

PROYECTO DE RED BAJA TENSIÓN - SISTEMA FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES DENOMINADO "ISF AGROPAL VILLOLDO" 1200 KWN (1353,60 KWP)

PROMOTOR: AGROPAL, S.COOP.

EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO 8 - PARCELA 57

CAMINO A AMAYUELAS DE ARRIBA S/N

34131 - VILLOLDO (PALENCIA)

PETICIONARIO: AGROPAL, S.COOP.

PROYECTO:



C/ Tudela Nº 15. Entrep. Izqda. (47002 – Valladolid)

Tlf.- 983- 29 64 03

www.ingeolid.com

tecnico@ingeolid.com

INGENIERO T. INDUSTRIAL
ALFONSO CASADO PEREZ (Colegiado Nº 1.747)

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

Pág. 1 de 97



ÍNDICE

1. MEN	MORIA	5
1.1.	Promotor del proyecto	6
1.2.	Memoria justificativa y alcance del proyecto	6
1.3.	Memoria descriptiva	7
1.3.1	Descripción de un sistema de autoconsumo	7
1.3.2	2. Normativa aplicada	7
1.3.3	B. Descripción de la instalación	8
1.3.4	Lescripción de los equipos	9
1.3.5	5. Protecciones y cableado	12
1.3.6	S. Ficha técnica de la instalación	13
1.4.	Conclusión	14
2. CÁL	.CULOS	15
2.1.	Cálculos eléctricos	16
2.1.1	l. Puesta a tierra	16
2.1.2	2. Secciones de cableado	16
2.1.3	3. Tramo de Corriente Continua	16
2.1.4	I. Tramo de Corriente Alterna	23
2.2.	Características de las protecciones eléctricas de la instalación	25
2.2.1	Parte de Corriente Continua	25
2.2.2	2. Parte de Corriente Alterna	25
3. PLII	EGO DE CONDICIONES	30
3.1.	Disposiciones preliminares	31
3.2.	Descripción de la obra	33
3.3.	Condiciones de materiales y equipos	34
3.4.	Ejecución de la obra	34
3.5.	Medición y abono de las obras	38
3.6.	Disposiciones finales	39
3.6.1	Condiciones de contratación	39
3.6.2	2. Ejecución del proyecto	39
3.6.3	3. Condiciones facultativas	40
3.6.4	l. Garantías	41
3.6.5	5. Tramitación	42



4.	ESTU	DIO DE SEGURIDAD	44
4	.1. Me	emoria del Estudio de Seguridad y Salud	45
	4.1.1.	Objeto del estudio de seguridad y salud	45
	4.1.2.	Obligaciones de las empresas	45
	4.1.3.	Características de la obra	46
	4.1.4.	Formación	48
	4.1.5.	Medicina preventiva y primeros auxilios	48
	4.1.6.	Prevención de daños a terceros	49
	4.1.7.	Medidas de seguridad en las unidades de obra	50
	4.1.8.	Maquinaria y máquinas-herramientas	52
	4.1.9.	Medios auxiliares	54
4	.2. Pli	iego de Condiciones	56
	4.2.1.	Disposiciones legales de aplicación	56
	4.2.2.	Normas referentes a personal en obra	57
	4.2.3.	Normas de señalización	58
	4.2.4.	Condiciones de los medios de protección	58
	4.2.5.	Organización de la prevención en la obra	59
	4.2.6.	Instalaciones de higiene y bienestar	61
4	.3. Pr	esupuesto General y Mediciones	62
5.	PRESI	UPUESTO	65
6.	PLAN	OS	67
7.	Anexo	l: Evaluación de energía autoconsumida	69
8.	Anexo	o II: Características técnicas del módulo fotovoltaico	70
9.	Anexo	o III: Características técnicas del inversor	71
10.	Anex	ko IV: Plazos de ejecución	72
11.	Anex	κο V: Autorizaciones obtenidas y documentación	
		entaria	73
46	۸	and the first of African Afric	-
12.		ko VI: Estudio de Afecciones Medioambientales	
		troducción	
		spectos medioambientales	
		valuación de las emisiones de CO ₂ evitadas	
1	2.4. Ba	alance medioambiental de la ISF "AGROPAL VILLOLDO"	76

Pág. 3 de 97



13.	Ar	nexo VII: Restauración de espacios afectados, medidas de	
inte	gra	ción paisajística	77
13	.1.	Condiciones de carácter general	77
13	.2.	Medidas a aplicar en la fase de construcción de la planta	77
13	.3.	Medidas a aplicar en la fase de funcionamiento de la planta	78
13	.4.	Medidas para la restauración una vez finalizada la actividad	78
13	.5.	Medidas complementarias	79
14.	Ar	nexo VIII: Acceso a la instalación	80
15.	Ar	nexo IX: Parámetros urbanísticos de la instalación	81
16.	Ar	nexo XI: Gestión De Residuos	84
16	.1.	Introducción	84
16	.2.	Normativa aplicable	84
16	.3.	Definiciones	84
16	.4.	Valoraciones	85
16	.5.	Gestión de residuos y demolición	86
16	.6.	Presupuesto	87
16	7	Decumen	27



1. MEMORIA



1.1. Promotor del proyecto

Tipo de obra: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "<u>AGROPAL VILLOLDO</u>" DE AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES DE 1200 kWn (1353,6 kWp).

Situación: C/ Cam. a Amayuelas de Arriba (Parcela 57 - Polígono 8).

Superficie parcela: 156.639 m²

Población: 34131 – Villoldo (Palencia)

Promotor: AGROPAL S.COOP

C.I.F.: F-34003889

1.2. Memoria justificativa y alcance del proyecto

Se pretende realizar una instalación solar fotovoltaica de 1.200 kWn (1353,6 kWp) de autoconsumo sin excedentes, en el Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 - Villoldo (Palencia).

Con esta configuración, se buscará aprovechar toda la energía fotovoltaica disponible, produciendo de acorde al consumo de la instalación, y reduciendo así los costes en el término de la factura eléctrica.

El campo de paneles fotovoltaicos se colocará en suelo en la parcela sita en Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo (Palencia), con referencia catastral 34244A008000570000GG, de manera que aprovecharemos su extensión para colocar los módulos fotovoltaicos de tal forma que no perjudiquen las sombras producidas por edificios anexos, ni posibles objetos que intercepten los rayos del sol.

En este proyecto se dimensiona únicamente la instalación de corriente continua y la de alterna en el nivel de tensión de 400 V hasta la conexión con el Cuadro General de Baja Tensión existente.



1.3. Memoria descriptiva

1.3.1. Descripción de un sistema de autoconsumo

El generador fotovoltaico está formado por una serie de módulos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí, y se encarga de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos. Sin embargo, no es posible inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico en la red eléctrica precisando ser transformada en corriente alterna para acoplarse a la misma.

Esta corriente se conduce al inversor que, utilizando la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica y de este modo queda disponible para cualquier usuario.

La energía generada, es consumida en la propia red interior, ajustando la generación de energía a la demanda de la misma.

1.3.2. Normativa aplicada

En el proyecto presentado, tanto el diseño como los componentes utilizados cumplen las recomendaciones establecidas en la Normativa siguiente:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 9/2013 de 12 de Julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a la red de instalaciones de producción de energía de pequeña potencia.
- 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 origen renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrónico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC BT 01 a 051.
- 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía

ingenieros va

Pág. 7 de 97



eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. (Modificado por el RDL 15/2018).

- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, CTE.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora. (MT 3.53.01 Edición 04).

1.3.3. Descripción de la instalación

La instalación se colocará en suelo en la parcela sita en Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo (Palencia). La potencia de la instalación es de 1.353,6 kWp instalados en un único campo generador fotovoltaico de 1.200 kWn en inversores.

Los módulos están distribuidos en 180 ramas en paralelo de 16 módulos en serie. El generador fotovoltaico de la instalación estará formado de los siguientes elementos:

- 2880 módulos Jinko Solar JKM470M-7RL3.
- 12 inversores INGETEAM, INGECON SUN 3PLAY 100TL de 100 kWn.
- Distribución en 180 ramas en paralelo de 16 módulos fotovoltaicos en serie.
- Sistema antivertido.
- La potencia pico del campo generador es de 1353,6 kWp.

Por lo tanto, la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo **AGROPAL VILLOLDO** de **potencia nominal 1.200 kWn y potencia pico 1.353,6 kWp** estará formada por un total de **2.880 módulos Jinko Solar JKM470M-7RL3** de 470 Wp.

La orientación del generador fotovoltaico posee un acimut de -0° y una inclinación de 30° sobre el suelo que optimizará la producción energética debido a la inclinación considerada.

La conexión a la red convencional será trifásica. Los inversores estarán montados en la estructura soporte de los módulos, sujetos por unas hincas y perfiles auxiliares instalados para su correcta sujeción. Los componentes básicos de la instalación serán:

Cód. Verificación Electrónica: SERR-CEJKP6

Pág. 8 de 97



DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Módulo fotovoltaico Jinko Solar JKM470M-7RL3	2.880
Inversor INGETEAM INGECON SUN 3PLAY 100TL	12
Estructura soporte para módulos	1
Kit de instalación: cableado, caja de conexiones	1
Sistema antivertido	1

1.3.4. Descripción de los equipos

a) MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de módulos Jinko Solar JKM470M-7RL3 de 470 Wp fabricados con células de silicio monocristalino de elevado rendimiento.

Interesa insistir en que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

A continuación, se resumen las características técnicas del módulo Jinko Solar JKM470-7RL3 de 470 Wp:



> CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MÓDULO JINKO SOLAR JKM470M-7RL3	
Anchura [mm]	1.029
Altura [mm]	2.182
Grosor [mm]	35
Peso [Kg]	25
Número de células	156
> CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO JINKO SOLAR JKM470M-7RL3	
Potencia máxima [Wp]	470
Corriente de cortocircuito [A]	11,68
Tensión de circuito abierto [V]	52,14
Corriente de máxima potencia [A]	10,86
Tensión de máxima potencia [V]	43,28

> CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE CADA RAMA GENERADORA						
Número de módulos en serie	16					
Potencia [Wp]	7.520					
Corriente de cortocircuito [A]	11,68					
Corriente de máxima potencia [A]	10,86					
Tensión de circuito abierto [V]	834,24					
Tensión de máxima potencia [V]	692,48					
> CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA						
Número de instalaciones	1					
Generadores fotovoltaicos de 1353,6 kW	1					
Potencia [Wp]	1.353,6					

b) <u>INVERSOR</u>

Pág. 10 de 97

Estos inversores disponen de microprocesadores de control, y de un PLC de comunicaciones que se adaptará a los requisitos particulares del proyecto. Los inversores fabricados por <u>INGETEAM</u> trabajan conectados por su lado DC a un generador fotovoltaico, y por su lado AC a un transformador elevador que adapta la tensión de salida del inversor, 400 V, a la red. El inversor incorpora un sistema avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para maximizar la energía obtenida de los paneles fotovoltaicos. Por otra parte, estos



inversores cuentan con varios seccionadores de corriente continua, protección anti-isla, contra polaridad inversa de corriente continua, contra sobreintensidad de corriente alterna.

El propio fabricante posee una app que permite monitorizar todo el rendimiento en tiempo real y el funcionamiento de la instalación a través de la misma, ayudando a diagnosticar fallos o registrar eventos lo que permite una adecuación a los requisitos particulares de cada proyecto.

> CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL INVERSOR INGECON SUN 3PLAY 100TL	
Alto [cm]	905
Ancho [cm]	720
Fondo [cm]	315
Peso [Kg]	75
> CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL INVERSOR INGECON SUN 3PLAY 100TL	
Número de MPPT	1
Máxima corriente de entrada por MPPT [A]	240
Rango MPPT [V]	513-850
Máxima tensión en circuito abierto [V]	1.100
Tensión nominal AC trifásica [V]	400
Potencia nominal de salida [kW]	100
Máxima corriente de línea [A]	145
Frecuencia nominal [Hz]	50 / 60
Distorsión máxima de la intensidad inyectada en red [%]	< 3
Eficiencia pico (incluye transformador) [%]	99,1

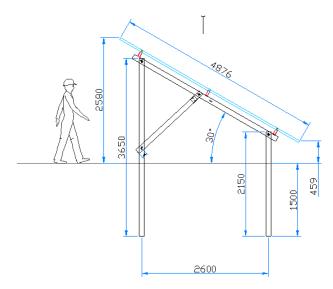
c) **ESTRUCTURA**

La estructura soporte de módulos está diseñada a través de perfiles metálicos, con tal sección que es capaz de soportar con creces las acciones de sobrecarga y vientos actuantes sobre el sistema. Para el cálculo de la estructura se han tenido en cuenta las sobrecargas producidas por el peso de los paneles, el propio peso de la estructura, así como las cargas producidas por la acción de la nieve y del viento en la zona según el Código Estructural, CTE (CTE-DB-SE-AE, CTE-DB-SE-A) y el Eurocódigo UNE-ENV 1999-1-1.

Pág. 11 de 97



La estructura se dispondrá de manera fija con una inclinación de 30° para maximizar la irradiación anual sobre el plano receptor de los módulos fotovoltaicos. Los módulos estarán situados a una distancia mínima del suelo de 0,5 m. El diseño detallado de la estructura cumplirá las especificaciones y regulaciones de la normativa en vigor. A continuación, se muestra una imagen con la sección de la estructura considerada.



Las pérdidas por sombreado entre filas de módulos se limitarán mediante la separación adecuada entre filas de estructuras. Está previsto separar las filas dejando pasillos de 5,89 m entre las mismas.

La estructura será de aluminio (o en su defecto acero galvanizado) y sus soportes serán realizados de acero galvanizado por inmersión en caliente (galvanizado según normativa ISO 1461). Periodo de garantía de 5 años de producto. Adicionalmente y condicionado a realizar un mantenimiento anual, el fabricante ofrece 10 años de garantía frente a la corrosión.

1.3.5. Protecciones y cableado

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2011, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa y contará con los siguientes elementos:

- Interruptor automático magnetotérmico: situado en la parte de alterna con el fin de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- 3. Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a

ingenieros va



funcionamiento en isla, incluidas en el inversor. Este interruptor estará controlado por un vigilante de la tensión y la frecuencia de la red eléctrica. Los umbrales permitidos son:

En frecuencia: 48 – 50,5 Hz

• En tensión: 0,85⋅U_m – 1,15⋅U_m

También el inversor contiene un interruptor del lado de continua, que protege de los posibles contactos indirectos y es un sustituto de fusibles o varistores.

