

**MEMORIA VALORADA:**

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DESTINADA A AUTOCONSUMO  
CONECTADA A RED EN:  
HOTEL DE MONTAÑA**

**62,7 kWp EN RUBIELOS DE MORA**



**ABRIL 2019**

6 de FEBRERO de 2019

---

## Contenido

<b>1.- OBJETO</b> .....	5
<b>2.- ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>3.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PROPUESTA</b> .....	8
<b>4.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN</b> .....	9
4.1. AHORRO .....	9
4.2. ANÁLISIS .....	10
4.2.1. CUADRO DE AMORTIZACIÓN .....	10
4.2.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) .....	11
4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	12
4.2.4. ANÁLISIS PAY-BACK .....	12
4.2.5. ANÁLISIS LCOE (Levelized Costs Of Energy) .....	12
4.3. CONCLUSIONES .....	14

# 1. - OBJETO

El objeto de este informe es estimar el campo fotovoltaico para conseguir el ahorro que se va a producir en el suministro.

La empresa comercializadora es ENDESA ENERGÍA S.A y la empresa distribuidora es ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.

Se plantea un proyecto en la modalidad de autoconsumo. El autoconsumo consiste en la producción de energía eléctrica conectada directamente a la red interior del consumidor, donde se consume parte de esta energía y el resto se vuelca a la red de distribución eléctrica.

El esquema que presentado a continuación describe la conexión de la planta solar fotovoltaica a la red interior del usuario:

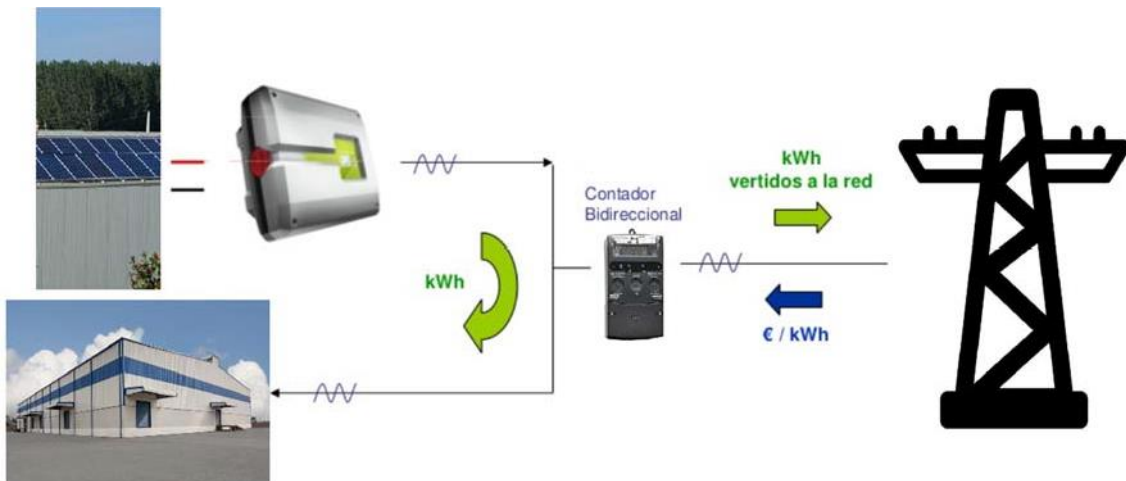


Ilustración 1. Esquema autoconsumo

El autoconsumo está regulado por el Real Decreto 900/2015, del 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 de autoconsumo.

## 2. ANTECEDENTES.

En base a las facturas eléctricas facilitadas por el cliente, se han obtenido los siguientes datos correspondientes al código CUPS.

SUMINISTRO 1: CUPS ES0031300137210001AZ0F con tarifa 3.0A con 62,7kW

Comercializadora: ENDESA ENERGÍA S.A

Distribuidora: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.

Como se observa en la ilustración 2, los periodos en los que es más cara adquirir la energía, coincide con los periodos de máxima producción de la instalación fotovoltaica. Esta casuística, ayuda a recortar los periodos de amortización en gran medida.

