)

<b>Proyecto</b> Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	Hoja 4/6	Código Plano REV 0.0	Escala 1/100
		Sistema ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	Identificación TFG	Fase
		Código de archivo: PLAND.DOC 3		
<b>Titular</b> J.J.C. TIERRA Y SEMILLAS S.L.	<b>Designación</b> SERIES ELECTRIFICACIÓN PANELES	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		
FDO: _____ : Colegiado Nº: _____				

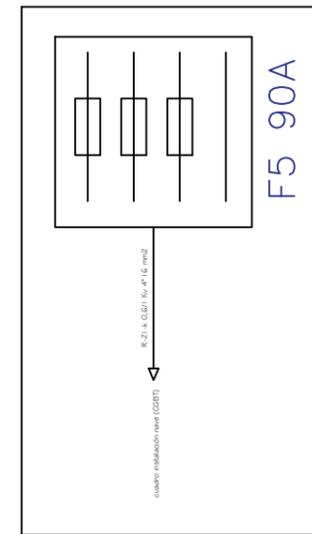
A = cable solar ZZF 1,8 K Vdc Cu 2 (1\*4 mm<sup>2</sup>) + 1\*4 Tmm<sup>2</sup>  
 B = cable solar ZZF 1,8 K Vdc Cu 2 (1\*6 mm<sup>2</sup>) + 1\*6 Tmm<sup>2</sup>