- 4. *Aislamiento clase II* en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.
- 5. **Varistores** entre positivo y tierra; y negativo y tierra para el generador fotovoltaico, contra sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas (incluido en inversor).
- 6. Interruptor seccionador: Incorporado en el inversor en el lado de CC.

Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, se tendrán en cuenta los siguientes puntos adicionales:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP54 y los de interior IP32.
- 2. Todos los conductores serán de cobre o aluminio, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como por la compañía eléctrica que opere en la zona.
- 3. Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.
- 4. Los marcos de los módulos y las estructuras soporte se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.

1.3.6. Ficha técnica de la instalación

FICHA ISF AGROPAL VILLOLDO							
Potencia de la instalación	1.353,6 kW						
Número de inversores	12 x 100 kWn						
Conexión a la red	Trifásica						
Número total de módulos	2.880						

Pág. 13 de 97



1.4. Conclusión

Con lo que antecede, se pretende haber dado idea y justificación de la instalación, tanto en su alcance como en sus elementos, para lograr de los Organismos Competentes los oportunos permisos para su instalación y posterior puesta en funcionamiento, estando no obstante el autor del proyecto técnico dispuesto a ampliar o completar cuantos aspectos se juzguen oportunos.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



2. CÁLCULOS





2.1. Cálculos eléctricos

2.1.1. Puesta a tierra

Según RD 1699/2011, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Así mismo, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conectará tanto la estructura soporte del generador fotovoltaico como la borna de puesta a tierra del inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Para ello se tenderá un cable que se unirá a la puesta a tierra del edificio, a este cable se conectarán las estructuras de los paneles y la puesta a tierra del inversor.

2.1.2. Secciones de cableado

El inversor INGETEAM INGECON SUN 3PLAY 100TL PRO incorpora 24 entradas en el lado de CC para los strings del campo solar, admitiendo una corriente de 11 A por entrada y máximo voltaje de entrada de 1.100 V.

Para el cálculo de la sección mínima de conductores emplearemos el criterio de la caída de tensión máxima admisible.

2.1.3. Tramo de Corriente Continua

La caída de tensión, ΔV , que se produce en una línea con corriente continua en cable de Cobre siendo conocida la potencia, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2}{56} \cdot \frac{P \cdot L}{V \cdot S} \text{ Para cálculos con conductores de COBRE}$$





$$\Delta V = \frac{2}{35} \cdot \frac{P \cdot L}{V \cdot S}$$
 Para cálculos con conductores de ALUMINIO

La intensidad que circula por el conductor vendrá dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{V}$$

Teniendo en cuenta los comentarios anteriores, se dimensionará la sección de los conductores en varios tramos asegurándonos que la suma de las caídas de tensión en cada tramo no supere la caída de tensión máxima de 2 % desde la serie más alejada del inversor hasta este.

Las secciones elegidas en todos los tramos permitirán el paso de una intensidad superior a la que realmente va a circular por ellos y como se puede observar los posibles tramos cumplen con la caída de tensión menor del 2 %.

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	1 (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
			• •			L (m)		. ,	
Rama 1 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	8	4	0,36	0,052
Rama 1 -	INVERSOR 1	·	7.520	692,48	10,86	9	4	0,4	0,0578
Rama 2 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	8	4	0,36	0,052
Rama 2 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	9	4	0,4	0,0578
Rama 3 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	25	4	1,11	0,1603
Rama 3 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	26	4	1,16	0,1675
Rama 4 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	25	4	1,11	0,1603
Rama 4 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	26	4	1,16	0,1675
Rama 5 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	42	4	1,87	0,27
Rama 5 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	43	4	1,91	0,2758
Rama 6 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	42	4	1,87	0,27
Rama 6 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	43	4	1,91	0,2758
Rama 7 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	34	4	1,51	0,2181
Rama 7 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	35	4	1,56	0,2253
Rama 8 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	34	4	1,51	0,2181
Rama 8 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	35	4	1,56	0,2253
Rama 9 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	51	4	2,27	0,3278
Rama 9 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	52	4	2,31	0,3336
Rama 10 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	51	4	2,27	0,3278
Rama 10 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	52	4	2,31	0,3336
Rama 11 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 11 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	69	4	3,07	0,4433
Rama 12 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 12 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	69	4	3,07	0,4433
Rama 13 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 13 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	86	4	3,83	0,5531
Rama 14 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 14 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	86	4	3,83	0,5531
Rama 15 +	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	29	4	1,29	0,1863
Rama 15 -	INVERSOR 1	1	7.520	692,48	10,86	46	4	2,05	0,296



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	45	4	2	0,2888
Rama 1 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	46	4	2,05	0,296
Rama 2 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	62	4	2,76	0,3986
Rama 2 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	63	4	2,8	0,4043
Rama 3 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	62	4	2,76	0,3986
Rama 3 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	63	4	2,8	0,4043
Rama 4 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 4 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	80	4	3,56	0,5141
Rama 5 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 5 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	80	4	3,56	0,5141
Rama 6 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166
Rama 6 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	97	4	4,32	0,6238
Rama 7 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166
Rama 7 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	97	4	4,32	0,6238
Rama 8 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 8 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	114	4	5,07	0,7322
Rama 9 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 9 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	114	4	5,07	0,7322
Rama 10 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	56	4	2,49	0,3596
Rama 10 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	57	4	2,54	0,3668
Rama 11 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	56	4	2,49	0,3596
Rama 11 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	57	4	2,54	0,3668
Rama 12 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	73	4	3,25	0,4693
Rama 12 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	74	4	3,29	0,4751
Rama 13 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	73	4	3,25	0,4693
Rama 13 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	74	4	3,29	0,4751
Rama 14 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 14 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	91	4	4,05	0,5849
Rama 15 +	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 15 -	INVERSOR 2	1	7.520	692,48	10,86	91	4	4,05	0,5849

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 1 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	108	4	4,81	0,6946
Rama 2 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 2 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	108	4	4,81	0,6946
Rama 3 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 3 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	125	4	5,56	0,8029
Rama 4 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 4 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	125	4	5,56	0,8029
Rama 5 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 5 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127
Rama 6 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 6 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127
Rama 7 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	67	4	2,98	0,4303
Rama 7 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 8 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	67	4	2,98	0,4303
Rama 8 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 9 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	84	4	3,74	0,5401
Rama 9 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 10 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	84	4	3,74	0,5401
Rama 10 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 11 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 11 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	102	4	4,54	0,6556
Rama 12 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 12 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	102	4	4,54	0,6556
Rama 13 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 13 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 14 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 14 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 15 +	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 15 -	INVERSOR 3	1	7.520	692,48	10,86	136	4	6,59	0,9517

Pág. 18 de 97



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 1 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	114	4	5,07	0,7322
Rama 2 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 2 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	131	4	5,83	0,8419
Rama 3 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 3 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	131	4	5,83	0,8419
Rama 4 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	56	4	2,49	0,3596
Rama 4 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	57	4	2,54	0,3668
Rama 5 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	56	4	2,49	0,3596
Rama 5 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	57	4	2,54	0,3668
Rama 6 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	73	4	3,25	0,4693
Rama 6 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	74	4	3,29	0,4751
Rama 7 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	73	4	3,25	0,4693
Rama 7 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	74	4	3,29	0,4751
Rama 8 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 8 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	91	4	4,05	0,5849
Rama 9 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 9 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	91	4	4,05	0,5849
Rama 10 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 10 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	108	4	4,81	0,6946
Rama 11 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 11 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	108	4	4,81	0,6946
Rama 12 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 12 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	125	4	5,56	0,8029
Rama 13 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 13 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	125	4	5,56	0,8029
Rama 14 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 14 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127
Rama 15 +	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 15 -	INVERSOR 4	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	67	4	2,98	0,4303
Rama 1 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 2 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	67	4	2,98	0,4303
Rama 2 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	68	4	3,03	0,4376
Rama 3 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	84	4	3,74	0,5401
Rama 3 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 4 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	84	4	3,74	0,5401
Rama 4 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	85	4	3,78	0,5459
Rama 5 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 5 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	102	4	4,54	0,6556
Rama 6 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 6 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	102	4	4,54	0,6556
Rama 7 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 7 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 8 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 8 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 9 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 9 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	136	4	6,05	0,8737
Rama 10 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 10 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	136	4	6,05	0,8737
Rama 11 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 11 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	153	4	6,81	0,9834
Rama 12 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 12 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	153	4	6,81	0,9834
Rama 13 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	78	4	3,47	0,5011
Rama 13 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 14 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	78	4	3,47	0,5011
Rama 14 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 15 +	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	95	4	4,23	0,6108
Rama 15 -	INVERSOR 5	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166

Pág. 19 de 97



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	95	4	4,23	0,6108
Rama 1 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166
Rama 2 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 2 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 3 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 3 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 4 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 4 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 5 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 5 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 6 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 6 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	147	4	6,54	0,9444
Rama 7 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 7 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	147	4	6,54	0,9444
Rama 8 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	163	6	4,84	0,6989
Rama 8 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	164	4	7,3	1,0542
Rama 9 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	163	6	4,84	0,6989
Rama 9 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	164	4	7,3	1,0542
Rama 10 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 10 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 11 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 11 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 12 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 12 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 13 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 13 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 14 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 14 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 15 +	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 15 -	INVERSOR 6	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 1 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 2 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 2 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	119	4	5,3	0,7654
Rama 3 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 3 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	136	4	6,05	0,8737
Rama 4 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 4 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	136	4	6,05	0,8737
Rama 5 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 5 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	153	4	6,81	0,9834
Rama 6 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 6 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	153	4	6,81	0,9834
Rama 7 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	78	4	3,47	0,5011
Rama 7 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 8 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	78	4	3,47	0,5011
Rama 8 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	79	4	3,52	0,5083
Rama 9 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	95	4	4,23	0,6108
Rama 9 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166
Rama 10 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	95	4	4,23	0,6108
Rama 10 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	96	4	4,27	0,6166
Rama 11 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 11 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 12 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 12 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	113	4	5,03	0,7264
Rama 13 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 13 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 14 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 14 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	130	4	5,79	0,8361
Rama 15 +	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 15 -	INVERSOR 7	1	7.520	692,48	10,86	147	4	6,54	0,9444

Pág. 20 de 97



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 1 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	147	4	6,54	0,9444
Rama 2 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	163	6	4,84	0,6989
Rama 2 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	164	4	7,3	1,0542
Rama 3 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	163	6	4,84	0,6989
Rama 3 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	164	4	7,3	1,0542
Rama 4+	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 4 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 5 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 5 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 6 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 6 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 7 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 7 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 8 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 8 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 9 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 9 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 10 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	140	4	6,23	0,8997
Rama 10 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 11 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	140	4	6,23	0,8997
Rama 11 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 12 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	157	6	4,66	0,6729
Rama 12 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	158	4	7,03	1,0152
Rama 13 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	157	6	4,66	0,6729
Rama 13 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	158	4	7,03	1,0152
Rama 14 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	174	6	5,16	0,7451
Rama 14 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	175	4	7,79	1,1249
Rama 15 +	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	174	6	5,16	0,7451
Rama 15 -	INVERSOR 8	1	7.520	692,48	10,86	175	4	7,79	1,1249

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	100	4	4,45	0,6426
Rama 1 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 2 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	100	4	4,45	0,6426
Rama 2 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	101	4	4,5	0,6498
Rama 3 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	117	4	5,21	0,7524
Rama 3 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 4 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	117	4	5,21	0,7524
Rama 4 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 5 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	134	4	5,96	0,8607
Rama 5 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 6 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	134	4	5,96	0,8607
Rama 6 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 7 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	151	6	4,48	0,647
Rama 7 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 8 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	151	6	4,48	0,647
Rama 8 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 9 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	168	6	4,98	0,7192
Rama 9 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	169	4	7,52	1,086
Rama 10 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	168	6	4,98	0,7192
Rama 10 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	169	4	7,52	1,086
Rama 11 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	185	6	5,49	0,7928
Rama 11 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	186	4	8,28	1,1957
Rama 12 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	185	6	5,49	0,7928
Rama 12 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	186	4	8,28	1,1957
Rama 13 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	111	4	4,94	0,7134
Rama 13 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 14 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	111	4	4,94	0,7134
Rama 14 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	112	4	4,98	0,7192
Rama 15 +	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	128	4	5,7	0,8231
Rama 15 -	INVERSOR 9	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289

Pág.21 de 97



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 1 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 2 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 2 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 3 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	123	4	5,47	0,7899
Rama 3 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	124	4	5,52	0,7971
Rama 4 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	140	4	6,23	0,8997
Rama 4 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 5 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	140	4	6,23	0,8997
Rama 5 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 6 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	157	6	4,66	0,6729
Rama 6 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	158	4	7,03	1,0152
Rama 7 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	157	6	4,66	0,6729
Rama 7 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	158	4	7,03	1,0152
Rama 8 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	174	6	5,16	0,7451
Rama 8 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	175	4	7,79	1,1249
Rama 9 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	174	6	5,16	0,7451
Rama 9 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	175	4	7,79	1,1249
Rama 10 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 10 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 11 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	89	4	3,96	0,5719
Rama 11 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	90	4	4,01	0,5791
Rama 12 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	106	4	4,72	0,6816
Rama 12 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	107	4	4,76	0,6874
Rama 13 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	117	4	5,21	0,7524
Rama 13 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	118	4	5,25	0,7581
Rama 14 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	134	4	5,96	0,8607
Rama 14 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679
Rama 15 +	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	134	4	5,96	0,8607
Rama 15 -	INVERSOR 10	1	7.520	692,48	10,86	135	4	6,01	0,8679

ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	151	4	6,72	0,9704
Rama 1 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 2 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	151	4	6,72	0,9704
Rama 2 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	152	4	6,76	0,9762
Rama 3 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	168	6	4,98	0,7192
Rama 3 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	169	4	7,52	1,086
Rama 4 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	168	6	4,98	0,7192
Rama 4 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	169	4	7,52	1,086
Rama 5 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	185	6	5,49	0,7928
Rama 5 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	186	4	8,28	1,1957
Rama 6 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	185	6	5,49	0,7928
Rama 6 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	186	4	8,28	1,1957
Rama 7 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	114	4	5,07	0,7322
Rama 7 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	115	4	5,12	0,7394
Rama 8 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	114	4	5,07	0,7322
Rama 8 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	115	4	5,12	0,7394
Rama 9 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	131	4	5,83	0,8419
Rama 9 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	132	4	5,87	0,8477
Rama 10 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	131	4	5,83	0,8419
Rama 10 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	132	4	5,87	0,8477
Rama 11 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	148	4	6,59	0,9517
Rama 11 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	149	4	6,63	0,9574
Rama 12 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	148	4	6,59	0,9517
Rama 12 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	149	4	6,63	0,9574
Rama 13 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	165	6	4,9	0,7076
Rama 13 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	166	4	7,39	1,0672
Rama 14 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	165	6	4,9	0,7076
Rama 14 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	166	4	7,39	1,0672
Rama 15 +	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	182	6	5,4	0,7798
Rama 15 -	INVERSOR 11	1	7.520	692,48	10,86	183	4	8,14	1,1755



ORIGEN	DESTINO	RAMAS	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
Rama 1 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	182	6	5,4	0,7798
Rama 1 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	183	4	8,14	1,1755
Rama 2 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	128	4	5,7	0,8231
Rama 2 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 3 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	128	4	5,7	0,8231
Rama 3 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	129	4	5,74	0,8289
Rama 4 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	145	6	4,3	0,621
Rama 4 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 5 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	145	6	4,3	0,621
Rama 5 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	146	4	6,5	0,9387
Rama 6 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	162	6	4,81	0,6946
Rama 6 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	163	4	7,25	1,047
Rama 7 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	162	6	4,81	0,6946
Rama 7 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	163	4	7,25	1,047
Rama 8 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	179	6	5,31	0,7668
Rama 8 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	180	4	8,01	1,1567
Rama 9 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	179	6	5,31	0,7668
Rama 9 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	180	4	8,01	1,1567
Rama 10 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 10 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127
Rama 11 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	141	4	6,28	0,9069
Rama 11 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	142	4	6,32	0,9127
Rama 12 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	158	6	4,69	0,6773
Rama 12 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	159	4	7,08	1,0224
Rama 13 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	158	6	4,69	0,6773
Rama 13 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	159	4	7,08	1,0224
Rama 14 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	175	6	5,19	0,7495
Rama 14 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	176	4	7,83	1,1307
Rama 15 +	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	175	6	5,19	0,7495
Rama 15 -	INVERSOR 12	1	7.520	692,48	10,86	176	4	7,83	1,1307

Para el cálculo de secciones entre los módulos y los inversores se han considerado las siguientes intensidades admisibles, considerando cable unipolar XLPE2 enterrado; debido a perdidas por resistividad del terreno, agrupaciones, temperatura del conducto se ha considerado un factor de 0,8 sobre la intensidad admisible:

Sección (mm2)	Material	Intensidad Admisible (A)	Intensidad Considerada (A)
4	Cobre	42	33,6
6	Cobre	53	42,4

Siendo estas intensidades admisibles superiores a las intensidades que pasan por los conductores provenientes de la generación fotovoltaica, ya que la intensidad máxima a pasar en este tramo es de 10,86 A.

2.1.4. Tramo de Corriente Alterna

Con tensión alterna trifásica, la expresión que proporciona la caída de tensión que se produce en la línea es:

ingenieros va



$$\Delta U = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{P \cdot L}{U \cdot S}$$

Siendo:

U la tensión compuesta en voltios.

 σ = 56 para conductores de cobre

Teniendo en cuenta los comentarios anteriores, se dimensionará la sección de los conductores en varios tramos asegurándonos que la suma de las caídas de tensión en cada tramo no supere la caída de tensión máxima de 1,5% en el tramo más desfavorable.

Las secciones elegidas en todos los tramos permitirán el paso de una intensidad superior a la que realmente va a circular por ellos y como se puede observar todos los tramos cumplen con la caída de tensión menor del 1,5%.

Aplicando dicha fórmula se obtiene la sección mínima para una caída de tensión máxima del 1,5 %.

TRAMO	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Al	dV (V)	dV (%)
INV 1 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	78	185	3,01	0,75
INV 2 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	77	185	2,97	0,74
INV 3 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	76	185	2,93	0,73
INV 4 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	100	185	3,86	0,97
INV 5 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	99	185	3,82	0,96
INV 6 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	98	185	3,78	0,95
INV 7 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	122	185	4,71	1,18
INV 8 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	121	185	4,67	1,17
INV 9 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	120	185	4,63	1,16
INV 10 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	144	185	5,56	1,39
INV 11 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	143	185	5,52	1,38
INV 12 - CUADRO AGRUPACIÓN AC	100000	400	144,51	142	185	5,48	1,37
TRAMO*	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	S (mm2) Cu	dV (V)	dV (%)
CUADRO AGRUPACIÓN AC - Protección FV	1200000	400	1734,10	5	1680	0,16	0,04
Protección FV - Embarrado CGBT	1200000	400	1734,10	1	1680	0,03	0,01

^{*}En los dos últimos tramos, se dispondrán 7 conductores de 240 mm2 por fase y 4 conductores para el neutro.

Para el cálculo de secciones entre el inversor y el cuadro de agrupamiento se han considerado las siguientes intensidades admisibles, considerando cable enterrado multipolar XLPE3 de aluminio; Para el cálculo de secciones entre el cuadro de agrupamiento y el cuadro general de baja tensión se han considerado las siguientes intensidades admisibles, considerando cable en interior de foso multipolar XLPE3 de cobre; debido a perdidas por resistividad del terreno, agrupaciones, temperatura del conductor se ha considerado un factor de 0,8 sobre la intensidad admisible:

ingenieros va

Pág. 24 de 97



Tramo	Sección (mm2)	Material	Disposición		Intensidad Considerada (A)
Inversores – Cuadro Agrupación CA	1 x 185	Aluminio	Cable enterrado	226	180,8
Cuadro Agrupación CA- CGBT	7 x 240	Cobre	En interior de foso	2695	2156

Siendo estas intensidades admisibles superiores a las intensidades que pasan por los conductores provenientes de la generación fotovoltaica: 144,51 A en el tramo Inversores – Cuadro Agrupación CA; y 1734,1 A en el tramo Cuadro Agrupación CA – CGBT.

2.2. Características de las protecciones eléctricas de la instalación

2.2.1. Parte de Corriente Continua

a) Contactos directos e indirectos:

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

b) Sobretensiones:

Sobre el generador fotovoltaico se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada de CC del inversor mediante dispositivos de protección de clase II (integrado en el inversor), válido para la mayoría de equipos conectados a la red.

2.2.2. Parte de Corriente Alterna

a) Fusibles

Se instalarán fusibles en la salida CA de cada uno de los inversores, aguas debajo de la protección general de la instalación fotovoltaica.

VISADO



Según las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-22 de Protección contra sobreintensidades, se establecen dos condiciones que deben de cumplir los fusibles de la línea que se pretende proteger.

1º Condición

La primera condición tiene como fin no permitir el deterioro del cable según la corriente eléctrica inyectada prevista y cumplir con la siguiente premisa.

$$I_L \leq I_n \leq I_z$$

La intensidad de la línea trifásica será:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi}$$

En nuestro caso los fusibles irán asociados a cada inversor y se situarán en el Cuadro Agrupación CA, por lo tanto, la intensidad que soportará la línea será de 144,51 A.

A partir de los valores normalizados de los fusibles se especificará el valor I_n , intensidad nominal del fusible, en este caso, el valor seleccionado es 160 A para el fusible correspondiente al inversor INGECON SUN 3Play 100TL.

Finalmente, el valor de I_z tomará el valor de la corriente admisible por el conductor elegido y, en este caso, se calculará con la sección más desfavorable siendo en este caso de 185 mm2 Al cuya corriente admisible por el conductor es de 180,8 A.

A continuación, se observa cómo se cumple la condición primera para la elección de fusibles:

l _{línea}	≤	l asignada fusible	≤	admisible conductor
144,5 A	≤	160 A	≤	180,8 A

2º Condición

(ingenieros va

Pág. 26 de 97

Condición dada por la capacidad que posee el cableado para soportar sobrecargas transitorias sin deteriorarse de hasta 145 % de la intensidad admisible.

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_z$$

El valor de I_F viene dado por la siguiente tabla:

I_n	Tiempo convencional (h)	I_F
$I_n \le 4$	1	$2,1 \cdot I_n$
$4 \le I_n \le 16$	1	$1,9 \cdot I_n$



$16 \le I_n \le 63$	1	$1,6 \cdot I_n$
$63 \le I_n \le 160$	2	$1,6 \cdot I_n$
$160 \le I_n \le 400$	3	$1,6 \cdot I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 \cdot I_n$

En este caso se obtiene que cumple la siguiente condición al ser menor la corriente que garantiza el funcionamiento de la protección respecto la corriente admisible, todo ello multiplicado por el factor correspondiente.

1,6 * I asignada fusible	≤	1,45 * I admisible conductor
256 A	≤	262,16 A

b) Interruptor automático magneto-térmico:

Se instalará una protección magnetotérmica general de la instalación fotovoltaica en el interior del CGBT de la industria, que será un interruptor automático modelo **NS2000 4P de 2000 A** del fabricante **Schneider Electric.**

Además, con este magnetotérmico queda protegido el cable contra sobrecargas, al cumplirse:

Salida de inversores	≤	l asignada dispositivo de protección	≤	l admisible de la línea
1734,10 A	≤	2000 A	≤	2156 A

c) Interruptor diferencial

La instalación contará con protección diferencial en la parte CA, a través de un relé diferencial modelo **RH99M** del fabricante **Schneider Electric**, la cual será de sensibilidad regulable **0,03 A – 30 A**.

d) Protección de la calidad del suministro

En la ITC-BT-40 se recogen algunas especificaciones relacionadas con la calidad de la energía inyectada a red en instalaciones generadoras, que se especifican con más detalle en el RD 1663/2000. Así la instalación contará con:

<u>Interruptor automático de la interconexión,</u> para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de

Pág. 27 de 97

NGEOLID

enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán, según el R.D. 1699/2011, de:

En frecuencia: 49 – 51 Hz

En tensión: 0,85·Um – 1,1·Um

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. Éste sería el caso que nos ocupa, ya que el inversor INGETEAM, tiene estas protecciones incluidas. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente. El estado del contactor («ON/OFF»), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor seleccionado de interruptor ON/OFF, esta labor la realizará el seccionador accesible de la instalación, que se instalará junto al inversor.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante del mismo deberá certificar:

- 1. Los valores de tara de tensión.
- 2. Los valores de tara de frecuencia.
- 3. El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
- 4. Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras que, de acuerdo con la disposición final segunda del presente Real Decreto, no se hayan dictado las instrucciones técnicas por las que se establece el procedimiento para realizar las mencionadas pruebas, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Se adjuntan en el apartado de garantías y certificados todos estos documentos.



e) Funcionamiento en isla

El interruptor automático de la interconexión impide este funcionamiento, peligroso para el personal de la CED. Además, los inversores INGECON SUN 3PLAY 100TL poseen protección anti-isla.

f) Equipo antivertido

Se instalará un equipo antivertido homologado bajo la norma UNE 217001 IN, para que la instalación fotovoltaica no vierta excedentes a la red de la empresa distribuidora, de tal manera que, si el consumo de la fábrica fuese inferior a la producción potencial de la instalación fotovoltaica, los inversores ajustarán su curva de producción para adecuarla al consumo y que no se produzcan excedentes.

Para poder adaptar la generación de energía de la planta fotovoltaica al consumo es necesario realizar una medida instantánea del consumo de la industria. En este caso, se realiza la medida en Baja Tensión (400 V), directamente en los cables de entrada al Cuadro General de Baja Tensión de la industria, provenientes de la subestación que da servicio a la industria, para obtener la medida de consumo, a través de transformadores de intensidad ya existentes.

Los transformadores de intensidad para realizar la medida indirecta del consumo se conectarán a un equipo de gestión energética, que enviará mediante un cable de comunicaciones de ethernet (o similar) cuyo tendido discurrirá hasta la ubicación de los inversores fotovoltaicos. Los transformadores de intensidad existentes tienen las características que se muestran a continuación:

Trafos de intensidad existentes			
Número de trafos	3		
Relación intensidad	2500/5		
Clase de precisión	0,5		
Potencia de precisión	10 VA		

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA

1216/18FEAGROPAL VILLOLDO – 1200 kWn (1353,6 kWp)



3. PLIEGO DE CONDICIONES



3.1. **Disposiciones preliminares**

La legislación que deberemos de tener como punto de referencia para la realización del proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 1788/1991, de 20 de diciembre, por el cual se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación, entre ellas, adapta las exigencias de seguridad de las células y módulos fotovoltaicos. (BOE nº 307, 24-12-1991).
- Real decreto 9/2013, de 12 de julio, por el por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- R.D.1556/2005, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2006. (B.O.E. 28.12.05).
- Real decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red (energía fotovoltaica) IDAE (PTC-C Rev.-octubre 2002).
- 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.
 - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Resolución del 5 de noviembre de 2001, de la consejería de industria, comercio y turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir las convocatorias públicas de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2002.
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre sobre la prevención de riesgos laborales (BOE nº 269 del 10 de noviembre).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

ingenieros va

Pág. 31 de 97



- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto-Ley 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- MT 3.53.01 Edición 5 de marzo de 2016, Condiciones Técnicas de la instalación de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola Distribución eléctrica SAU.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

También se seguirá en todo lo posible otras normas como las UNE de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas NTE del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las CEN o ISO, como las siguientes:

- UNE: UNE-EN 60891:1994 procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 60904-1:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 1: medida de la característica I-V de los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 60904-2:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 2: requisitos de células solares de referencia.
- UNE-EN 60904-3:1994 dispositivos fotovoltaicos parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- UNE-EN 60904-5:1996 dispositivos fotovoltaicos parte 5: determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
- UNE-EN 61215:1997 módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre, cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61727:1996 sistemas fotovoltaicos (FV), características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.



3.2. **Descripción de la obra**

a) <u>Módulos</u>

Los módulos serán suministrados sobre paneles en cajas de embalaje con material de protección de poliuretano, para su traslado con carretilla hidráulica.

Los paneles se almacenarán depositándolos sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, los paneles se cubrirán para protegerlos del agua de lluvia.

En el caso de que los módulos, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán hincados sobre suelo con un ángulo de inclinación de 30°, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

b) Inversor

Serán suministrados sobre la propia plataforma de instalación, con sus correspondientes protecciones contra posibles golpes en el transporte.

