



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO TÉCNICO DE UNA
INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA
APLICACIÓN EN EL SECTOR
TERCIARIO O INDUSTRIAL EN LA
LOCALIDAD DE OTERO DE LAS
DUEÑAS (LEÓN)**

Alumno: José Alejandro Barberá García

Tutor: Prof. D. David Vera Candeas

Depto.: Ingeniería Eléctrica

Julio, 2022

Índice

1. MEMORIA.....	6
1.1. Introducción y objeto.....	7
1.2. Localización	7
1.3. Normativa vigente aplicable.....	8
1.4. Sistema fotovoltaico	9
1.5. Programas utilizados	11
1.6. Características de la instalación.....	11
2. ANEXOS	13
2.1. Cálculo generador fotovoltaicos.....	14
2.2. Elección del inversor	17
2.3. Cálculo de distancias de los paneles.....	18
2.4. Cálculo de strings	20
2.5. Cálculo de la sección del cableado.....	21
2.5.1. Corriente continua	21
2.5.2. Corriente alterna	23
2.5.3. Fusibles.....	24
2.5.4. Interruptores magnetotérmico y diferencial	25
2.6. Cajas de protección.....	26
2.7. Estudio energético	27
2.8. Estudio económico	31
2.9 Fichas técnicas de equipos.....	38
2.9.1. Paneles fotovoltaicos	38
2.9.2. Estructura.....	39
2.9.3. Inversor.....	44
2.10. Factura eléctrica.....	46
3. PRESUPUESTO.....	48

4.	PLANOS.....	52
4.1.	Plano de situación y emplazamiento	53
4.2.	Esquema unifilar.....	54
4.3.	Configuración de Strings.....	55
5.	PLIEGO DE CONDICIONES	56
5.1.	Objeto del pliego	57
5.2.	Situación de las obras	57
5.3.	Condiciones generales	57
5.4.1.	Generalidades	58
5.4.2.	Sistema generador fotovoltaico	58
5.4.3.	Estructura soporte	59
5.4.4.	Inversores	60
5.4.5.	Cableado	62
5.4.6.	Conexión a red.....	62
5.4.7.	Equipos de medida	62
5.4.8.	Protecciones.....	63
5.4.9.	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	63
5.4.10.	Armónicos y compatibilidad electromagnética	63
5.5.	Pliego de condiciones de instalaciones eléctricas	64
5.5.1.	Objeto	64
5.5.2.	Intención de este pliego	64
5.6.	Condiciones económicas	65
5.6.1.	Condiciones generales	65
6.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	66
6.1.	Objeto del plan de seguridad y salud.....	67
6.2.	Obligaciones de las empresas subcontratadas	67
6.3.	Características de la obra.....	68

6.3.1. Periodo de ejecución de la instalación.....	69
6.3.2. Número de trabajadores en la instalación.....	69
6.4. Interferencias y servicios afectados.....	69
6.4.1. Fases de obra	69
6.4.2. Maquinaria y máquinas - herramientas	69
6.5. Formación en materia de Seguridad y Salud.....	70
6.6. Medicina preventiva y primeros auxilios	70
6.6.1. Botiquines.....	70
6.6.2. Asistencia a accidentados	70
6.7. Prevención de daños a terceros.....	71
6.8. Instalaciones provisionales de obra	71
6.8.1. Instalación eléctrica provisional	71
6.8.2. Protección contra incendios.....	72
6.9. Medidas de seguridad en las unidades de obra.....	74
6.9.1 Transporte de materiales hasta el emplazamiento	74
6.9.2. Áreas de trabajo (intemperie)	75
6.9.3. Colocación de materiales y elementos.....	75
6.9.4 Trabajos en altura	76
6.9.5. Instalación de inversor.....	78
6.9.6. Electricidad.....	79
6.10. Maquinaria y máquinas	79
6.10.1. Maquinaria de elevación.....	79
6.10.1.1. Camión Grúa	80
6.10.2. Herramientas manuales.....	81
6.10.3. Herramientas manuales.....	82
6.11. Medios auxiliares.....	82
6.11.1. Escaleras de mano	82