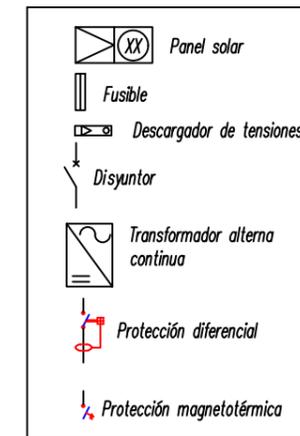
CAJA MODULAR PARA 2 MPPT



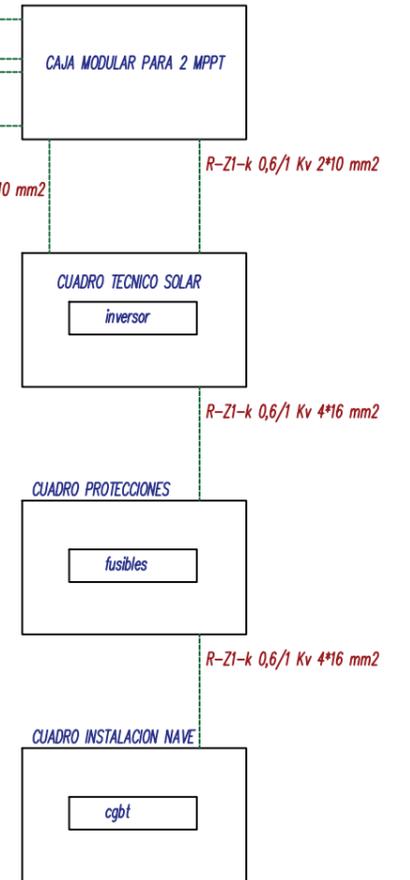
CUADRO TÉCNICO SOLAR



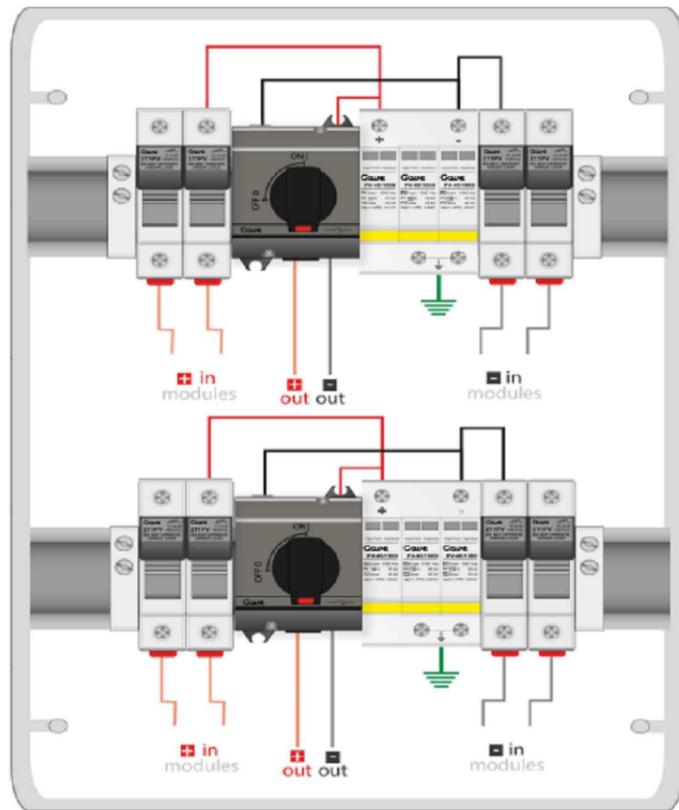
CUADRO PROTECCIONES



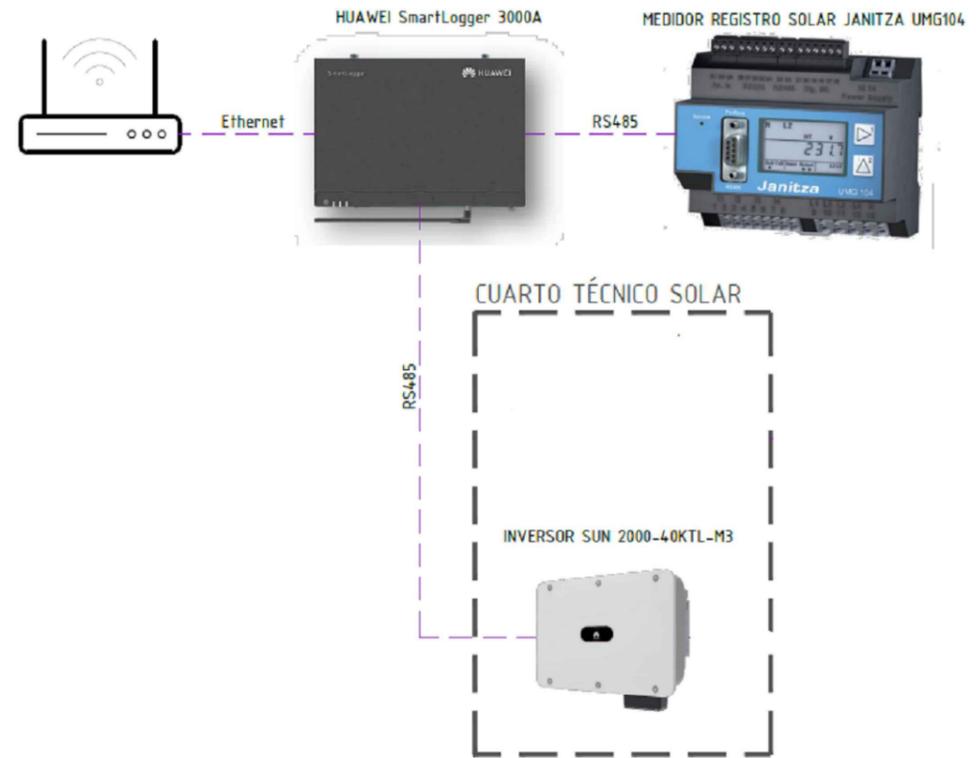
LEYENDA UNIFILAR



<b>Proyecto</b> Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Hoja</b> 5/6	<b>Código Plano</b> REV 0.0	<b>Escala</b> 1/100
		<b>Sistema</b> ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	<b>Identificación</b> TFG	<b>Fase</b> TFG
		<b>Código de archivo:</b> PLAND.DOC 3		
<b>Titular</b> J.J.C. TIERRA Y SEMILLAS S.L.	<b>Designación</b> ESQUEMA UNIFILAR	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		
<b>FDO:</b> _____		<b>Colegiado N°:</b> _____		



CAJA MODULAR PARA 2 MPPT



DETALLE CONEXIÓN COMUNICACIÓN ELEMENTOS



HUAWEI SmartLogger 3000A



INVERSOR SUN 2000-40KTL-M3



BASE FUSIBLES TETRAPOLAR



MEDIDOR REGISTRO SOLAR JANITZA UMG104

ELEMENTOS CONTROL INSTALACION

<b>Proyecto</b> Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Situación</b> Villamuriel de Cerrato (Palencia)	<b>Hoja</b> 6/6	<b>Código Plano</b> REV 0.0	<b>Escala</b> S/E
		<b>Sistema</b> ING. FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL	<b>Identificación</b> TFG	<b>Código de archivo:</b> PLAND.DOC 3
<b>Titular</b> J.J.C. TIERRA Y SEMILLAS S.L.	<b>Designación</b> DETALLE CONEXIÓN EQUIPOS	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ETSIIAA de PALENCIA Departamento de Ingeniería		
<b>FDO:</b> _____		<b>Colegiado N°:</b> _____		

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## **4. PLIEGO DE CONDICIONES**

### 4.1 Cláusulas administrativas

4.1.1 Disposiciones generales

4.1.2 Disposiciones facultativas

4.1.3 Disposiciones económicas

### 4.2 condiciones técnicas particulares

4.2.1 Prescripción sobre los materiales

4.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra

**El presente trabajo y en este apartado, se basa y se traslada a este documento la legislación vigente, en relación a la redacción de “pliego de condiciones”**

El articulado de este Documento Básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28/03/2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23/10/2007)
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE 25/01/2008)
- Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11/03/2010)
- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo (BOE 22/04/2010)
- Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/07/2010)
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27/12/2019) - Real Decreto 450/2022, de 14 de junio (BOE 15/06/2022)

Se refiere el presente pliego de condiciones a las exigencias que deben reunir los materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas que nos referimos, así como por las que han de regirse el contratista-instalador autorizado, o en su caso, quien corresponda para la ejecución correcta y terminación de las mismas.

Las cláusulas referidas a calidad de materiales, normas de instalación, seguridad en el trabajo, y en general todas las de índole, son inalterables.

Las cláusulas de índole económica son susceptibles de modificación, por voluntad expresa de ambas partes, que se reflejará en el oportuno contrato anexo.

Los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que previenen los documentos que componen este proyecto, o que determinen en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

Toda la obra, montaje o instalación, se ejecutará con sujeción al presente Pliego de Condiciones y demás documentos del proyecto, así como a los detalles e instrucción que oportunamente facilite el Técnico-Director de la misma.

La interpretación del proyecto en su más amplio sentido, corresponde al autor del mismo y subsidiariamente al Técnico-Director de la obra, montaje o instalación.

El autor facilitará en todo momento las aclaraciones que pudieran resultar precisas para la buena marcha de las mismas.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa y especificaciones del presente proyecto.