Se ubicarán en la estructura soporte de los módulos mediante hincas y perfiles auxiliares aportando una correcta sujeción.

Se instalará de manera que la ventilación de los mismos no quede obstruida y con una separación adecuada para que puedan ser manipulados en caso de avería.

c) Cableado de circuitos y demás elementos

Serán todos ellos de primera calidad, evitando que en el almacenamiento de espera para su instalación estén expuestos a daños por golpes o descubiertos de su embalaje de fábrica.

d) Materiales de acero

Los materiales de acero empleados serán de buena calidad sin deformaciones, roturas ni otros defectos. No se admitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las estructuras, tanto del soporte-colector como de los redondos para armar el hormigón.

El límite elástico será de 24 kg/mm2 como corresponde a los aceros tipo A-41.

Pág. 33 de 97



3.3. Condiciones de materiales y equipos

a) Materiales

Todos los materiales serán de buena calidad y de reconocida casa comercial. Tendrán las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto y fije la dirección facultativa.

b) Reconocimiento de los materiales

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra.

El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación. Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

Los accesorios, cajas, bornes, pequeño material y equipos serán de buena calidad y estarán igualmente exentos de defectos, tanto en su fabricación como en la calidad de los materiales empleados.

3.4. Ejecución de la obra

a) Generalidades

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo expuesto en el presente proyecto y a lo que dictamine la dirección facultativa.

El replanteo de las instalaciones se ajustará por el director de la obra, marcando sobre el terreno claramente todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del contratista y según proyecto.

El contratista facilitará por su cuenta todos los elementos que sean necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de la invariabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

Si el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras de la instalación solar.

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

ingenieros va



Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar la calidad de los materiales, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como paneles fotovoltaicos, luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, inversores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

La instalación de los equipos, cables, cajas, bornes y pequeño material, permitirá su posterior acceso a los mismos a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

(ingenieros va

Pág. 35 de 97



Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

b) Montaje de estructura soporte y captadores

La estructura soporte de módulos resistirá, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve.

La estructura y el sistema de fijación de los módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Se pondrán sujeciones para el módulo fotovoltaico, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. Como la estructura será galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos en superficie plana (suelo) incluyendo todos los accesorios y bancadas y/o anclajes necesarios.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Será del tipo galvanizada en caliente y cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

c) Inversor

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles.

ingenieros va



Será del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

El inversor dispondrá de las señalizaciones para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos para su supervisión y manejo.

El inversor incorporará los controles manuales de encendido y apagado general del inversor y la conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características técnicas de funcionamiento deberán cumplir las estipuladas por el IDAE.

d) Cableado y canalización

Se construirán las arquetas o cajas de conexión necesarias para la unión eléctrica de las distintas partes de los circuitos, así como sus correspondientes canalizaciones, según lo estipulado en el RBT vigente.

Las interconexiones entre los módulos de cada grupo se harán a través de las cajas de conexiones estancas de cada módulo.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y aluminio. Tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 2 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

e) Protecciones

La instalación llevará protecciones tanto en la parte de CA como en la de CC, haciendo más seguras las instalaciones ante posibles desperfectos tanto de nuestros equipos como ante perturbaciones atmosféricas. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Nuestras instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

VISADO



En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

3.5. Medición y abono de las obras

a) Replanteo

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesite para los replanteos serán de cuenta del contratista, no teniendo por este concepto derecho a indemnización de ninguna clase. El contratista será responsable de los errores que resulten de los replanteos con relación a los planos acotados que el director de la obra facilite a su debido tiempo.

b) Mediciones

El campo creado de energía fotovoltaica se medirá en potencia generada.

La longitud del cable de interconexionado se medirá en metros.

Todos los elementos de la instalación se medirán por unidades totalmente instaladas y funcionando, con partes proporcionales de sujeción y accesorios.

c) Abono de las obras

Se abonarán al contratista las obras que realmente ejecuta con sujeción al proyecto aprobado, las modificaciones debidamente autorizadas y que se introduzcan, y las órdenes que le hayan sido comunicadas por el director de la obra.

Si en virtud de alguna disposición del director de la obra, se introdujera alguna reforma en la misma que suponga aumento o disminución del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarla con los precios que figuran en el presupuesto del contrato y de no haberlos se establecerán previamente.

El abono de las obras se efectuará en la recepción de las mismas.

d) Comienzo de las obras

El contratista deberá comenzar las obras a los treinta días de la firma del contrato y en su ejecución se ajustará a los planos que le suministre el director de la obra.

ingenieros va

Pág. 38 de 97



Él se sujetará a las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas vigentes, así como los que se dicten durante la ejecución de las obras.

e) Responsabilidades en la ejecución

El contratista es el único responsable de la ejecución de las obras que haya contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudieran costarle los materiales ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo todas ellas de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del director de la obra.

Será asimismo responsable ante los tribunales de los accidentes que por su inexperiencia o descuido ocurran en la construcción de la instalación, en cuyo caso, si no fuese persona competente en los trabajos, tendrá obligación de hacerse representar por otra que tenga para ello los debidos conocimientos.

3.6. **Disposiciones finales**

3.6.1. Condiciones de contratación

a) Elección de componentes

Todos los materiales utilizados en el montaje de la instalación corresponden a los de mayor fiabilidad de los que se encuentran en el mercado, cumpliendo a su vez, todas y cada una de las condiciones de trabajo a que éstos se someten.

3.6.2. Ejecución del proyecto

La casa constructora encargada de la ejecución del presente proyecto deberá tener en cuenta todas las normas que sobre el montaje existan. Todas las obras deberán ser realizadas por personal cualificado.

a) Plazo de ejecución

Sería fijado en el plazo de ejecución de las bases de contratación.

b) Comprobación del circuito

Una vez terminado el montaje se efectuarán los siguientes controles:

Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

ingenieros Va

Pág. 39 de 97



- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

c) Prueba final de entrega

Antes de dar por finalizada la ejecución del proyecto se someterá a la instalación a una prueba en iguales condiciones a las que van a ser empleadas normalmente.

3.6.3. Condiciones facultativas

a) <u>Dirección</u>

La dirección del montaje estará realizada en su totalidad por la persona firmante de este proyecto.

La instalación de los elementos se adecuará totalmente a los planos y documentos del presente proyecto.

Si hubiera necesidad de variar algún punto de este proyecto, será el director del montaje el único autorizado para ello.

b) Interpretación

La interpretación del proyecto en toda su amplitud correrá a cargo del técnico, al que la casa constructora deberá obedecer en todo momento. Si hubiese alguna diferencia en la interpretación de las condiciones del citado proyecto, la casa constructora deberá aceptar y obedecer la opinión del técnico.

c) Responsabilidad de la casa constructora

Esta será la única responsable de las indemnizaciones a que hubiera lugar por el sobreprecio que pudiera costarle la instalación de los elementos del proyecto y por las erradas maniobras que pudiera cometer durante la realización del mismo.

d) Duración de obra

La casa constructora abonará una determinada cantidad por cada día de retraso en la entrega de la instalación totalmente terminada.

e) Exclusividad de proyecto

La casa constructora no podrá en ningún caso traspasar este contrato ni dar su trabajo a

otra persona, sin previa autorización de la dirección técnica.

ingenieros val



3.6.4. Garantías

a) Plazo de garantía

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 2 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de 12 años.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que se hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

(ingenieros va

Pág. 41 de 97

VIGEOUD INGENIERIA Y GESTIONES

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el lugar de la instalación, el componente deberá ser enviado el taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

b) Recepción definitiva

Al cumplirse el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, mediante las pruebas consiguientes. Si los resultados fueran satisfactorios, se levantará acta en la que se hará constar el resultado de las demás pruebas unificadas durante el período de garantía.

3.6.5. Tramitación

a) Tramitación oficial

Serán por cuenta del contratista los trámites necesarios entre los organismos interesados para la legalización de la instalación.

Todos los gastos, incluidas las copias del proyecto que se produzcan, serán también por su cuenta. Será responsable de cualquier demora que dé lugar los fallos en esta tramitación.

b) Validez del presupuesto

El presupuesto del proyecto será válido por un período máximo de 30 días, transcurridos los cuales aplicará sobre la totalidad de éste, el incremento o la disminución en porcentaje igual al que el estado publique en concepto de incremento de precios, no pudiendo sobrepasar en ningún caso el índice de fluctuación oficial.

Al precio indicado en el presupuesto se le repercutirá el IVA correspondiente.



c) Cambio de constructor

El adjudicatario no podrá ceder ni traspasar a otra persona física o jurídica la contrata, sin la plena ni expresa autorización de la administración.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



4. ESTUDIO DE SEGURIDAD



4.1. Memoria del Estudio de Seguridad y Salud

4.1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud

Este estudio de Seguridad y Salud establece las condiciones relativas a la prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales durante la ejecución de los trabajos que abarca el proyecto, así como los derivados de las actividades de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las características de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar para los trabajadores.

Este estudio se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Tiene por finalidad dar unas directrices básicas a las empresas contratistas para cumplir sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales.

En este estudio se concreta y desarrollan las medidas de seguridad correspondientes a la ejecución de la obra de la instalación solar fotovoltaica conectada a red interior situada en la industria sita en Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo, Palencia.

El estudio de Seguridad se redacta considerando los riesgos que a priori pueden surgir en el transcurso de esta obra. Esto no quiere decir que no aparezcan otros riesgos, los cuales deberán ser estudiados y ampliados mediante anexos durante el transcurso de la obra, en el momento en que se detecten.

4.1.2. Obligaciones de las empresas

Las obligaciones que debe cumplir la empresa constructora, en materia de seguridad y salud son las siguientes:

- Deberá elaborar una memoria en la que se recojan:
 - Los riesgos a los que están expuestos.
 - Las normas de seguridad que deben aplicar para evitar los riesgos
 - Equipos de protección individual.
 - Medios de protección colectiva.

Todo ello, correspondiente a los trabajos que van a realizar; teniendo en cuenta los medios humanos y materiales con los que cuentan.

 Esta memoria será presentada antes del comienzo de los trabajos, al coordinador de seguridad y salud, para su aprobación e inclusión en el plan de seguridad y salud de la obra.



- La empresa antes del comienzo de los trabajos comunicará el nombramiento de un responsable en la obra de vigilar el cumplimiento por parte de sus trabajadores de las medidas preventivas establecidas en el plan.
- La empresa acreditará la formación e información de todos sus trabajadores, en materia de seguridad y salud, de acuerdo con los trabajos que ejecute cada uno de ellos.

4.1.3. Características de la obra

La obra consiste en la ejecución y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 1200 kWn (1353,6 kWp) sobre el suelo de la parcela situada en el Camino a Amayuelas de Arriba, 34131-Villoldo (Palencia), perteneciente a Agropal S.COOP.

Las principales unidades de obra, para la ejecución total del parque son las siguientes:

- Obra civil.
- Montaje de los paneles solares fotovoltaicos y demás infraestructura (estructuras, inversores, sistema antivertido,...).
- Instalación de conductores y tirado del cableado.
- Puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica.

De este modo, se pretende que los trabajos objeto de este plan, se lleven a cabo con las condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, al ser las propias empresas encargadas de la elaboración de los trabajos, las que adopten las medidas preventivas que mejor se ajusten a su método de trabajo.

a) Descripción de los trabajos realizados

La obra consiste en la instalación y montaje de 2880 paneles solares fotovoltaicos y 12 inversores, junto con la aparamenta eléctrica y de obra civil que ello lleva.

Los módulos fotovoltaicos y los inversores llegarán a la misma nave donde se instalarán en transporte de camión, procediéndose a su descarga y acopio, para su posterior montaje, el cual se detallará en cada una de sus fases en la memoria descriptiva.

Los paneles serán soportados por una estructura metálica diseñada específicamente para su sustento.

b) **Emplazamiento**

La obra se desarrollará en el Cam. a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo, Palencia.

Pág. 46 de 97



c) Propiedad

La promoción de las obras corresponde a Agropal Sociedad Cooperativa.

d) Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto para esta obra es de 60 días laborables por la instalación de 1353,6 kWp, contado a partir de la fecha de su comienzo.

e) Número de trabajadores estimado

Se ha estimado que el número máximo de trabajadores que se encuentren simultáneamente en esta obra será de 10 (diez) trabajadores.

f) Interferencias y servicios afectados

No existen interferencias ni servicios afectados, debido a que las instalaciones existentes se encontrarán en marcha.

g) Presupuesto

El presupuesto de ejecución material previsto para las obras, asciende a la cantidad de 864.123,00 €(Ochocientos sesenta y cuatro mil ciento veintitrés euros)

El presupuesto de ejecución del plan de seguridad y salud asciende a la cantidad de 2.847,42 €(Dos mil ochocientos cuarenta y siete euros con cuarenta y dos céntimos)

h) Accesibilidad

El acceso de la maquinaria a los lugares donde se ejecutarán las obras, ha sido clasificado como fácil.

i) <u>Unidades de obra</u>

La obra se divide en las siguientes fases:

 Transporte de materiales hasta y dentro de la finca en la que se ubicará la instalación y descarga.

ingenieros va



- Colocación de elementos auxiliares.
- Colocación de los módulos.
- Montaje de los inversores
- Instalación de cajas de medida y protección.
- Trabajos de cableado.
- Pruebas y puesta a punto.

j) Medios auxiliares, maquinaria y máquinas-herramientas

Está prevista la utilización de la maquinaria y medios auxiliares que a continuación se relacionan:

- Andamios metálicos.
- Plataformas elevadoras.
- Camión grúa.
- Camiones furgonetas.
- Herramientas eléctricas.
- Herramientas manuales.

En ningún caso se precisa la ocupación del suelo público para la instalación de los medios auxiliares.

4.1.4. Formación

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud a todo el personal que tome parte en los trabajos.

Dicha formación habrá de ser específica sobre las unidades de obra que cada uno vaya a ejecutar y deberá consistir en una explicación de los riesgos a los que se encuentran expuestos, los métodos de trabajo más seguros que deben aplicarse y las protecciones colectivas e individuales de que disponen.

Se explicará también a los trabajadores qué deben hacer en el caso de que suceda un accidente laboral.