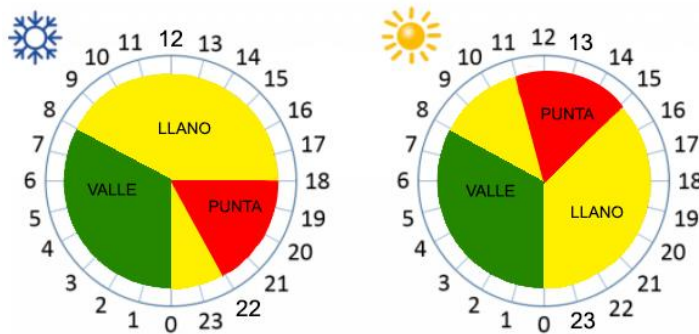


Ilustración 2. Discriminación horaria

Los consumos totales por periodos registrados, a lo largo del último año son los reflejados en las siguientes gráficas.

Distribución de consumo total por periodos: [kWh]

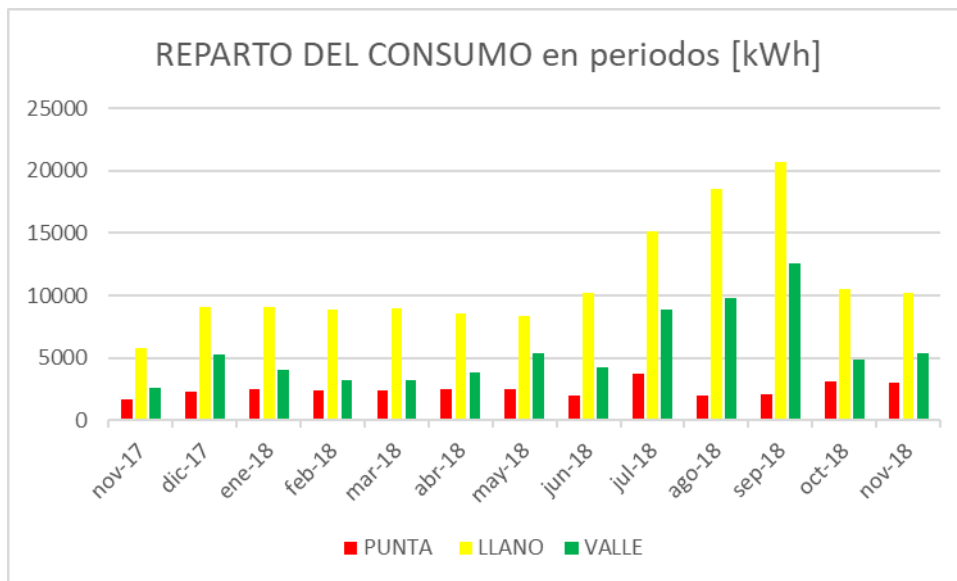


Ilustración 3

Distribución de consumo total: [kWh]