## **4.1 Cláusulas administrativas**

### **4.1.1 Disposiciones generales**

Artículo 1. El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto arquitectónico, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al ingeniero y al aparejador o ingeniero técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Documentación del contrato de obra

Artículo 2. Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2º El pliego de condiciones particulares.
- 3º El presente pliego general de condiciones.
- 4º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **4.1.2 Disposiciones facultativas**

Artículo 3. Ámbito de aplicación de la Ley de Ordenación de la Edificación

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o ingeniero y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero, ingeniero técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

#### EL PROMOTOR

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

#### EL PROYECTISTA

Artículo 4. Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero, ingeniero técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

#### EL CONSTRUCTOR

Artículo 5. Son obligaciones del constructor:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o ingeniero técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- l) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar al aparejador o ingeniero técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra, a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

#### EL DIRECTOR DE OBRA

Artículo 6. Corresponde al director de obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero, ingeniero técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

adaptan a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

- f) Coordinar, junto al aparejador o ingeniero técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- g) Comprobar, junto al aparejador o ingeniero técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Artículo 7. Corresponde al aparejador o ingeniero técnico la dirección de la ejecución de la obra, que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del ingeniero y del constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al ingeniero.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado

#### EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

#### LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Artículo 8. Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

#### VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 9. Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Artículo 10. El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del aparejador o ingeniero técnico de la dirección facultativa.

#### PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD

Artículo 11. El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el ingeniero o aparejador de la dirección facultativa.

#### OFICINA EN LA OBRA

Artículo 12. El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el ingeniero.

- a) La licencia de obras.
- b) El libro de órdenes y asistencias.
- c) El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.
- d) El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- e) El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- f) La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

#### REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

Artículo 13. El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

Artículo 14. El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero o al aparejador o ingeniero técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Artículo 15. Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total del presupuesto en más de un 10%.

#### INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Artículo 16. El constructor podrá requerir del ingeniero o del aparejador o ingeniero técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del aparejador o ingeniero técnico como del ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Artículo 17. Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero o del aparejador o ingeniero técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO

Artículo 18. El constructor no podrá recusar a los ingenieros, aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### FALTAS DEL PERSONAL

Artículo 19. El ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos,

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

#### SUBCONTRATAS

Artículo 20. El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

#### DAÑOS MATERIALES

Artículo 21. Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

#### RESPONSABILIDAD CIVIL

Artículo 22. La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

#### CAMINOS Y ACCESOS

Artículo 23. El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El aparejador o ingeniero técnico podrá exigir su modificación o mejora.

#### REPLANTEO

Artículo 24. El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador o ingeniero técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el ingeniero, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

#### INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 25. El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquellos señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero y al aparejador o ingeniero técnico del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

#### ORDEN DE LOS TRABAJOS

Artículo 26. En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

#### FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

Artículo 27. De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa

#### AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Artículo 28. Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Artículo 29. Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del ingeniero. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

Artículo 30. El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Artículo 31. Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el ingeniero o el aparejador o ingeniero técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

#### DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

Artículo 32. De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al ingeniero; otro, al aparejador; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### TRABAJOS DEFECTUOSOS

Artículo 33. El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador o ingeniero técnico, ni

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador o ingeniero técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero de la obra, quien resolverá.

#### VICIOS OCULTOS

Artículo 34. Si el aparejador o ingeniero técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

#### MATERIALES Y APARATOS. SU PROCEDENCIA

Artículo 35. El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al aparejador o ingeniero técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

Artículo 36. A petición del ingeniero, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

#### MATERIALES NO UTILIZABLES

Artículo 37. El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el aparejador o ingeniero técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Artículo 38. Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero a instancias del aparejador o ingeniero técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Artículo 39. Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Artículo 40. Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

Artículo 41. En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción

#### ACTA DE RECEPCIÓN

Artículo 42. La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (ingeniero) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos 30 días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

#### RECEPCIÓN PROVISIONAL

Artículo 43. Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del ingeniero y del aparejador o ingeniero técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

#### DOCUMENTACIÓN FINAL

Artículo 44. El ingeniero, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad.

Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, que ha de ser encargado por el promotor y será entregado a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

##### a) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el CTE se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio de ingenieros.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### b) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

#### c) CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

#### MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Artículo 45. Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el aparejador o ingeniero técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el ingeniero con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el artículo 6 de la LOE).

#### PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 46. El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

#### CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Artículo 47. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### RECEPCIÓN DEFINITIVA

Artículo 48. La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 49. Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el ingeniero director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

Artículo 50. En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del ingeniero director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### **4.1.3 Disposiciones económicas**

#### PRINCIPIO GENERAL

Artículo 51. Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago

#### FIANZAS

Artículo 52. El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

#### EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Artículo 54. Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### DEVOLUCIÓN DE FIANZAS

Artículo 55. La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

#### DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Artículo 56. Si la propiedad, con la conformidad del ingeniero director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

#### DE LOS PRECIOS

##### COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Artículo 57. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

##### COSTES DIRECTOS

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

##### COSTES INDIRECTOS

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

##### GASTOS GENERALES

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

##### BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

##### PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

##### PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio. PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Artículo 58. En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualesquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

#### PRECIOS CONTRADICTORIOS

Artículo 59. Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el ingeniero y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Artículo 60. Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

Artículo 61. En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y, en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

#### REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Artículo 62. Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

#### ACOPIO DE MATERIALES

Artículo 63. El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

### ADMINISTRACIÓN

Artículo 64. Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Artículo 65, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista. se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio ingeniero director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él.

### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Artículo 66. Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del ingeniero director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

### LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 67. Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el aparejador o ingeniero técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

#### ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Artículo 68. Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o ingeniero técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

Artículo 69. No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al ingeniero director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Artículo 70. Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al ingeniero director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el ingeniero director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

#### RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

Artículo 71. En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

### FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Artículo 72. Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- a) Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- b) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del ingeniero director.

Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

1. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
2. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

### RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

Artículo 73. En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el aparejador.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el ingeniero director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del ingeniero director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el ingeniero director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por cien que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el ingeniero director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Artículo 74. Cuando el contratista, incluso con autorización del ingeniero director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del ingeniero director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Artículo 75. Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

1. Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
2. Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
3. Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el ingeniero director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

#### ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Artículo 76. Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

## PAGOS

Artículo 77. Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

## ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Artículo 78. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- a) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el ingeniero director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- b) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- c) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

## INDEMNIZACIONES MUTUAS

### INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 79. La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

### DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## VARIOS

### MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA.

Artículo 76. No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el ingeniero director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES

Artículo 77. Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del ingeniero director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### SEGURO DE LAS OBRAS

Artículo 78. El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Además, se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la LOE.

#### CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Artículo 79. Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el ingeniero director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

#### USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Artículo 80. Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

#### PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

#### GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Artículo 81. El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la LOE (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda, según disposición adicional segunda de la LOE), teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 1 año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 3 años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el artículo 3 de la LOE.

- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante 10 años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio

## **4.2 Condiciones técnicas particulares**

### **4.2.1 Prescripción sobre los materiales**

#### CONDICIONES GENERALES

##### Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

##### Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### Artículo 3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

##### Artículo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Ingenieros en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

##### Artículo 1. Instalaciones eléctricas

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

#### CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT- 06.

#### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

#### TUBOS PROTECTORES

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

#### CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizarán siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

#### APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

#### APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C.

Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser "puros", cuando cada uno de los circuitos vaya alojado en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

#### PUNTOS DE UTILIZACIÓN

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m<sup>2</sup> de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

#### PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500x500x3 mm o bien mediante electrodos de 2 m de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 ohmios.

#### CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la instrucción ITC-BT-13, artículo 1.1. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la instrucción ITC-BT-16 y la norma u homologación de la compañía suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.

Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m, y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m, según la instrucción ITC-BT-16, artículo 2.2.1.

El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-14.

Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberán instalar de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC-BT- 27, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

#### Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha. Grado de protección IPX7. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. No se permiten mecanismos. Aparatos fijos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

#### Volumen 1

Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo y el plano vertical alrededor de la bañera o ducha. Grado de protección IPX4; IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo e IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12 V de valor eficaz en alterna o de 30 V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos alimentados a MBTS no superior a 12 Vca ó 30 Vcc.

#### Volumen 2

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 1, el plano horizontal y el plano vertical exterior a 0,60 m y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo. Grado de protección igual que en el volumen 1. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha. No se permiten mecanismos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Aparatos fijos igual que en el volumen 1.

#### Volumen 3

Limitado por el plano vertical exterior al volumen 2, el plano vertical situado a una distancia 2,4 m de éste y el suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m de él. Grado de protección IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos. Cableado limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. Se permiten como mecanismos las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 ma. Se permiten los aparatos fijos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 ma.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los

1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.

Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.

Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobreintensidades, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.

Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

#### Artículo 2. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### **4.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra**

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, serán reconocidas por el Técnico-Director o persona en quien esta delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por su mala calidad, falta de protección, aislamiento, etc., y otros defectos, no se estimarán admisibles por aquel, se retirarán inmediatamente. Este reconocimiento previo de materiales, no constituye su recepción definitiva, y el Técnico-Director podrá quitar aquellos que presenten algún defecto no percibido anteriormente, aún a costa, si fuese preciso, de deshacer la obra, montaje o instalación con ellos ejecutada. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de estas obligaciones, no cesará mientras no sean recibidas definitivamente, los trabajos en que aquellos se hayan empleado.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales o elementos o partes de la obra, montaje o instalación se ordenen por el técnico-Director de la misma, que serán ejecutadas por el laboratorio que designe la dirección, siendo los gastos que se ocasionen por cuenta de la contrata.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para B.T. así como las correspondientes Normas

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial o en su defecto, las Normas UNE, especificadas para cada uno de ellos.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

El contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente toda la obra, montaje o instalación y cuantas órdenes le sean dadas por el Técnico-Director, entendiéndose que deben entregarse completamente en su totalidad, especialmente en lo que respecta a estética, detalles, acabado, mediciones y demás comprobaciones que afecten a este compromiso.

Si a juicio del citado Técnico-Director hubiese alguna parte de la obra, montaje o instalación mal ejecutada, tendrá el contratista obligación de volverlas a ejecutar cuantas veces sea preciso, hasta que quede a satisfacción de aquel, no siendo motivo estos aumentos de trabajo, para pedir indemnización de ningún género.

Si en el transcurso del trabajo fuese necesario ejecutar cualquier clase de modificación o variación que no estuviese especificado en el presente proyecto, el contratista está obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que al objeto reciba del Técnico-Director o en su caso la propiedad, estableciéndose, si es preciso, los correspondientes precios contradictorios de las nuevas unidades, de acuerdo a las fluctuaciones que hayan surgido en el mercado en ese periodo de tiempo.

No podrá el contratista hacer por sí alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización del Técnico-Director o bien por expreso acuerdo con la propiedad, pero siempre con arreglo a las prescripciones exigidas en los Reglamentos citados.

El contratista es el único responsable de la ejecución de la obra, montaje o instalación que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante las ejecuciones.

Si el contratista causase algún desperfecto, tendrá que restaurarlo por su cuenta, dejándolo en estado que lo encontró al comienzo de las obras.

Adoptará igualmente, las medidas necesarias para evitar desprendimientos de materiales, herramientas, que puedan herir o maltratar a alguna persona.

Al terminarse la obra, montaje o instalación, se practicará en ella un detenido reconocimiento de lo realizado por el Técnico-Director, Propiedad y con presencia del contratista o su representante. De lo que resulte, se levantará acta, empezando a contar ese día el plazo de garantía que se establecerá si la obra, montaje o instalación se encontrase en estado de ser admitida. Si no fuese así, se reflejarán en el acta o contrato las anomalías observadas, fijando un plazo para subsanar los defectos, y al finalizar dicho plazo se realizará una nueva inspección de la misma.