4.1.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

a) Botiquines

(ingenieros va

Pág. 48 de 97

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material sanitario especificado a continuación:



- Un frasco de agua oxigenada.
- Un frasco de alcohol 96°.
- Un frasco de tintura de yodo.
- Un frasco de mercurocromo.
- Un paquete de gasas esterilizadas.
- Un paquete de algodón hidrófilo.
- Un rollo de esparadrapo.
- Un paquete de tiritas.
- Un torniquete.
- Analgésicos.
- Jeringuillas desechables.
- Unas tijeras.

b) Asistencia a accidentados

Se colocarán en lugares visibles listas con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

Como mínimo, deben figurar en los carteles los datos de:

- Servicio de urgencia.
- Ambulancia.
- Policía.
- Bomberos.
- Taxis.

4.1.6. Prevención de daños a terceros

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena a la misma, colocando en su caso, si es posible los cerramientos necesarios.



4.1.7. Medidas de seguridad en las unidades de obra

A continuación, se van a analizar los distintos trabajos previstos para cada una de las unidades de la obra. Los capítulos de *Maquinaria y máquinas-herramientas* son comunes para cada una de las fases de la obra.

a) Transporte y descarga de materiales.

Esta labor es realizada por un transportista que respetará las normas de seguridad previstas en este capítulo y si el transportista pertenece a una empresa deberá asumir estas medidas en una carta que se le facilitará, siempre que acceda a la obra para efectuar descarga de material.

En esta fase se utilizará camión y herramientas manuales diversas, por lo que además de las medidas preventivas estimadas, debemos tener en cuenta las normas de seguridad para la maquinaria empleada.

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atropellos
- Golpes en extremidades
- Atrapamiento o aplastamiento por desplome de materiales

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- Todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos a los que están expuestos, debiendo utilizar los equipos de protección individual para minimizar dichos riesgos.
- La descarga se efectuará en lugares estimados para tal fin, intentando que estos sean nivelados.
- Cuando el camión esté maniobrando para realizar la descarga, debe ser guiado por una persona desde el exterior.
- Antes de llevar a cabo el desatado de la mercancía se debe hacer un reconocimiento, para comprobar si se ha movido la carga.
- El desatado de las eslingas debe realizarlo, la persona que efectuó el transporte.
- Todos los trabajadores que participen en la descarga, deben de ser avisados, cuando se desaten las eslingas.
- Se cuidará durante todo el desarrollo de esta fase el orden y la limpieza del lugar de trabajo.



Protecciones personales

- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.

b) Colocación de paneles solares fotovoltaicos y demás infraestructuras

En esta fase se coloran todos aquellos elementos, que deben estar dispuestos en los diferentes tramos, así como los elementos de protección colectivas necesarias para la realización de los trabajos y posteriores reparaciones.

En esta fase solo se utilizará diversa herramienta manual.

Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes con objetos o herramientas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Sobreesfuerzos.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- Los trabajos que sean realizados por más de una persona, serán ejecutados de forma coordinada.
- La herramienta manual utilizada estará dentro de contenedores, dispuestos para tal fin y cada vez que se utilice se retornará a su sitio, cuidando su limpieza.
- El lugar de trabajo se mantendrá en un correcto estado de orden y limpieza y libre de posibles obstáculos causantes de caídas al mismo nivel.

Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.

c) Pruebas y puesta a punto

Estos trabajos consisten en verificar el funcionamiento de la instalación una vez que se ha finalizado el cableado y conexionado.

ingenieros Va



La maquinaria utilizada para estos trabajos son herramientas manuales y aparatos de medición.

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Golpes y cortes.
- Contactos eléctricos, directos e indirectos.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- Para la realización de estos trabajos es necesaria la autorización específica correspondiente.
- Los trabajadores contarán en todo momento con una linterna.
- Los trabajadores conocerán los riesgos a los que se encuentran expuestos y utilizarán los equipos de protección individual necesarios para minimizar los riesgos.
- No se realizarán estos trabajos en presencia de aparato eléctrico.
- Las inspecciones y pruebas deben realizarse con los órganos móviles correctamente protegidos.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.

4.1.8. Maquinaria y máquinas-herramientas

a) Máquinas-herramientas

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención que atañen a la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía distinta de la humana: taladros, llaves neumáticas, etc.

Riesgos más frecuentes

ingenieros va

Pág. 52 de 97

Cortes y golpes.



- Proyección de partículas.
- Contactos eléctricos.
- Ruido.

Normas básicas de seguridad y prevenciones colectivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán para su reparación.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe la anulación de toma de tierra de las máquinas herramientas si no están dotadas de doble aislamiento.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma.
- Botas de goma.
- Botas de seguridad.

b) Herramientas manuales

Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.





Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- Cada herramienta manual se utilizará para aquellas tareas para las que ha sido concebida.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias resbaladizas.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas, recipientes o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

Equipos de protección personal

- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.

4.1.9. **Medios auxiliares**

a) Escaleras de mano

Este medio auxiliar suele ser objeto de prefabricación rudimentaria, lo cual es una práctica contraria a la seguridad, y por tanto debe ser impedida.

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo.
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

a) De aplicación al uso de escaleras de Madera.



- Las escaleras de Madera tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los travesaños de Madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de Madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.
- b) De aplicación al uso de escaleras metálicas.
 - Los largueros serán de una sola pieza y carecerán de deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
 - Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie o serán de material inoxidable.
 - Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- c) Para el uso general de escaleras de mano, independientemente de los materiales de que estén hechas.
 - Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m.
 - Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
 - Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
 - Las escaleras de mano sobrepasarán en 1 m la altura a salvar.
 - Las escaleras de mano se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
 - Se prohíbe transportar pesos a mano iguales o superiores a 25 Kg sobre las escaleras de mano.
 - Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar su estabilidad.
 - Se prohíbe la utilización al mismo tiempo de la escalera por dos o más personas.
 - El ascenso y descenso y el trabajo sobre las escaleras de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando hacia los peldaños que se están utilizando.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
 - Cinturón de seguridad.

1216/18 FAGROPAL VILLOLDO – 1200 kWn (1353,6 kWp)

ingenieros^{va} VISADO



Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA

Pliego de Condiciones 4.2.

Disposiciones legales de aplicación 4.2.1.

Son de obligado cumplimiento, las disposiciones vigentes que afectan a la Seguridad y Salud en el trabajo, contenidas en:

<u>DISPOSICIÓN</u>	<u>RANGO</u>	<u>FECHA</u>	BOE FECHA
Ley de Prevención de Riesgos Laborales	Ley 31/95	8/11/95	10/11/95
Reglamento de los Servicios de Prevención	R.D. 39/97	17/1/97	31/1/97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo	R.D. 485/97	14/4/97	23/4/97
Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo	R.D. 486/97	14/4/97	23/4/97
Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores	R.D. 487/97	14/4/97	23/4/97
Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	R.D. 773/97	30/5/97	12/6/97
Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	R.D. 1215/97	18/7/97	7/8/97
Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción	R.D. 1627/97	24/10/97	25/10/97
Reglamento de recipientes a presión	R.D. 1244/79	4/4/79	29/05/79
Estatuto de los Trabajadores	Real Decreto Legislativo 1/1995	24/3/95	29/3/95

Pág. 56 de 97



DISPOSICIÓN	DANCO	FECHA	BOE FECHA
DISPUSICION	<u>RANGO</u>	FECHA	BUE FEURA
Modelo de Libro de Incidencias correspondientes a las obras en las que sea obligatorio un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo	O.M.	20/9/86	
Requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de los centros de trabajo	O.M.	6/10/86	
Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado	O.M.	31/8/87	18/9/87
Convenio colectivo Provincial de la			

Construcción

Repertorio de recomendaciones prácticas de la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.)

Convenios de la O.I.T., ratificados por España, que afectan a Seguridad y Salud en el Trabajo

Código de la circulación

Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad y Salud y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en esta obra

4.2.2. Normas referentes a personal en obra

En cada grupo o equipo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las normas contenidas en este Plan.

El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Coordinador de Seguridad y Salud o/y Director de la Obra.

Será el encargado de hacer cumplir todas las normas y medidas de seguridad establecidas para cada uno de los tajos.

Hará que todos los trabajadores a sus órdenes utilicen los elementos de seguridad que tengan asignados y que esta utilización sea correcta.

No permitirá que se cometan imprudencias, tanto por exceso como por negligencia o ignorancia.

Se encargará de que las zonas de trabajo estén despejadas y ordenadas, sin obstáculos para el normal desarrollo del trabajo.

Designará las personas idóneas para que dirijan las maniobras de los vehículos.

Pág. 57 de 97



Dispondrá las medidas de seguridad que cada trabajo requiera, incluso la señalización necesaria.

Ordenará parar la actividad en caso de observar riesgo de accidente grave e inminente.

Los trabajadores deberán trabajar provistos de ropa de trabajo, cascos y demás prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Accederán al puesto de trabajo por los itinerarios establecidos.

No se situarán en el radio de acción de máquinas en movimiento.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

4.2.3. Normas de señalización

Los accesos al centro de trabajo deberán estar convenientemente señalizados de acuerdo con la normativa existente.

La señalización de Seguridad y Salud deberá emplearse cuando sea necesario:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzcan situaciones de emergencia.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen maniobras peligrosas.

4.2.4. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o de la proximidad de la fecha de sustitución.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechada y repuesta al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

ingenieros Va



Todos los equipos de protección individual deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. De este modo, todos deben cumplir las condiciones que establece su correspondiente normativa de comercialización (R.D. 1407/92 y posteriores modificaciones) y, por tanto, llevar el marcado CE e ir acompañados de la información necesaria para su adecuado uso y mantenimiento.

En la obra, las normas de uso y mantenimiento deben ser comunicadas a los usuarios o mantenedores a los que incumban.

b) Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

Señales

Estarán de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas con tubos metálicos.

Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que, en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.

Escaleras de mano

Cumplirán con las normas establecidas en el capítulo correspondiente de la memoria de este plan.

Extintores

Serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

4.2.5. Organización de la prevención en la obra

El contratista debe haber establecido un sistema de prevención de riesgos laborales en su empresa, optando por alguna de las posibilidades que le ofrece la ley:

- Designar uno o varios trabajadores para ocuparse de las actividades de prevención.
- Constituir un servicio de prevención propio.
- Concertar dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

ingenieros va



El contratista constituirá un Comité de Seguridad y Salud en su empresa cuando el número de trabajadores supere los 50 o cuando así los disponga el Convenio Colectivo Provincial. El Comité de Seguridad y Salud se debe reunir, al menos, una vez al trimestre. Sus funciones están detalladas en el artículo 39 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista deberá adoptar medidas de información e instrucciones adecuadas respecto a los riesgos (comunicación del Plan de Seguridad y Salud, medidas de emergencia a aplicar, etc.) a todos los subcontratistas y a los trabajadores autónomos.

El contratista deberá impartir formación e información sobre los riesgos del trabajo, generales y de cada puesto en concreto, a sus trabajadores.

El contratista deberá designar a un responsable de seguridad y salud en la obra, que vigile el cumplimiento de todas las medidas establecidas en este Plan de seguridad y salud y que actúe de interlocutor permanente ante el coordinador de Seguridad y Salud.

El contratista deberá someter a sus trabajadores a reconocimiento médico cuando entren a trabajar en su empresa y, después, una vez al año.

a) Actuaciones en caso de accidente

En el Plan de Seguridad y Salud se indicará como mínimo:

- Dirección y teléfono del lugar al que deben ir normalmente los accidentados.
- Teléfonos de ambulancias más próximas.
- Teléfono de la Policía o Guardia Civil
- Teléfono de bomberos más próximos.
- Teléfono de paradas de taxis más próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia médica, aunque sea leve, el Jefe de Obra de la contrata principal realizará una investigación:

- Nombre del accidentado
- Fecha, hora y lugar del accidente
- Descripción del accidente
- Causas del accidente
- Medidas preventivas para evitar su repetición
- Plazos para la implantación de las medidas preventivas

b) Libro de incidencias

Con fines de seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud en la obra, existirá un *Libro de Incidencias*, habilitado al efecto y facilitado por:

(ingenieros va



- el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.
- o la Oficina de Supervisión de Proyectos o equivalente, cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias estará en poder del Coordinador de Seguridad y Salud o de la Dirección Facultativa, en caso de que ejerza las funciones de Coordinación de Seguridad y Salud. Tendrán acceso a él la Dirección Facultativa, los contratistas, subcontratistas y autónomos, los representantes de los trabajadores y los técnicos de seguridad y salud de las Administraciones públicas, quienes podrán hacer anotaciones.

Efectuada una anotación, el coordinador de seguridad y salud, están obligados a remitir una copia a la Inspección de Trabajo en un plazo de 24 horas. Todas las anotaciones se deben notificar al contratista afectado y a los representantes de sus trabajadores.

4.2.6. Instalaciones de higiene y bienestar

a) Vestuarios, comedores, duchas y lavabos

Puesto que los trabajadores han de llevar ropa especial para realizar su trabajo, deberán tener a su disposición vestuarios adecuados de fácil acceso, de dimensiones suficientes y dotados de asientos y de instalaciones que les permitan poner su ropa a secar. Cada uno dispondrá de una taquilla cerrada con llave.

En caso de que sea necesario comer en la obra, habrá comedores con una superficie de entre 1 y 2 m² por persona.

El número de aparatos sanitarios será de un inodoro o placa turca por cada 25 trabajadores y un lavado y una ducha por cada 10.

Las instalaciones estarán dotadas de luz, calefacción, agua caliente, bancos, calientacomidas y taquillas, así como de los accesorios de espejos, jabón, etc., manteniéndose en total estado de orden y limpieza.

Se precisan recipientes con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que genere durante las comidas el personal de la obra.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



Presupuesto General y Mediciones 4.3.