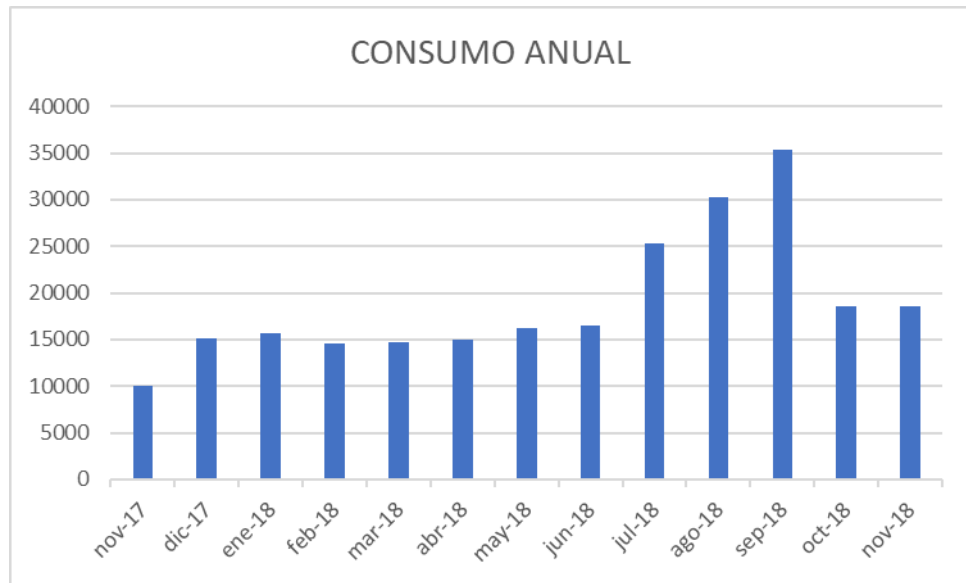


Ilustración 4

Se puede apreciar en la gráfica que prácticamente se consume todo el grueso de la energía en periodo 2. Esto es ideal para el planteamiento de una instalación fotovoltaica, que disminuirá el consumo en P1 y P2.

Por tanto, con los datos estimados, se determinan los siguientes costes:

**COSTES EN EL TERMINO DE ENERGIA EN EL ÚLTIMO AÑO: SUMINISTROO 5,75KW**

TOTAL [kWh]	<b>32.382</b>	<b>144.234</b>	<b>73.322</b>	249.938
%	<b>12,96%</b>	<b>57,71%</b>	<b>29,34%</b>	100,00%
Precio medio €/kWh	<b>0,114336</b>	<b>0,099925</b>	<b>0,071388</b>	TOTAL (€/Año)
€ por periodo	<b>3.702,43 €</b>	<b>14.412,58 €</b>	<b>5.234,31 €</b>	23.349,32 €

Ilustración 5

Se traduce en unos 17.815,01 € (70,67%) anuales antes de impuestos sobre los que se pueden actuar y reducir su importe gracias a la instalación planteada. SIENDO MUY CAUTELOSOS.

### 3. - INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PROPUESTA

El siguiente planteamiento tiene por objeto la proposición de una solución técnica económica para la implantación de un sistema de autoconsumo eléctrico de alta eficiencia cuyos datos figuran a continuación:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	
Número de módulos	190
Potencia de los módulos [Wp]	330 Wp
Potencia pico instalada en el campo generador [kWp]	62,7 kWp
Potencia nominal combinada de inversores de la instalación [kW]	54 kW

Ilustración 6

En función de la ubicación de la instalación determinamos el ratio de producción según la zona climática en la que se encuentre. Para obtener una primera aproximación de la producción energética de la instalación objeto del presente documento, utilizamos la base de datos especializada PVGIS. Esta base nos sirve para observar el potencial de un terreno pero no sirve para calcular una instalación.