A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el presupuesto, en los cuales están incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones, y el importe de los derechos fiscales con que se hallan gravados por el estado, Provincia o Municipio; además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el presente proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

A la finalización de la instalación, el responsable del proyecto y por consiguiente de la dirección de obra, emitirá un certificado donde se acredite que toda la instalación se ha realizado de acuerdo con el presente proyecto. Igualmente, si se hubiera realizado, por razones que responsable hubiere considerado oportunas sobre el proyecto original, este lo hará constar mediante certificado. Todo ello de acuerdo con los modelos en vigor que dictamine la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Durante la ejecución de la presente instalación, el técnico director de la instalación, llevará un libro de órdenes debidamente registrado, donde anotará las órdenes y observaciones realizadas al instalador durante las preceptivas visitas de supervisión y dirección de obra efectuadas a la instalación durante su ejecución.

Siempre que se intervenga en la instalación, cualquiera que sea la causa, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en el presente proyecto. Cuando se ejecute cualquier tipo de labor en la instalación (mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo) se tendrá que comprobar el estado general de la instalación, Todas estas labores deberán quedar reflejadas en el libro de mantenimiento de la instalación.

El contratista dará comienzo a las obras tan pronto como reciba las órdenes del Técnico- Director o en su caso la propiedad y de acuerdo con los plazos legales establecidos. La obra, montaje o instalación deberá seguir el ritmo que determine el Técnico-Director o propiedad, con objeto de que estén terminados en el plazo previsto, que empezará a contarse a partir de la formalización del contrato.

La garantía será el que medie entre la recepción provisional y la definitiva. Tendrá una duración de 6 meses contados desde la recepción provisional, y cubrirá todas las anomalías que puedan presentarse y que no sean debidas a daños causados por terceros o a un deficiente manejo de la instalación.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía de igual manera que en la recepción provisional. A partir de esta recepción definitiva, si bien, cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos defectos inherentes a la normal conservación de la obra, montaje o instalación, subsistirán las responsabilidades que pudieran alcanzarle por defecto oculto o deficiencia de causa dolosa.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 5. MEDICIONES

La realización de esta capítulo íntegramente, se realiza completamente con el software TOLKTEC, para la generación de presupuestos, mediciones, partidas y descripción de unidades características en instalaciones eléctricas de baja tensión.

Nº	DESCRIPCION	Cant.
	<b>CAPITULO 01 ESTRUCTURA</b>	
01.1	UD. Modulo fotovoltaico monocristalino AS-6M 144-HC de 450 Wp, de alta eficiencia de conversión de módulos de hasta 21,27% mediante el uso de un innovador diseño de media celda y tecnología de celda de barras múltiples (MBB), coeficiente de baja temperatura y excelente rendimiento a alta temperatura y condiciones de poca luz, con marco de aluminio robusto que asegura que los módulos soporten cargas de viento de hasta 2400Pa y cargas de nieve de hasta 5400Pa. Alta fiabilidad frente a condiciones ambientales extremas (paso de niebla salina, pruebas de amoníaco y granizo). Resistencia a la degradación potencial inducida (PID), con certificaciones AIEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, CQC .ISO 9001: 2015: sistema de gestión de la calidad .ISO 14001: 2015: sistema de gestión ambiental , de las características expuestas en el proyecto, completamente montada e instalada.	45 u.
01.2	Ud. Soporte Solarbloc a 30° de 71.3 kg con geometría y masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, de las siguientes características: Inclinación: 30° Altura1: 58,94 cm Altura2: 26,03 cm Largo: 60,04 cm Ancho: 23,50 cm Composición HM-20 Completamente montado e instalado	49 u.
01.3	Ud. Herrajes de sujeción pieza de hormigón y panel solar, completamente montado e instalado.	340 u.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nº	DESCRIPCION	Cant.
	<b>CAPITULO 02 ELECTRICIDAD</b>	
02.1	Ud. Inversor Huawei SUN2000-40KTL-M3 trifásico de conexión a red, con una eficiencia del 98,7% cuenta con una potencia de 20.000W y 22.000VA, así como una intensidad de salida nominal de 21,2A y una máxima intensidad de salida de 24,5A, incorpora 2 MPPT y se caracterizan por trabajar a un rango de tensión entre 200V y 500V y por contar con un máximo de 4 entradas. Al disponer de 2 MPPT permiten la instalación de los en cuatro grupos de forma que cada uno de los grupos se pueden instalar con diferente inclinación o en grupos diferenciados por motivos varios, el inversor maximiza la eficiencia de los grupos. Equipo completamente montado e instalado.	1 u
02.2	Ud. Monitorización Smart Logger 2000A Huawei, este Smart Logger monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica, Completamente montado, instalado y configurado.	1 u
02.3	Ud. de medida Solar-Log TM, marca Jabtza, modelo UMG104, incluso líneas de alimentación y transformadores de intensidad. Completamente montado, instalado y configurado	1 u
02.4	Ud. caja de conexión Solartec PV 2MPPT+2 STR compuesta por 4 entradas y dos salidas, conteniendo 8 bases de fusibles, 2 equipos de sobretensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 2 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	1 u
02.5	Ud. caja de conexión Solartec 2 STR compuesta por 2 entradas y 1 salida, conteniendo 4 bases de fusibles, 1 equipos de sobre- tensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 1 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	4 u
02.6	Ud. Conector MC4 Hembra (Positivo-Negativo) Multi-Contact PV-KBT4/6II (32.0016P0001-UR) para conexión de sistema fotovoltaico, compatible con cables de 4 o 6 mm <sup>2</sup> con un diámetro comprendido entre 5,5 y 9 mm. Completamente montado e instalado.	30 u
02.7	m Suministro y colocación de bandeja de rejilla de acero de 60 mm de anchura y 35 mm de altura, con protección superficial, con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. La bandeja portacables está compuesta de varillas electro soldadas en malla que proporcionan una gran resistencia y elasticidad. Fabricada según normativa internacional IEC 61537. con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Completamente montada e instalada según REBT, ITC-BT-21.	70 m
02.8	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase 5 para servicio móvil (-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de 90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	220 m
02.9	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase 5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de 90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11	220 m