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
10	Ud. casco de seguridad con barbuquejo contra golpes mecánicos, con marcado CE	12,70	127,00
10	Ud. de gafas antipolvo y anti-impactos, con marcado CE	7,21	72,10
10	Ud. de cinturón de seguridad. con marcado CE	17,43	174,30
10	Ud. de chaleco reflectante, con marcado CE	12,62	126,20
20	Ud. de guantes de cuero, con marcado CE	2,40	48,00
10	Ud. de botas de seguridad de cuero, con marcado CE	81,03	810,30

Total Capítulo 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES:

1357,9 euros

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
1	Ud. señal normalizada de tráfico, incluso soporte metálico, colocación y desmontaje.	7,81	7,81
1	Ud. cartel indicativo de riesgo, sin soporte metálico. Colocación y desmontaje	9,01	9,01
0	Ml. de cable de seguridad para anclaje de cinturón y arnés de seguridad	0,00	0,00

Total Capítulo 2 PROTECCIONES COLECTIVAS:

16,82 euros

CAPÍTULO 3: EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
1	Ud. extintor de polvo polivalente incluso soporte y colocación	47,48	47,48

Total Capítulo 3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS: CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE BIENESTAR 47,48 euros



VIŠADO 1216/18/FAGROPAL VILLOLDO – 1200 kWn (1353,6 kWp)



Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
2	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios y aseos en obra de 6,20x2,45x2,45 m. de 15,19 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufe de 1500 W. punto luz exterior. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	484,76	969,52
4	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	10,91	43,64
1	Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).	19,17	19,17
1	Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos).	6,03	6,03

Total Capítulo 4 INSTALACIONES DE BIENESTAR:

1038,36 euros

CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
1	Ud. botiquín de obra para primeros auxilios completamente equipado	66,11	66,11

Total Capítulo 5 MEDICINA PREVENTIVA:

66,11 euros

CAPÍTULO 6: ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
1	Ud. reunión de Coordinación de Seguridad y Salud en obra	110,45	110,45



Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
10	H. formación e información de seguridad y salud a los trabajadores	21,03	210,30

Total Capítulo 6 ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA: 320,75 euros

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES	1357,90 €
CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS	16,82€
CAPÍTULO 3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS	47,48 €
CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	1.038,36 €
CAPÍTULO 4 MEDICINA PREVENTIVA	66,11 €
CAPÍTULO 5 ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA	320,75€
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.847,42 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de DOS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



5. PRESUPUESTO



TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL PEM	482.242,52 €
Ud. Panel Fotovoltaico JINKO JKM470-7RL3-V, Monocristalino	470 Wp

	Instalación Solar Fotovoltaica Autoconsumo	1.353.600,00	Wp	
1. Obra de	1. Obra de construcción y montaje			
Uds.	Concepto	Precio Ud (€)	Importe (€)	
1	Obra civil	25.910,15	25.910,15	
1	Instalación eléctrica en c.c. y c.a.	49.277,89	49.277,89	
1	Estructura de aluminio y montaje	70.673,37	70.673,37	
Ejecución	material 1	145.861	1,40 €	
2. Instalac	ión de equipos móviles			
Uds.	Concepto	Precio Ud (€)	Importe (€)	
2.880	Ud. Panel Fotovoltaico JINKO JKM470-7RL3-V, Monocristalino	101,54	292.421,23	
12	Ud. Inversor INGETEAM 3Play 100TL	3.340,78	40.089,35	
1	Ud. Sistema antivertido de red	723,12	723,12	
Ejecución	material 2	333.233	3,70 €	
3. Gestiór	n de residuos			
Uds.	Concepto	Precio Ud (€)	Importe (€)	
1	Gestión Residuos	300,00	300,00	
4. Segurio	lad y Salud			
Uds.	Concepto	Precio Ud (€)	Importe (€)	
1	Seguridad y Salud	2.847,42	2.847,42	
TOTA	L PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL PEM	482.242	2,52 €	

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL PEM	482.242,52 €
Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%)	91.626,08
Total presupuesto instalación 1353,6 kWp (sin IVA)	573.868,60 €
Total presupuesto instalación 1353,6 kWp (con IVA)	694.381,00 €

El coste total de ejecución material (PEM) de la instalación solar fotovoltaica asciende a la cantidad de 482.242,52 € (cuatrocientos ochenta y dos mil doscientos cuarenta y dos euros con cincuenta y dos céntimos de euro)

El Gasto General y Beneficio Industrial Total de la instalación fotovoltaica es de 91.626,08 € (noventa y un mil seiscientos veintiséis euros con ocho céntimos), haciendo un total la instalación de 573.868,60 € (quinientos setenta y tres mil ochocientos sesenta y ocho euros con sesenta céntimos de euro) incluyendo el beneficio industrial (sin IVA).

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

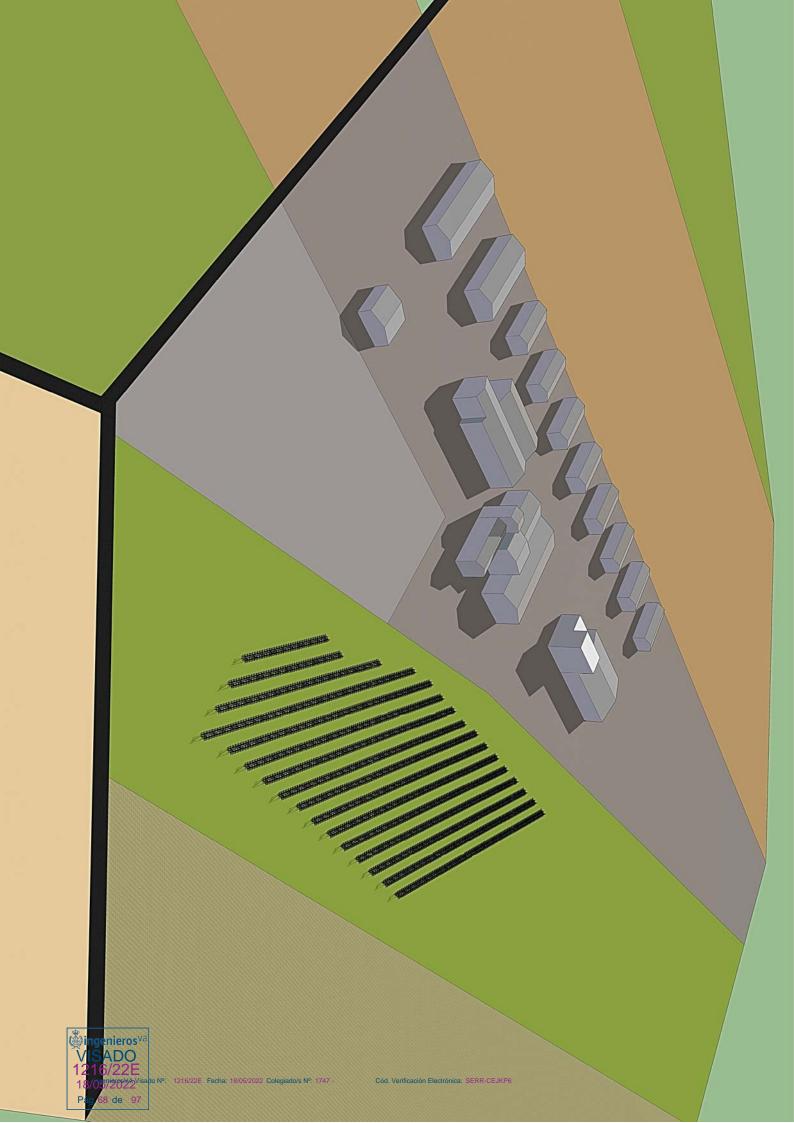
El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



6. PLANOS





ÍNDICE PLANOS

- 00: LOCALIZACIÓN
- 01: NORMATIVA
- 02: REPLANTEO GENERAL
- 03: REPLANTEO DETALLE GENERAL
- 03-A: REPLANTEO DETALLE GENERAL COTAS
- 04: NUMERACIÓN STRINGS
- 05: DETALLE STRINGS 1
- 06: DETALLE STRINGS 2
- 07: CANALIZACIÓN GENERAL
- 08: CANALIZACIÓN DETALLE 1
- 09: CANALIZACIÓN DETALLE 2
- 10: CANALIZACIÓN DETALLE 3
- 11: CANALIZACIÓN DETALLE 4
- 12: CANALIZACIÓN DETALLE 5
- 13: DETALLE BASE CUADRO AC
- 14: CUADRO DE AGRUPACIÓN AC
- 15: ESTRUCTURA GENERAL
- 16: ESTRUCTURA DETALLE 1
- 17: ESTRUCTURA DETALLE 2
- 18: CONEXIONADO MÓDULOS
- 19: EQUIPOS DETALLE
- 20: DETALLE ZANJA Y PROTECCIONES
- 21: ESQUEMA UNIFILAR
- 22: ESQUEMA ANTIVERTIDO
- 23: PROTECCIONES S.S.A.A.



7. Anexo I: Evaluación de energía autoconsumida



PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: ISF AGROPAL VILLOLDO

Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn Cobertizos en el suelo Potencia del sistema: 1354 kWp Villoldo - España





Proyecto: ISF AGROPAL VILLOLDO

Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8

VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8

Resumen del proyecto

42.25 °N

-4.58 °W

Sitio geográfico Situación

Villoldo Latitud España Longitud

> Altitud 784 m Zona horaria UTC+1

Datos meteo

Villoldo

MeteoNorm file - Sintético

Configuración del proyecto

Carga ilimitada (red)

12 unidades

Albedo 0.20

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red Cobertizos en el suelo

Orientación campo FV Sombreados cercanos Necesidades del usuario

Plano fijo Según las cadenas Inclinación/Azimut 30 / 0 °

Efecto eléctrico 100 %

Información del sistema

Conjunto FV

Inversores Núm. de módulos 2880 unidades Núm. de unidades

1354 kWp Pnom total Pnom total 1200 kWca Proporción Pnom 1.128

Resumen de resultados

2178 MWh/año Producción específica 1609 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 82.27 % Energía producida

Tabla de contenido Resumen de proyectos y resultados Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. 3 Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 5 Resultados principales 6 Diagrama de pérdida 7 Gráficos especiales





Variante: Jinko 470 Ingeteam 100 kWn

PVsvst V7.2.8

VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Cobertizos en el suelo

Orientación campo FV

Orientación Configuración de cobertizos Modelos usados

Plano fijo Núm. de cobertizos 90 unidades Transposición Perez Inclinación/Azimut 30 / 0° Difuso **Tamaños** Perez, Meteonorm

> Espaciamiento cobertizos Circunsolar 13.5 m Ancho de colector 4.38 m Proporc. cob. suelo (GCR) 32.5 % Ángulo límite de sombreado

> > 100 %

Ángulo límite de perfil

Horizonte Necesidades del usuario Sombreados cercanos

Horizonte libre Carga ilimitada (red) Según las cadenas

Efecto eléctrico

Características del conjunto FV

Módulo FV Inversor

Fabricante Jinkosolar Fabricante Ingeteam Modelo JKM470N-7RL3 Modelo INGECON SUN 100TL 400V

(Definición de parámetros personalizados) (Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 470 Wp Unidad Nom. Potencia 100 kWca Número de módulos FV 2880 unidades Número de inversores 12 unidades Nominal (STC) 1200 kWca 1354 kWn Potencia total Voltaje de funcionamiento 570-850 V Módulos 180 Cadenas x 16 En series Proporción Pnom (CC:CA) 1.13

En cond. de funcionam. (50°C)

1236 kWp Pmpp 640 V U mpp I mpp 1930 A

Potencia FV total Potencia total del inversor

Nominal (STC) 1354 kWp 1200 kWca Potencia total Total 2880 módulos Núm. de inversores 12 unidades

Área del módulo 6466 m² Proporción Pnom 1.13

Área celular 6843 m²

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto Factor de pérdida térmica

Frac. de pérdida Temperatura módulo según irradiancia $5.3~\text{m}\Omega$ Res. conjunto global

> Uc (const) 29.0 W/m2K Uv (viento) 0.0 W/m2K/m/s

LID - Degradación Inducida por Luz Pérdida de calidad módulo Pérdidas de desajuste de módulo Frac. de pérdida 2.0 % Frac. de pérdida -0.4 % Frac. de pérdida 1.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas Factor de pérdida IAM

Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i -1) Frac. de pérdida 0.1 %

> Parám. bo 0.05

Pérdidas de cableado CC

Frac. de pérdida

1.5 % en STC

separado



Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8 VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta el punto de inyecciónVoltaje inversor 400 Vca tri
Frac. de pérdida 1.00 % en STC

Inversor: INGECON SUN 100TL 400V

Sección cables (12 Inv.) Cobre 12 x 3 x 70 mm² Longitud media de los cables 54 m



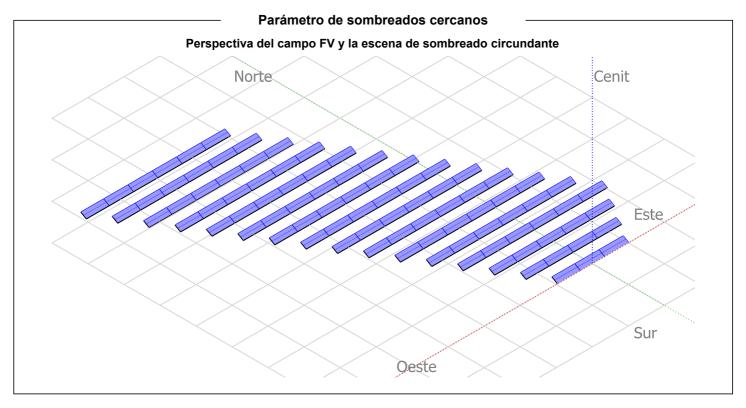
Cód. Verificación Electrónica: SERR-CEJKP6

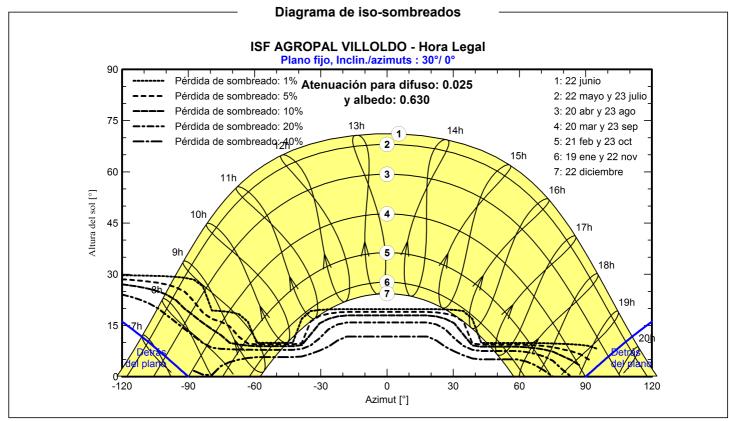




Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8 VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8







Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8 VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8

Resultados principales

Producción del sistema

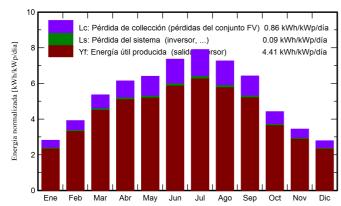
Energía producida

2178 MWh/año

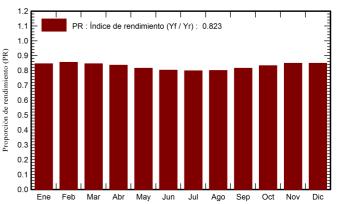
Producción específica Proporción de rendimiento (PR) 1609 kWh/kWp/año