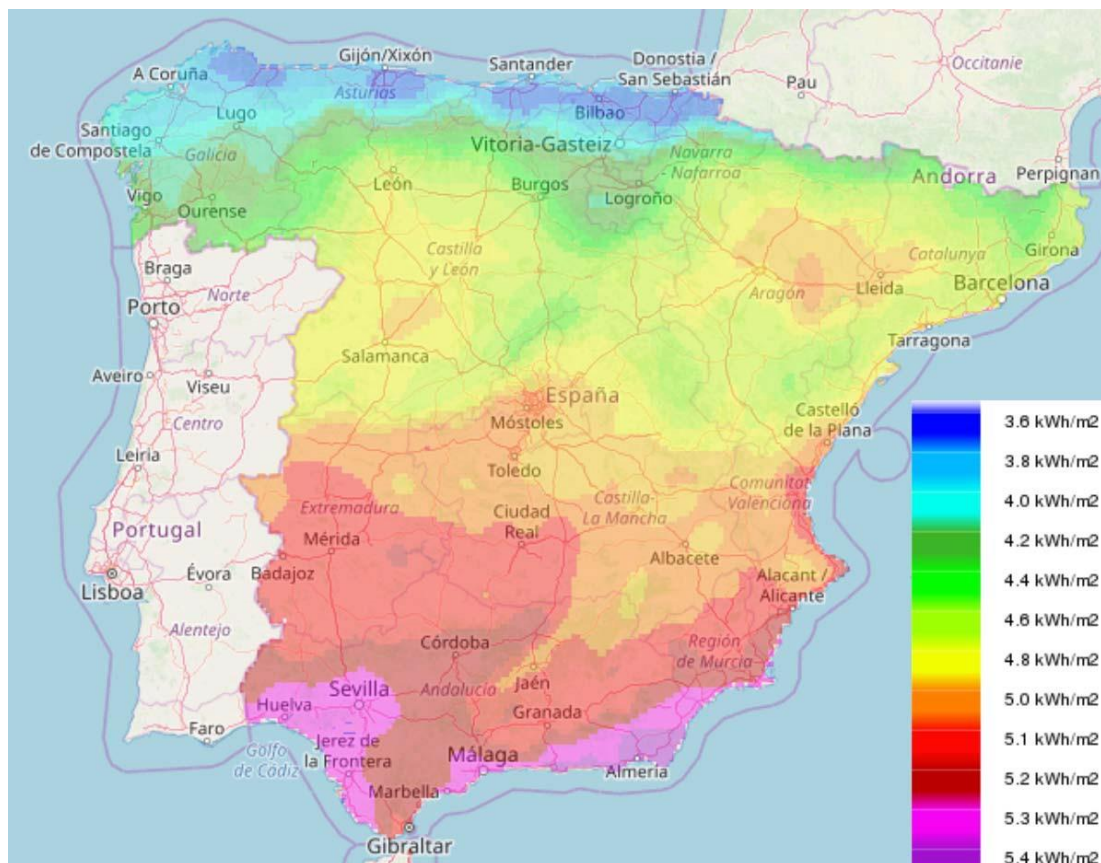


Ilustración 7

**INSTALACIÓN PLANTEADA:**

El hotel Montaña de Rubielos de Mora se abastece exclusivamente de la red eléctrica, consumiendo alrededor de 220.000 kWh anuales, de los cuales alrededor del 75% se consumen en P1 y P2.

Para ello se plantea una instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red, que cubrirá el 65% de la demanda en los citados periodos.

Se plantea una instalación fotovoltaica de las siguientes características:

Potencia nominal instalación: 54 kW (2 inversores de 27 kW)

Potencia instalada generador fotovoltaico: 62,7 kWp

Sistema de instalación: Estructura fija, sobre pérgola base.

Inclinación/Acimut: 20° / -10°

Configuración del generador: 2 conjuntos de 5 series de 19 paneles

Potencia pico paneles fotovoltaicos: 330 Wp



## **4. - ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN**

### **4.1. AHORRO**

Con el funcionamiento normal de la instalación, se estiman los siguientes ahorros; por un lado en el término de energía, dejando de adquirir parte de la energía y adquiriéndola en el periodo valle, más económico, y por otro, en el término de potencia, optimizando la contratación por periodos: reduciendo la potencia en punta y llano y EN CONSUMO ENERGÉTICO [17.815,01 €]. Además de evitar los picos de potencia por el día, que incomodan el servicio.

*En este apartado se aporta el ahorro por energía consumida, por la estimación correcta de la potencia contratada y por los impuesto derivados (IVA + IEE). Además se aporta el gasto medio mensual aproximado con la instalación en funcionamiento.”*

## 4.2. ANÁLISIS

La vida útil del proyecto es de 30 años, teniendo en cuenta una degradación del módulo fotovoltaico del 0.75% anual. Se considera cero los costes de mantenimiento (limpiar los módulos una vez al año). El precio del Wp instalado considerado es ligeramente superior a 1,3 €/Kw (80.325,12 €).