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nº	DESCRIPCION	Cant.
02.10	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase 5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de 90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m
02.11	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase 5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de 90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m
02.12	m Cableado formado por conductor unipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 750v de tipo H07Z1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT:.	258 m
02.13	Ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm y 2 m de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotermia, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	2 u
02.14	m Línea eléctrica de conexión monofásica 2x16 de sección, sobre canalización enterrada (no incluida), formada por conductor multipolar de cobre, con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE) y cubierta en PVC, para una tensión nominal de 0,6/1kV, de conductor tipo RV y clase de reacción al fuego Eca, conforme a EN 50575:2014+A1:2016 (CPR CE EU-305/2011). Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	250 m
02.15	m Cableado desconexión, en sistema trifásico, formado por conductor multipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 4x16 mm <sup>2</sup> +TT de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	10 u
02.16	Ud. Cuadro general de protección instalado a la salida de los inversores, conteniendo un bloque vigi SE LV429211 MH NSX 100/160P para la salida de cada uno de los inversores y un interruptor general de 4P-32A, con protección diferencial., instalado en armario de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.	1 u

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 6. PRESUPUESTO

### 6.1 Cuadro de precios N° 1

Nº	DESCRIPCION	Cant.	PU sin IVA
	<b>CAPITULO 01 ESTRUCTURA</b>		
01.1	UD. Modulo fotovoltaico monocristalino AS-6M 144-HC de 450 Wp, de alta eficiencia de conversión de módulos de hasta 21,27% mediante el uso de un innovador diseño de media celda y tecnología de celda de barras múltiples (MBB), coeficiente de baja temperatura y excelente rendimiento a alta temperatura y condiciones de poca luz, con marco de aluminio robusto que asegura que los módulos soporten cargas de viento de hasta 2400Pa y cargas de nieve de hasta 5400Pa. Alta fiabilidad frente a condiciones ambientales extremas (paso de niebla salina, pruebas de amoníaco y granizo). Resistencia a la degradación potencial inducida (PID), con certificaciones AIEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, CQC .ISO 9001: 2015: sistema de gestión de la calidad .ISO 14001: 2015: sistema de gestión ambiental , de las características expuestas en el proyecto, completamente montada e instalada.	45 u.	118,39
01.2	Ud. Soporte Solarbloc a 30° de 71.3 kg con geometría y masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, de las siguientes características: Inclinación: 30° Altura 1: 58,94 cm Altura 2: 26,03 cm Largo: 60,04 cm Ancho: 23,50 cm Composición HM-20 Completamente montado e instalado	49 u.	26,52
01.3	Ud. Herrajes de sujeción pieza de hormigón y panel solar, completamente montado e instalado.	340 u.	0,95

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 6.2 Cuadro de precios Nº 2

Nº	DESCRIPCION	Cant.	PU sin IVA
	<b>CAPITULO 02 ELECTRICIDAD</b>		
02.1	Ud. Inversor Huawei SUN2000-40KTL-M3 trifásico de conexión a red, con una eficiencia del 98,7% cuenta con una potencia de 20.000W y 22.000VA, así como una intensidad de salida nominal de 21,2A y una máxima intensidad de salida de 24,5A, incorpora 2 MPPT y se caracterizan por trabajar a un rango de tensión entre 200V y 500V y por contar con un máximo de 4 entradas. Al disponer de 2 MPPT permiten la instalación de los en cuatro grupos de forma que cada uno de los grupos se pueden instalar con diferente inclinación o en grupos diferenciados por motivos varios, el inversor maximiza la eficiencia de los grupos. Equipo completamente montado e instalado.	1 u	2473,17
02.2	Ud. Monitorización Smart Logger 2000A Huawei, este Smart Logger monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica, Completamente montado, instalado y configurado.	1 u	459,46
02.3	Ud. de medida Solar-Log TM, marca Jabtza, modelo UMG104, incluso líneas de alimentación y transformadores de intensidad. Completamente montado, instalado y configurado	1 u	498,51
02.4	Ud. caja de conexión Solartec PV 2MPPT+2 STR compuesta por 4 entradas y dos salidas, conteniendo 8 bases de fusibles, 2 equipos de sobretensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 2 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	1 u	242,47
02.5	Ud. caja de conexión Solartec 2 STR compuesta por 2 entradas y 1 salida, conteniendo 4 bases de fusibles, 1 equipos de sobretensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 1 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	4 u	125,02
02.6	Ud. Conector MC4 Hembra (Positivo-Negativo) Multi-Contact PV-KBT4/6II (32.0016P0001-UR) para conexión de sistema fotovoltaico, compatible con cables de 4 o 6 mm <sup>2</sup> con un diámetro comprendido entre 5,5 y 9 mm. Completamente montado e instalado.	30 u	1,89
02.7	m Suministro y colocación de bandeja de rejilla de acero de 60 mm de anchura y 35 mm de altura, con protección superficial, con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. La bandeja portacables está compuesta de varillas electro soldadas en malla que proporcionan una gran resistencia y elasticidad. Fabricada según normativa internacional IEC 61537. con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Completamente montada e instalada según REBT, ITC-BT-21.	70 m	3,24
02.8	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil (-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de 90°C,	220 m	0,53