82.27 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	Globinc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporción
Enero	52.5	24.13	3.94	87.1	81.9	101.7	99.7	0.845
Febrero	77.2	35.04	5.49	109.6	103.8	129.4	126.9	0.856
Marzo	129.5	47.99	8.76	166.2	157.1	193.9	190.2	0.845
Abril	164.9	62.51	10.49	184.2	173.7	212.5	208.4	0.836
Mayo	198.4	67.04	15.00	198.5	186.7	223.8	219.3	0.816
Junio	229.3	64.79	20.17	220.7	207.5	244.6	239.7	0.802
Julio	248.5	51.92	22.09	244.9	230.6	270.0	264.6	0.798
Agosto	209.7	54.98	21.75	225.0	212.1	248.5	243.7	0.800
Septiembre	156.5	49.26	17.73	192.7	182.3	216.9	212.8	0.816
Octubre	98.2	38.45	13.09	137.1	129.8	157.5	154.5	0.833
Noviembre	64.0	25.68	7.05	103.1	97.7	120.9	118.6	0.849
Diciembre	49.8	22.28	4.27	86.4	81.3	101.2	99.2	0.849
Año	1678.6	544.08	12.53	1955.5	1844.6	2221.0	2177.6	0.823

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados **EArray** Energía efectiva a la salida del conjunto

E_Grid Energía inyectada en la red PR

Proporción de rendimiento



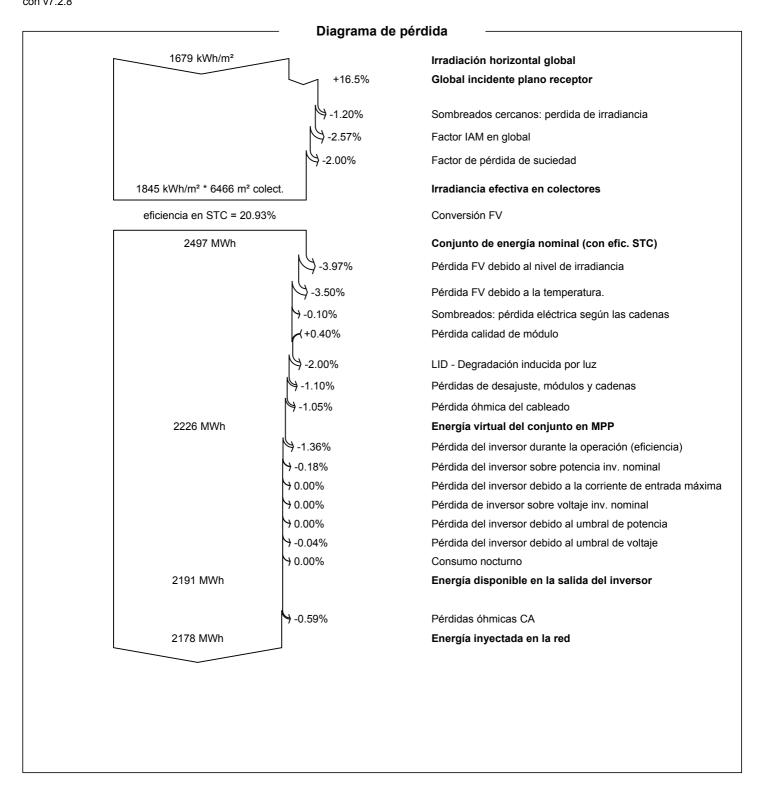
PVsyst Licensed do №: 1216/22E Fecha: 18/05/2022 colegiado/s № 1727

Página 6/8



Variante: Jinko 470 Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8 VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05 con v7.2.8

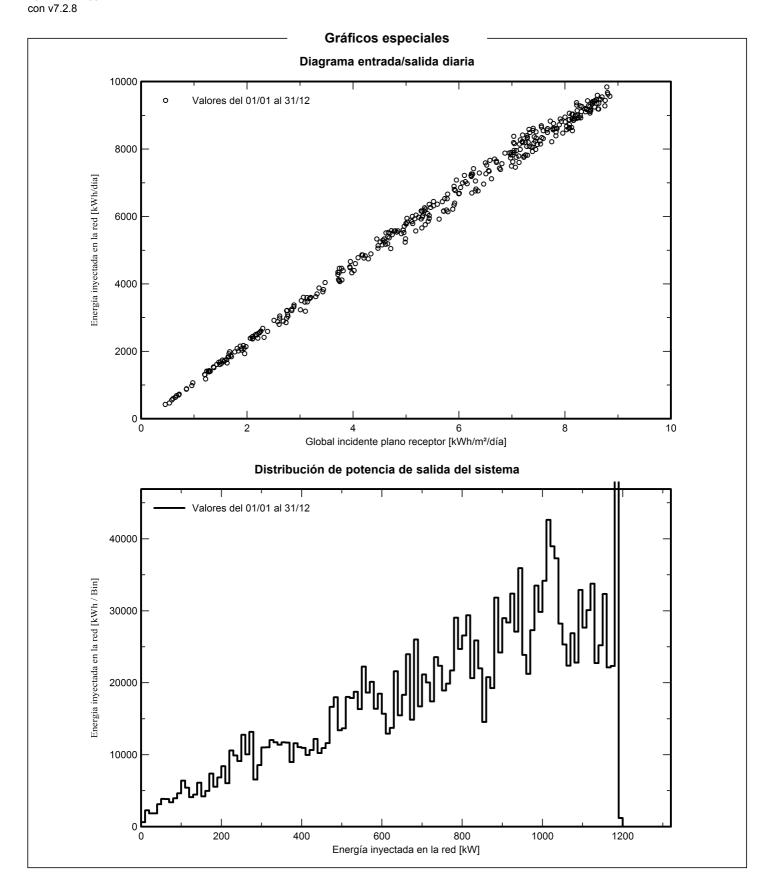






Variante: Jinko 470_Ingeteam 100 kWn

PVsyst V7.2.8 VC3, Fecha de simulación: 10/12/21 11:05







8. Anexo II: Características técnicas del módulo fotovoltaico

Adjunto a este documento, se entrega un anexo donde se incluyen las características técnicas del módulo fotovoltaico.



9. Anexo III: Características técnicas del inversor

Adjunto a este documento, se entrega un anexo donde se incluyen las características del inversor.



10. Anexo IV: Plazos de ejecución

	ISF "	AGROPAL VILLOL	DO" d	le 13	53,6	kWp)							
				ME	S 1			ME	S 2			ME	S 3	
Item	Nombre de tarea	Duración (Semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	INSTALACIÓN	3 meses												
1	EJECUCIÓN	11 semanas												
1.1	Replanteo	1 semana												
1.2	Acopio material	3 semanas												
1.3	Montaje estructura	4 semanas												
1.4	Obra civil	3 semanas												
1.5	Montaje módulos y cableado CC	6 semanas												
1.6	Montaje de equipos	1 semana												
1.7	Interconexionado CA	1 semana												
2	FASE DE PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA	1 semana												
2.1	Pruebas sistema fotovoltaico	3 días												
2.2.	Conexión definitiva a la red interior	2 días												





11. Anexo V: Autorizaciones obtenidas y documentación complementaria

Adjunto a este documento, se entrega un anexo se incluyen los siguientes documentos:

- Certificado de conformidad del inversor INGETEAM INGECON SUN 3PLAY 100TL PRO con CE en sistemas PV conectados a la red eléctrica.
- Declaración de conformidad de los módulos fotovoltaicos Jinko Solar JKM470-7RL3-V.
- 3. Certificado antivertido del inversor según UNE 217001:2015 IN.



12. Anexo VI: Estudio de Afecciones Medioambientales

12.1. Introducción

Los módulos fotovoltaicos son un instrumento de producción de energía, ya que producen mucha más energía de la que consumen y la obtienen de una fuente inagotable y no contaminante como el sol. Los principales consumos energéticos se producen en la fabricación del módulo y de la estructura de montaje, siendo favorable su balance energético con un período de recuperación energético o *pay-back* energético que actualmente es de 2-3 años, y que disminuirá sensiblemente, al mejorar la tecnología, hasta valores entre 0,3 y 0,4 años para el año 2025.

Para los sistemas conectados a la red eléctrica, el elemento fundamental es el **inversor**, que debe ser suficiente para no generar inconvenientes en la red, por lo que deberá cumplir una serie de condiciones técnicas para evitar averías y que su funcionamiento no disminuya la seguridad ni provoque alteraciones en la red eléctrica superiores a las admitidas.

12.2. Aspectos medioambientales

La energía solar fotovoltaica, como fuente renovable, representa una fórmula energética radicalmente más respetuosa con el medio ambiente que las energías convencionales debido a que se dispone de recursos inagotables, a escala humana, para cubrir las necesidades energéticas. Un elemento específico favorable a la energía solar fotovoltaica es que su aplicación suele tener lugar en el ámbito local, lo que hace innecesaria la creación de infraestructuras de transporte energético desde los puntos de producción a los de consumo.

Las principales cargas ambientales se producen en las operaciones extractivas de las materias primas, aunque la mayor parte de las células fotovoltaicas que se fabrican en la actualidad son de silicio - material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante, y del que no se requieren cantidades significativas-, así como en el proceso industrial de fabricación de las células y módulos fotovoltaicos y de la estructura de montaje. En la fase de uso, las cargas ambientales son prácticamente despreciables y no implican emisiones de productos tóxicos, ya que sólo suponen ligeras tareas manuales de limpieza y supervisión.

Es la fase de eliminación de los módulos la menos estudiada, ya que se trata de sistemas relativamente recientes y para los que no se han establecido vías claras de retirada. Por lo general, cuando un módulo se daña, vuelve al productor para su reparación, reutilización o desechado.

Pág. 84 de 97



El vidrio y el aluminio podrían reutilizarse, o al menos incorporarse a los cauces de reciclado, al igual que el cadmio, aunque en este caso no existen procesos sistematizados.

En el **medio físico** no existen afecciones ni sobre la calidad del aire ni sobre los suelos, no provocándose ruidos ni afectándose tampoco a la hidrología existente, aunque hay que tener especial cuidado con los impactos que se puedan derivar de una mala gestión de los módulos fotovoltaicos una vez agotada su vida útil, implementando estrategias de reciclado y reutilización de los materiales que constituyen el módulo fotovoltaico.

El principal impacto sobre el medio físico es el del **efecto visual** sobre el paisaje, susceptible de ser enmascarado o reducido en la mayoría de las instalaciones, para lo cual debe buscarse una integración respetuosa con el medio ambiente y los edificios. Respecto al medio **biótico**, no existen efectos significativos sobre flora y fauna.

12.3. Evaluación de las emisiones de CO₂ evitadas

La creciente preocupación por las consecuencias ambientales, sociales y económicas del cambio climático, y su reflejo en los compromisos derivados de los acuerdos alcanzados en Kioto, junto al hecho de que la producción y el consumo de energía son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, sitúan al sector energético como clave para alcanzar los objetivos y a la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables como los principales instrumentos para conseguirlos.

De los seis gases o grupos de gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kioto, el CO₂ representa por sí solo las tres cuartas partes del total, y más del 90% de aquél es de origen energético. De ahí la gran importancia de las políticas capaces de limitar las emisiones de CO₂ para cualquier estrategia de limitación de gases de efecto invernadero y el destacado papel que juega en ella el desarrollo de las energías renovables, como sucede igualmente en otros importantes objetivos de protección medioambiental.

En el caso del CO₂, la actuación rápida cobra mayor importancia por el largo plazo que transcurre entre la adopción de medidas y su incidencia efectiva sobre las emisiones.

Para muchos problemas medioambientales hay tratamientos de final de proceso relativamente rápidos o se pueden combatir con modificaciones de la tecnología actual, como ocurre con la disminución de emisiones de SO₂ o la eliminación del plomo en las gasolinas, pero no ocurre lo mismo con el CO₂, para cuyas emisiones, inherentes a la utilización de combustibles fósiles, no existe actualmente ninguna tecnología viable capaz de absorberlas.

Por tanto, la única forma actual de limitar las emisiones de CO₂ es a través de la modificación de estructuras, procesos, equipos y comportamientos relacionados con la utilización de la energía. La larga vida útil de las inversiones en el sector energético hace que las estrategias relativas al CO₂ tengan unos plazos de aplicación mucho más largos que las aplicadas a otros problemas medioambientales. Y es aquí donde la planificación del desarrollo a largo plazo de las

ingenieros Va



energías renovables, y en consecuencia, de las instalaciones fotovoltaicas, juegan un papel decisivo.

La estimación, según el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), de emisiones de CO₂ evitadas en el año 2010 por el plan es:

Energía solar fotovoltaica	Emisiones de CO ₂ evitadas (en toneladas de CO ₂)				
	Frente a carbón en generación eléctrica	Frente a CC en GN en generación eléctrica			
	175.277	74.709			

12.4. Balance medioambiental de la ISF "AGROPAL VILLOLDO"

La energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales como:

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO₂)
- La Iluvia ácida (provocada por las emisiones de SOx)

La producción estimada de la instalación de 1353,6 kWp es de 2.177.942 kWh/año, con lo que se obtiene que con la implantación de la instalación fotovoltaica se van a reducir las emisiones de CO₂ **296.425** Kg/año (estimación hecha según documento del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico publicado en junio del 2020).

Teniendo en cuenta que el consumo medio de un hogar español es de 2.125 kWh/año (*) la producción de electricidad de este sistema fotovoltaico conectado a la red representa 140 veces este consumo.

(*) Tesis doctoral: "Edificios fotovoltaicos conectados a la red eléctrica: Caracterización y análisis" - Estefanía Caamaño (IES).

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA

6/18FAGROPAL VILLOLDO – 1200 kWn (1353,6 kWp)



13. Anexo VII: Restauración de espacios afectados, medidas de integración paisajística

El proyecto de instalación Solar Fotovoltaica "AGROPAL VILLOLDO" de 1353,6 kW, promovido por Agropal Sociedad Cooperativa., se localiza en el Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo, Palencia

13.1. Condiciones de carácter general

La presente declaración se refiere únicamente a la instalación solar fotovoltaica, a las instalaciones de transformación, a las edificaciones anexas y a la línea de evacuación.