### 4.2.1. CUADRO DE AMORTIZACIÓN

Determinamos la energía aprovechada por la bomba y calculamos el coste medio de esa energía para conseguir el ahorro estimado del primer año.

En la siguiente tabla se incluyen los siguientes elementos:

- **Año:** Número de años de la vida útil considerada de la instalación.
- **Rendimiento [%]:** Se considera la pérdida de rendimiento a lo largo de su vida útil.
- **Precio medio del kWh [€]:** Se considera una subida anual constante del precio del kWh 4% anual, siendo un dato muy conservador. El precio parte del cálculo del total de kWh consumidos en los últimos 12 meses y el importe pagado por ello.
- **Ahorro [€]:** Es el ahorro aproximado que se produce cada año. (79% del gasto en energía anual).
- **Flujo anual [€]:** En este caso el flujo anual coincide con el ahorro debido a que podemos considerar cero euros los costes de mantenimiento de esta instalación.
- **Flujo acumulado [€]:** Parte en la inversión de la instalación y se le suma el flujo anual.

Año	Rend. [%]	Producción [kWh]	Precio medio kWh [€]	Ahorro [€]	Flujo anual	Flujo acumulado
0	0	0	0	0,00 €	80325,12	-80325,12
1	100	176.616,00	0,093429902	16.501,22 €	1.541,71 €	-11.887,97 €
2	99,25	175291,38	0,093429902	16.377,46 €	1.530,14 €	-10.141,75 €
3	98,5	172662,0093	0,093429902	16.131,79 €	1.507,19 €	-8.421,73 €
4	97,75	168777,1141	0,093429902	15.768,83 €	1.473,28 €	-6.740,40 €
5	97	163713,8007	0,093429902	15.295,76 €	1.429,08 €	-5.109,52 €
6	96,25	157574,5331	0,093429902	14.722,17 €	1.375,49 €	-3.539,79 €
7	95,5	150483,6792	0,093429902	14.059,68 €	1.313,59 €	-2.040,70 €
8	94,75	142583,286	0,093429902	13.321,54 €	1.244,63 €	-620,32 €
9	94	134028,2888	0,093429902	12.522,25 €	1.169,95 €	714,85 €
10	93,25	124981,3793	0,093429902	11.677,00 €	1.090,98 €	1.959,89 €
11	92,5	115607,7759	0,093429902	10.801,22 €	1.009,16 €	3.111,55 €
12	91,75	106070,1344	0,093429902	9.910,12 €	925,90 €	4.168,20 €
13	91	96523,82228	0,093429902	9.018,21 €	842,57 €	5.129,75 €
14	90,25	87112,74961	0,093429902	8.138,94 €	760,42 €	5.997,55 €
15	89,5	77965,9109	0,093429902	7.284,35 €	680,58 €	6.774,23 €
16	88,75	69194,74593	0,093429902	6.464,86 €	604,01 €	7.463,53 €
17	88	60891,37641	0,093429902	5.689,08 €	531,53 €	8.070,12 €
18	87,25	53127,72592	0,093429902	4.963,72 €	463,76 €	8.599,37 €

Andrea Lacueva Laborda - Colegiado COGITAR Nº: 9187

19	86,5	45955,48292	0,093429902	4.293,62 €	401,15 €	9.057,17 €
20	85,75	39406,82661	0,093429902	3.681,78 €	343,99 €	9.449,73 €
21	85	33495,80262	0,093429902	3.129,51 €	292,39 €	9.783,41 €
22	84,25	28220,2137	0,093429902	2.636,61 €	246,34 €	10.064,53 €
23	83,5	23563,87844	0,093429902	2.201,57 €	205,69 €	10.299,27 €
24	82,75	19499,10941	0,093429902	1.821,80 €	170,21 €	10.493,52 €
25	82	15989,26972	0,093429902	1.493,88 €	139,57 €	10.652,80 €
26	81,25	12991,28165	0,093429902	1.213,77 €	113,40 €	10.782,22 €
27	80,5	10457,98172	0,093429902	977,09 €	91,29 €	10.886,40 €
28	79,75	8340,240425	0,093429902	779,23 €	72,80 €	10.969,48 €
29	79	6588,789936	0,093429902	615,59 €	57,51 €	11.035,12 €
30	78,25	5155,728125	0,093429902	481,70 €	45,01 €	11.086,48 €