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

	Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.		
02.9	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11	220 m	0,53
02.10	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m	0,78
02.11	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m	0,78
02.12	m Cableado formado por conductor unipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 750v de tipo H07Z1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT:.	258 m	0,53
02.13	Ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm y 2 m de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotermia, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	2 u	145,90
02.14	m Línea eléctrica de conexión monofásica 2x16 de sección, sobre canalización enterrada (no incluida), formada por conductor multipolar de cobre, con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE) y cubierta en PVC, para una tensión nominal de 0,6/1kV, de conductor tipo RV y clase de reacción al fuego Eca, conforme a EN 50575:2014+A1:2016 (CPR CE EU-305/2011). Totalmente instala- da; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	250 m	5,42
02.15	m Cableado desconexión, en sistema trifásico, formado por conductor multipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 4x16 mm <sup>2</sup> +TT de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	10 u	44,70

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

02.16	Ud. Cuadro general de protección instalado a la salida de los inversores, conteniendo un bloque vigi SE LV429211 MH NSX 100/160P para la salida de cada uno de los inversores y un interruptor general de 4P-32A, con protección diferencial., instalado en armario de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.	1 u	1494,26
-------	---	-----	---------

### 6.3 Cuadro de precios Nº 3

Nº	DESCRIPCION	Cant.
	<b>CAPITULO 03 SEGURIDAD Y SALUD</b>	
03.01	Ud. Redacción de estudio básico de seguridad e higiene en la ejecución de la obra, considerando la redacción, supervisión y firma del presente documento, así como la realización de dirección facultativa durante la ejecución de la obra. Elaboración de acta y registro de visita, así como acta y registro de las sucesivas reunión informativas y formativas del presente estudio. Realización administrativa ante junta general de apertura y cierre de obra con el registro del libro de seguridad y salud	1 u.

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 6.4 Presupuestos parciales

Nº	DESCRIPCION	Cant.	PU sin IVA	IVA	PVP sin IVA
	<b>CAPITULO 01 ESTRUCTURA</b>				
01.1	UD. Modulo fotovoltaico monocristalino AS-6M 144-HC de 450 Wp, de alta eficiencia de conversión de módulos de hasta 21,27% mediante el uso de un innovador diseño de media celda y tecnología de celda de barras múltiples (MBB), coeficiente de baja temperatura y excelente rendimiento a alta temperatura y condiciones de poca luz, con marco de aluminio robusto que asegura que los módulos soporten cargas de viento de hasta 2400Pa y cargas de nieve de hasta 5400Pa. Alta fiabilidad frente a condiciones ambientales extremas (paso de niebla salina, pruebas de amoníaco y granizo). Resistencia a la degradación potencial inducida (PID)., con certificaciones AIEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, CQC .ISO 9001: 2015: sistema de gestión de la calidad .ISO 14001: 2015: sistema de gestión ambiental , de las características expuestas en el proyecto, completamente montada e instalada.	45 u.	118,39	21%	5327,55
01.2	Ud. Soporte Solarbloc a 30º de 71.3 kg con geometría y masa necesaria para contrarrestar los efectos del viento y los agentes externos, de las siguientes características: Inclinación: 30º Altura 1: 58,94 cm Altura 2: 26,03 cm Largo: 60,04 cm Ancho: 23,50 cm Composición HM-20 Completamente montado e instalado	49 u.	26,52	21%	1299,48
01.3	Ud. Herrajes de sujeción pieza de hormigón y panel solar, completamente montado e instalado.	340 u.	0,95	21%	323,00

TOTAL, CAPITULO 01 ESTRUCTURA: SEIS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS Y TRES CENTIMOS (6.950,03 €)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nº	DESCRIPCION	Cant.	PU sin IVA	IVA	PVP sin IVA
	<b>CAPITULO 02 ELECTRICIDAD</b>				
02.1	Ud. Inversor Huawei SUN2000-40KTL-M3 trifásico de conexión a red, con una eficiencia del 98,7% cuenta con una potencia de 20.000W y 22.000VA, así como una intensidad de salida nominal de 21,2A y una máxima intensidad de salida de 24,5A, incorpora 2 MPPT y se caracterizan por trabajar a un rango de tensión entre 200V y 500V y por contar con un máximo de 4 entradas. Al disponer de 2 MPPT permiten la instalación de los en cuatro grupos de forma que cada uno de los grupos se pueden instalar con diferente inclinación o en grupos diferenciados por motivos varios, el inversor maximiza la eficiencia de los grupos. Equipo completamente montado e instalado.	1 u	2473,17	21%	2473,17
02.2	Ud. Monitorización Smart Logger 2000A Huawei, este Smart Logger monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica, Completamente montado, instalado y configurado.	1 u	459,46	21%	459,46
02.3	Ud. de medida Solar-Log TM, marca Jabtza, modelo UMG104, incluso líneas de alimentación y transformadores de intensidad. Completamente montado, instalado y configurado	1 u	498,51	21%	498,51
02.4	Ud. caja de conexión Solartec PV 2MPPT+2 STR compuesta por 4 entradas y dos salidas, conteniendo 8 bases de fusibles, 2 equipos de sobretensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 2 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	1 u	242,47	21%	242,47
02.5	Ud. caja de conexión Solartec 2 STR compuesta por 2 entradas y 1 salida, conteniendo 4 bases de fusibles, 1 equipos de sobre- tensión clase II tensión máxima de 1000 Vdc y 1 seccionadores de salida. Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT	4 u	125,02	21%	500,08
02.6	Ud. Conector MC4 Hembra (Positivo-Negativo) Multi-Contact PV-KBT4/6II (32.0016P0001-UR) para conexión de sistema fotovoltaico, compatible con cables de 4 o 6 mm <sup>2</sup> con un diámetro comprendido entre 5,5 y 9 mm. Completamente montado e instalado.	30 u	1,89	21%	56,70
02.7	m Suministro y colocación de bandeja de rejilla de acero de 60 mm de anchura y 35 mm de altura, con protección superficial, con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. La bandeja portacables está compuesta de varillas electro soldadas en malla que	70 m	3,24	21%	226,80