13.2. Medidas a aplicar en la fase de construcción de la planta

Las aguas residuales durante la fase de construcción serán depuradas adecuadamente antes de su vertido.

Los aceites usados y residuos peligrosos que pueda generar la maquinaria de la obra y los transformadores, se recogerán y almacenarán en recipientes adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado. Se habilitarán contenedores para los residuos no peligrosos generados durante las obras para su retirada por gestor autorizado.

En todo caso se cumplirá toda la normativa relativa a residuos.

Una vez terminada la obra se procederá a la limpieza general de las áreas afectadas, desmantelando las instalaciones temporales, restos de máquinas y escombros, depositándolos en vertederos controlados e instalaciones adecuadas para su tratamiento.

Se informará a todo el personal implicado en la construcción de la planta e infraestructuras anexas, de manera que se ponga en su conocimiento las medidas que deben adoptarse a la hora de realizar los trabajos.



13.3. Medidas a aplicar en la fase de funcionamiento de la planta

Los residuos urbanos generados por las operaciones de mantenimiento o por los operarios de la planta serán evacuados por las vías ordinarias de recogida y tratamiento de residuos urbanos.

Los residuos peligrosos generados y gestionados en las instalaciones deberán envasarse, etiquetarse y almacenarse conforme a lo establecido en los artículos 13, 14 y 15 del Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos. El tiempo máximo para el almacenamiento de residuos peligrosos no podrá exceder de seis meses.

En caso de existir aguas residuales, serán depuradas adecuadamente antes de su vertido con la autorización previa del organismo de cuenca o bien serán recogidas en una fosa séptica estanca para su posterior retirada por gestor autorizado. Se prestará especial atención a las aguas de limpieza de los paneles para evitar la contaminación del medio natural.

El control de la vegetación herbácea se realizará mediante aprovechamiento ganadero, consistente en pastoreo con ganado ovino, con carga ganadera acorde con la superficie y características del terreno. No se podrán utilizar herbicidas.

Para las tareas de iluminación nocturna y las tareas de vigilancia perimetral de la planta se utilizarán sistemas de emisión lumínica que produzcan un bajo impacto sobre las aves de la zona.

13.4. Medidas para la restauración una vez finalizada la actividad

Se desmantelarán y retirarán de la finca todos los elementos constituyentes de la planta en un periodo inferior a doce meses desde la finalización de la actividad.

En caso de no finalizar las obras, se procederá al derribo de las mismas con la maquinaria adecuada, y a dejar el terreno en las condiciones en las que estaba anteriormente.

Si una vez finalizada la actividad, se pretendiera el uso de las instalaciones para otra actividad distinta, deberán adecuarse las instalaciones y contar con todas las autorizaciones exigidas para el nuevo aprovechamiento.

En todo caso, al finalizar las actividades se deberá dejar el terreno en su estado original, demoliendo adecuadamente las instalaciones, y retirando todos los escombros a vertedero autorizado.

Los paneles fotovoltaicos serán retirados y reciclados al final de su vida útil.

Pág. 88 de 97



13.5. **Medidas complementarias**

Respecto a la ubicación y construcción, se atendrá a lo establecido en la Normativa Urbanística, correspondiendo al Ayuntamiento correspondiente las competencias en esta materia.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



14. Anexo VIII: Acceso a la instalación

La llegada a la parcela donde se realizará la instalación fotovoltaica, se accede desde el Camino a Amayuelas de Arriba, 34131 Villoldo, Palencia.

Puesto que este es el acceso utilizado a fecha de hoy, se entiende que no es necesario solicitar ningún permiso adicional, por trasladarse hasta la nave los materiales que se van a utilizar en la construcción de la instalación con vehículos que en ningún momento van a entorpecer, ni por dimensiones ni por velocidad, el tráfico rodado de la mencionada vía.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA



15. Anexo IX: Parámetros urbanísticos de la instalación

Según el Plan General de Ordenación Urbana de Villoldo, la parcela 57 del polígono 8 donde se va a ubicar la instalación fotovoltaica de 1,2 MW denominada "AGROPAL VILLOLDO" en el término municipal de Villoldo (Palencia), está clasificada como SUELO RÚSTICO: PROTECCIÓN NATURAL, según se puede ver en el plano adjunto.

La actividad asociada con la instalación fotovoltaica que se pretende ubicar en la Parcela 57 del Polígono 8 de Villoldo (Palencia), constituye una actividad de interés público que no implica en su explotación ningún tipo de vertido directo o indirecto, ni el depósito sobre el terreno de ningún residuo sólido además de no contemplar en su construcción ninguna afección a masas arboladas. Se hace notar que una instalación fotovoltaica de potencia 1.200 kW necesita para su construcción una superficie en torno a 1,5 hectáreas con la que no delimiten construcciones que puedan sombrear los paneles fotovoltaicos, realizándose su conexión en Baja Tensión a la red interior de la industria a la que abastece.

El terreno a ocupar por la instalación fotovoltaica denominada "AGROPAL VILLOLDO" ubicada en la parcela 57 del polígono 8 de Villoldo (Palencia), se le otorgó la **AUTORIZACIÓN DE USO EXCEPCIONAL DE SUELO RÚSTICO** por la Comisión Territorial de Urbanismo de Valladolid a fecha de 31 de marzo de 2009, en los términos de los artículos 25.2.c) de la ley 5/1999, de 8 de Abril, de Urbanismo de Castilla y León y 307.5.c) del Decreto 22/2004, de 29 de Enero por el que se aprueba el Reglamento Urbanístico de Castilla y León. La cual se adjunta en dicho proyecto.

Teniendo en cuenta que el diseño de la instalación fotovoltaica denominada "AGROPAL VILLOLDO" no ha sufrido ninguna modificación de importancia con respecto el proyecto inicial, y habiendo sido otorgada la **AUTORIZACIÓN DE USO EXCEPCIONAL DE SUELO RÚSTICO** para dicha instalación fotovoltaica ubicada en la parcela 57 del polígono 8 de Villoldo (Palencia), se considera que no es necesaria la modificación ni la emisión de una nueva autorización de uso excepcional de suelo rústico en los términos anteriormente descritos válidos para instalación de planta fotovoltaica "AGROPAL VILLOLDO".

Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas en el párrafo anterior, se acredita el cumplimiento de los requisitos exigidos en el artículo 23.2.g de la ley 5/1999 de Urbanismo de



Castilla y León y del artículo 57-g).2 del reglamento urbanístico de Castilla y León para concesión de uso excepcional de actividades en suelo rústico.

Se destaca que la distancia de cualquier punto de la instalación fotovoltaica, medida sobre la perpendicular a al eje de las carreteras contiguas a la parcela supera siempre los 25m, quedando fuera de la zona de afección y zona de servidumbre de las citadas carreteras y justificando así el cumplimiento de los artículos 16, 17 y 18 de la ley 2/1990 de carreteras de la Comunidad de Castilla y León. Además, la distancia de cualquier punto de la instalación fotovoltaica a los límites de la parcela contigua a las parcelas del polígono 8 de Villoldo (Palencia) es superior a los 10 m que exige la instrucción técnica urbanística publicada en la página 12544 del Bocyl de fecha 30 de Junio de 2006.

La instalación fotovoltaica denominada "AGROPAL VILLOLDO" que se ubicará en la parcela 57 del polígono 8 de Villoldo (Palencia), sigue cumpliendo con la normativa urbanística vigente:

- Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1992.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo.
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León. Y sus Modificaciones, destacando:
 - LEY 10/2002, de 10 de julio, de modificación de la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León (BOCyL 12/07/2002).
 - LEY 4/2008, de 15 de septiembre, de medidas sobre Urbanismo y Suelo (BOCyL 18/09/2008).
 - LEY 5/2019, de 19 de marzo, de modificación de la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León (BOCyL 26/03/2019).
- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- ORDEN FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico.
- Plan General de Ordenación Urbana y el Reglamento urbanístico asociado del término municipal Villoldo.

NGEOUD INGENIERIA Y GESTIONES

Respecto los linderos se cumple la ORDEN FOM/1079/2006, de 9 de Junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico, por la que la distancia mínima a las parcelas colindantes será de 10 metros y a los límites del dominio público de caminos, cauces hidráulicos o de otro tipo que carezcan de zonas de protección superior, será de 15 metros. Según se puede ver en el plano adjunto.

- Ocupación máxima de parcela

La parcela 57 del polígono 8 donde se situará la instalación fotovoltaica, cuya referencia catastral es 34244A008000570000GG, posee una superficie de 156.639 m2 y la nueva ocupación porcentual del terreno por la instalación fotovoltaica a construir es de un 9,6%, es decir, 15.000 m2.

- Altura máxima

Al tratarse de una obra de construcción no residencial, la altura máxima que se puede alcanzar proviene de alturas máximas previstas en aquellas partes o elementos singulares que, por su función o por requerimientos técnicos particulares lo requieran.

En este caso, la altura máxima alcanzada provendrá de la altura de los paneles fotovoltaicos siendo de 2,58 m. Se puede observar la altura máxima de los elementos que componen la planta solar en el plano correspondiente.

Cabe destacar, que, a mayores de lo ya comentado, no van a existir otras construcciones auxiliares, como casetas, ya que no es necesario construir en el exterior ningún elemento a mayores que los descritos en el presente proyecto, ya que se trata de una planta de generación de energía conectada en la red eléctrica interior de la fábrica.

A continuación, se muestra un plano 3D con la disposición de los paneles fotovoltaicos sobre el suelo.

ingenieros^{Va} VISADO 1216/18/FAGF 18/09/1909/20^{Visado N}



16. Anexo XI: Gestión De Residuos

16.1. Introducción

El presente documento tiene por objeto, definir la gestión de demolición y de los residuos generados durante la fase de construcción de la instalación solar "AGROPAL VILLOLDO" de 1353,6 kW de potencia instalada.

16.2. Normativa aplicable

Se aplicará el artículo 4.1 del RD 105/2008 (Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición) y el artículo 104 de la ley 7/2007 de 9 de Julio (Producción de residuos de construcción y demolición).

16.3. **Definiciones**

Residuo: cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de la Ley 10/98 del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en la Lista Europea de Residuos (LER).

Residuos urbanos o municipales: Los generados en domicilios particulares, comercios, oficinas, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Residuos inertes: aquellos residuos no peligrosos que no experimenten transformaciones físicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni guímicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio Ambiente o perjudicar a la salud humana.

Residuo peligroso: aquellos que figuran en la lista de residuos peligrosos aprobada en el Real Decreto 952/1997 (la lista de residuos de la ORDEN MAM/304/2002, última Ley en vigor, también los recoge y los matiza; si bien no contradice al anterior documento) así como los recipientes que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en

(ingenieros va



la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en la lista Europea de Residuos (LER).

Residuo Eléctrico y electrónico: Aquellos derivados de los equipos eléctricos y electrónicos (RD 208/2005) al final de su ciclo de vida

Productor: cualquier persona física o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, produzca residuos o efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. Tendrán también carácter de productor el importador de residuos o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea.

Gestor: La persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Almacenamiento: El depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.

Valoraciones 16.4.

MEDIO	EFECTOS	APLICACIÓN
Suelo	Modificación del suelo en lo relativo al uso y la ocupación, sin generación alguna de residuo.	No aplica
Aire	Aumento de contaminación acústica de forma discontinua y reversible. Cesará al terminar las obras. No existirá emisión de partículas sólidas.	No aplica
Fauna y Flora	Teniendo en cuenta la ubicación de la obra no se producirá un efecto significativo sobre la fauna y flora	No aplica
Medio socioeconómico	Teniendo en cuenta la duración y magnitud de la obra, este efecto no puede ser considerado más que como bajo, positivo y temporal.	No Aplica

ingenieros va

Pág. 95 de 97



En lo que se refiere a la generación de residuos, todos los aspectos quedan reflejado en la siguiente tabla:

RESIDUO	GENERACIÓN	GESTIÓN		
Sólidos Urbanos (RSU)	No se prevé su generación.	Empresa Gestora de residuos autorizada		
Inertes (RI)	No se prevé su generación.	No aplica		
Peligrosos (RP)	No se prevé su generación.	No aplica		
Aparato Eléctrico y Electrónico (RAEE)	No se prevé su generación.	No aplica		

16.5. Gestión de residuos y demolición

Los residuos de obra que se produzcan en la fase de la instalación como son embalajes de plástico y pallets serán gestionados correctamente, de acuerdo con la ley RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, evitando en todo momento la posible contaminación producida por los mismos. Por todo ello, los residuos generados se gestionarán a través de un Gestor de Residuos autorizado y el pequeño material, derivado de manejo de materiales del instalador, como pueden ser bornas, cables... no se considera residuo ya que dichos restos deben de ser retirados por el instalador autorizado por su propia cuenta.

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere la presente Memoria, y se describen brevemente los mínimos residuos que se pueden producir y su gestión:

DESCRIPCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS								
Estructuras y cerramientos	No Aplica. El sobrante se recogerá para la utilización en otras instalaciones.							
	Infraestructuras asociadas							
	 Tubos corrugados, bandejas, estructura metálica, casetas. El material sobrante se recoge para obras posteriores. 							
Suministro e Instalación	 Pallets (donde vienen los módulos fotovoltaicos). Se gestionarán a través de un Gestor de Residuos autorizado. 							
	 Plásticos (donde vienen protegidos los pallets de módulos fotovoltaicos). Se gestionarán a través de un Gestor de Residuos autorizado. 							

ingenieros va

Pág. 96 de 97



•	Red eléctrica de la planta. El material sobrante se recoge
	para obras posteriores.

16.6. **Presupuesto**

CAPÍTULO: PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS

Unidades	Clase	Precio Ud.	Importe
1	Ud. Contenedor de gestión residuos específico (Plásticos)	150,00	150,00
1	Ud. Contenedor de gestión residuos específico (General / Pequeño material)	150,00	150,00

Total Capítulo 1 PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS: 300 euros

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1 GESTIÓN DE RESIDUOS	300,00€		
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	300,00 €		

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de 300 € (Trecientos euros).

16.7. **Resumen**

Con lo que antecede, se pretende haber dado idea y justificación de la gestión de residuos, tanto en su alcance como en sus elementos, para informar a los Organismos Competentes, estando no obstante la sociedad promotora dispuesta a ampliar o completar cuantos aspectos se juzguen oportunos.

Villoldo (Palencia), Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial

Alfonso Casado Pérez

Colegiado nº 1.747 - INGENIEROS VA