Tabla 1

#### 4.2.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

El valor Actual Neto consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar la instalación. Este método es útil para la evaluación de una inversión, pues el VAN ayuda a determinar si la inversión es rentable:

- Cuando el VAN es mayor que cero, el valor actual de los ahorros producidos de la instalación a la tasa elegida, generara una rentabilidad es decir nuestra inversión es viable.
- En el caso de que el VAN sea igual a cero, el proyecto no generará rentabilidad ni perdida.
- Si el VAN resulta menor que cero, la inversión obtendría pérdidas, por lo que no sería viable realizarla.

En su cálculo se incluye la vida útil del proyecto, los flujos de caja que va a generar el proyecto descontados a una determinada tasa de interés, el importe inicial de la inversión y el flujo anual.

El resultado del análisis VAN es:

$$\text{VAN} = 80.325,12\text{€}$$

El análisis del VAN es claramente mayor a cero, lo que indica que la inversión es rentable.

#### 4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el tipo de interés al que se descuentan los flujos futuros de cobros y pagos previstos en una inversión, para igualarlos con el valor inicial de la misma (obteniéndose un Valor Actual Neto igual a 0).

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$  o  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

En el cálculo de la TIR se tiene en cuenta el flujo anual, el número de años y el valor de la inversión inicial.

El resultado del análisis de la TIR es:

$$TIR = 16,63 \%$$

El análisis de la TIR nos indica que la inversión obtiene ese % de rentabilidad.

#### 4.2.4. ANÁLISIS PAY-BACK

El payback o plazo de recuperación es el plazo que se tardará para que el valor de la inversión inicial sea superado mediante los flujos de caja. De esta forma se obtiene el tiempo que tendrá que pasar para recuperar el dinero que se ha invertido.

El resultado del análisis payback es de:

$$\text{Plazo de recuperación} = 8 \text{ años, } 3 \text{ meses y } 22 \text{ días}$$

#### 4.2.5. ANÁLISIS LCOE (Levelized Costs Of Energy)

El análisis LCOE (de sus siglas en inglés: Levelized Costs Of Energy o Coste Nivelado de la Electricidad de sus siglas en castellano), es la valoración económica del coste de la instalación de generación de electricidad que incluye todos los costos a lo largo de la vida útil del proyecto: la inversión inicial, operación y mantenimiento, costo de capital, etc.

El resultado del análisis LCOE es de:

$$0.0302 \text{ €/kWh}$$

### 4.3. CONCLUSIONES

Por tanto podemos determinar:

- El periodo de recuperación del capital es de 8 años, 3 meses y 22 días sin contar subvención.
- La instalación en el año 30 todavía producirá alrededor de un 80% de la energía inicial, aunque se considere que la vida útil de la misma es de 30 años y en general y para el estudio económico.
- La inversión es rentable con VAN muy superior a cero y con la TIR mayor al 10%.
- El precio medio resultante del kWh producido a lo largo de la vida útil de la instalación es de 0.0303 €/kWh.

En Rubielos de mora, a 17 de Abril de 2019



Firmado: Andrea Lacueva Laborda. Ingeniero Técnico Industrial, esp. Mecánica. Nº Colegiado 9187 COITIAR.

PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO: Instalación fotovoltaica de 62,7 kWp conectada a red para autoconsumo en Hotel Montaña de Rubielos de Mora (Teruel)**

Partida	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN</b>					
1.1.1	UD	Paneles fotovoltaicos marca Canadian Solar o similar de 330 w de potencia y una tolerancia de +/- 3% con una garantía de producción de 25 años y fabricación de 10 años, totalmente instalados y conectados.	190,000	167,13	31.754,70
1.1.2	UD	Soportación necesaria para la colocación de los módulos fotovoltaicos.	190,000	80,25	15.247,50
<b>Total 1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN:</b>					<b>47.002,20</b>
<b>1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES</b>					
1.2.1	m	Circuito cableado C.C. con conductor 6 mm y conexiones con conectores multicontac. realizando las series necesarias entre paneles y protecciones de C.C.	100,000	13,00	1.300,00
1.2.2	m	Circuito cableado C.C. con conductor de 25 mm y conexionado a inversor	200,000	16,31	3.262,00
<b>Total 1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES:</b>					<b>4.562,00</b>
<b>1.3.- INVERSORES</b>					
1.3.1	UD	Inversor de conexión a red para autoconsumo de 27 kW de potencia formado por un inversor Fronius trifásico de 27 kW con paquete de comunicaciones con conexión WLAN, instalación y configuración incluida.	2,000	3.742,25	7.484,50
1.3.2	UD	Diseño, montaje, instalación y conexión de cuadro de alterna de protecciones a salida de inversor, con conexión a instalación existente.	1,000	543,54	543,54
<b>Total 1.3.- INVERSORES:</b>					<b>8.028,04</b>
<b>1.4.- EVACUACIÓN Y MEDIDA</b>					
1.4.1	UD	Cuadro de maniobra con interruptor general en el punto de medida, accesible por la compañía eléctrica.	1,000	435,22	435,22
1.4.2	UD	Sistema Smart Meter para monitorización de energía generada, importada y exportada.	1,000	720,64	720,64
<b>Total 1.4.- EVACUACIÓN Y MEDIDA:</b>					<b>1.155,86</b>
<b>1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES</b>					
1.5.1	UD	Caja de Protección cc para cortocircuito y sobretensiones de las series de paneles.	2,000	425,72	851,44
1.5.2	UD	Instalación de un protector contra sobretensiones transitorias en los circuitos de corriente continua en el cuadro de mando y protección, este elemento protegerá la instalación en los siguientes casos: - Caídas fortuitas de rayos cerca de las instalaciones (sobretensiones transitorias) creando picos muy elevados de tensión que ocasionarían daños considerables en la instalación.	2,000	232,14	464,28
1.5.3	UD	Puesta a tierra.	2,000	222,15	444,30
<b>Total 1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES:</b>					<b>1.760,02</b>
<b>1.6.- OBRA CIVIL</b>					
1.6.1	UD	Estructura soporte tipo pérgola para soporte de conjunto de módulos + estructura	190,000	75,20	14.288,00



Partida	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
				Total 1.6.- OBRA CIVIL:	14.288,00
<b>1.7.- PROYECTO Y LEGALIZACIÓN</b>					
1.7.1	UD	Proyecto y Certificado de Dirección de Obra.	1,000	3.529,00	3.529,00
				Total 1.7.- PROYECTO Y LEGALIZACIÓN:	3.529,00
				<b>Total presupuesto:</b>	<b>80.325,12</b>

## Resumen de presupuesto

Importe (€)

1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN	47.002,20
1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES	4.562,00
1.3.- INVERSORES	8.028,04
1.4.- EVACUACIÓN Y MEDIDA	1.155,86
1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES	1.760,02
1.6.- OBRA CIVIL	14.288,00
1.7.- PROYECTO Y LEGALIZACIÓN	3.529,00
<b>Total (Excl. IVA) .....</b>	<b>80.325,12</b>

Asciende el presupuesto (excl. IVA) a la expresada cantidad de OCHENTA MIL TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS.

En Rubielos de Mora, a 15 de Abril de 2019



Firmado: Andrea Lacueva Laborda. Ingeniero Técnico Industrial, esp. Mecánica. Col. 9187 COITIAE