## "Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

	proporcionan una gran resistencia y elasticidad. Fabricada según normativa internacional IEC 61537. con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Completamente montada e instalada según REBT, ITC-BT-21.				
02.8	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil (-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	220 m	0,53	21%	116,60
02.9	m Cable solar de 1x4 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11	220 m	0,53	21%	116,60
02.10	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Negro, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m	0,78	21%	333.84
02.11	m Cable solar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección y color Rojo, sobre canalización (no incluida), formada por conductores unipolares Exzhellent Solar ZZ-F(AS) 1.8 Kv DC--0,6/1Kv Ac, conductor estañado clase5 para servicio móvil(-F), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos, conforme norma UNE-EN 60332-1-2, UNE-EN 50226-2-4, UNE-EN 50267: UNE-EN 61034-2, con temperatura máxima de servicio permanente de90°C, Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	428 m	0,78	21%	333,84
02.12	m Cableado formado por conductor unipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 750v de tipo H07Z1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, no propagador de la llama ni del	258 m	0,53	21%	136,74

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

	incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT:.				
02.13	Ud. Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D=14,3 mm y 2 m de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> hasta una longitud de 20 metros, uniones mediante soldadura aluminotermia, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT, ITC-BT-18 e ITC-BT-26.	2 u	145,90	21%	291,80
02.14	m Línea eléctrica de conexión monofásica 2x16 de sección, sobre canalización enterrada (no incluida), formada por conductor multipolar de cobre, con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE) y cubierta en PVC, para una tensión nominal de 0,6/1kV, de conductor tipo RV y clase de reacción al fuego Eca, conforme a EN 50575:2014+A1:2016 (CPR CE EU-305/2011). Totalmente instalada; i/p.p. de conexiones y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07, ITC-BT-09 e ITC-BT-11.	250 m	5,42	21%	1350,00
02.15	m Cableado desconexión, en sistema trifásico, formado por conductor multipolar de cobre aislado para una tensión nominal de 0,6/1kV de tipo RZ1-K (AS) B2ca-s1b, d1, a1 de 4x16 mm <sup>2</sup> +TT de sección, no propagador de la llama ni del incendio, con baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de la combustión, instalado sobre canalización. Totalmente realizado; i/p.p. de conexiones. Conforme a REBT: Cableado conforme UNE-EN 60332-1-2-3 y UNE 21123-4; con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	10 u	44,70	21%	447,00
02.16	Ud. Cuadro general de protección instalado a la salida de los inversores, conteniendo un bloque vigi SE LV429211 MH NSX 100/160P para la salida de cada uno de los inversores y un interruptor general de 4P-32A, con protección diferencial., instalado en armario de doble aislamiento con puerta con grado de protección IP40-IK08, Instalado, conexionado y rotulado; según REBT.	1 u	1494,26	21%	1494,26

TOTAL, CAPITULO 02 ELECTRICIDAD: NUEVE MIL OCHENTA Y DOS EUROS Y OCHENTA Y SIETE CENTIMOS (9.082,87 €)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

Nº	DESCRIPCION	Cant.	PU sin IVA	IVA	PVP sin IVA
	<b>CAPITULO SEGURIDAD Y SALUD</b>				
03.01	Ud. Redacción de estudio básico de seguridad e higiene en la ejecución de la obra, considerando la redacción, supervisión y firma del presente documento, así como la realización de dirección facultativa durante la ejecución de la obra. Elaboración de acta y registro de visita, así como acta y registro de las sucesivas reunión informativas y formativas del presente estudio. Realización administrativa ante junta general de apertura y cierre de obra con el registro del libro de seguridad y salud.	1 u.	224,46	21%	271,60

TOTAL CAPITULO 03 SEGURIDAD Y SALUD: DOSCIENTOS VEINTI CUATRO EUROS Y CUARENTA Y SEIS CENTIMOS ( 224,46 €)

"Proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo sin vertido en una nave agrícola situada en el municipio de Villamuriel de Cerrato (Palencia)"

## 6.5. Presupuesto general y resumen general de presupuesto

El presupuesto general que se obtiene en el presente proyecto, a partir del capítulo de mediciones y presupuestos parciales, es de:

Capítulo 1: ESTRUCTURA	6.950,03 €
Capítulo 2: ELECTRICIDAD	9.082,87 €
<b>TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>16.032,9 €</b>

Obteniéndose un precio de ejecución de material (PEM) de DIECISEIS MIL CON TREINTA Y DOS EUROS Y NOVENTA CENTIMOS (16.032,90 €) para la ejecución de unidades de obra por parte del contratista.

El resumen general del presupuesto de este proyecto contempla:

P.E.M.	16.032,90 €
Gastos generales (16% P.E.M)	2.565,26 €
Beneficio Industrial (6% P.E.M)	961,97 €
Plan de seguridad y salud (1,4% P.E.M)	224,46 €
IVA (21 %)	4154,76 €
<b>TOTAL, EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>23.939,35 €</b>

Obteniéndose un coste final de ejecución de obra de VEINTE Y TRES MIL NOVECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS Y TREINTA Y CINCO CENTIMOS (23.939,35 €) impuestos incluidos, para el abono por parte del promotor del proyecto.