7. BIBLIOGRAFÍA	85
7.1. Bibliografía manual	86
7.2. Bibliografía web	86

ÍNDICE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Ilustración 1. Emplazamiento de la instalación	8
Ilustración 2. Panel solar fotovoltaico	10
Ilustración 3. Inversor de red eléctrica	10
Ilustración 4. Predisposición módulos fotovoltaicos utilizando software SolarEdge	14
Ilustración 5. Distancia entre paneles fotovoltaicos	19
Ilustración 6. Estructura triangular para cubierta metálica.....	20
Ilustración 7. Portafusibles	24
Ilustración 8. Interruptor magnetotérmico de 40 A	25
Ilustración 9. Interruptor diferencial de 40 A	26
Ilustración 10. Smart Power Sensor DTSU666-H.....	29
Tabla 1: Coordenadas UTM de la instalación	7
Tabla 2: Características físicas de los módulos fotovoltaicos	15
Tabla 3: Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos	16
Tabla 4: Características del campo generador fotovoltaica.....	16
Tabla 5. Características físicas del inversor	17
Tabla 6. Características técnicas inversor.....	18
Tabla 7. Tabla 1 ITB-BT-19.....	23
Tabla 8. Factores de pérdidas	29
Tabla 9. Consumos, excedentes y energía autoconsumida anual	31
Tabla 10. Precio periodos	32
Tabla 11. Consumos anuales por periodos	33
Tabla 12. Producción generada estimada anual.....	34

Tabla 13. Nuevos consumos anuales por periodos.....	35
Tabla 14. Comparativa anual gasto	36
Tabla 15. Ahorro de excedentes	37

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Irradiancia solar anual	28
Gráfica 2. Consumo y producción horaria	30
Gráfica 3. Energía autoconsumida, excedentes y consumo.....	31
Gráfica 4. Consumos anuales por periodos	33
Gráfica 5. Producción generada por periodos	34
Gráfica 6. Nuevo consumo anual por periodos	35

1. MEMORIA

1.1. Introducción y objeto

Este proyecto está realizado con el fin de mediante un dimensionado de una instalación y un posterior estudio económico para ahorrar anualmente en la factura eléctrica con la instalación de un sistema fotovoltaico al cual previamente hemos diseño y dimensionado para nuestra nave industrial, situada en la localidad de Otero de las Dueñas (León) con dirección, Polígono Los Avézales nº9. Se ha desarrollado cumpliendo con el reglamento vigente en España para este tipo de instalaciones.

Otra finalidad del proyecto es la transición hacia un mundo ecológico y un planeta sostenible para darle una solución al cambio climático que nos está afectando

Dicho proyecto estará definido con todas las características para poder realizar una instalación solar fotovoltaica en el sector terciario.

1.2. Localización

La localización de la instalación fotovoltaica se ubicará en la nave industrial Precocinados Artesanos PRECOSAN, situada en P.I Los Avézales, nº 9, Otero de las Dueñas (León). El edificio tiene 516 m² construidos en una parcela de 1.369 m².

Definiremos la localización de la instalación solar fotovoltaica en las siguientes coordenadas UTM:

X	272433.26
Y	4740510.17

Tabla 1: Coordenadas UTM de la instalación

La instalación se realizará como previamente hemos descrito, sobre una cubierta de chapa con una inclinación inferior de 5°, por lo que es prácticamente plana, siendo la superficie a instalar de aproximadamente 110 m².



Ilustración 1. Emplazamiento de la instalación

1.3. Normativa vigente aplicable

Se ha tenido en cuenta la siguiente la siguiente normativa actual para la aplicación de instalaciones solar fotovoltaicas

- RDL 1/2012 por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la suspensión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- REAL DECRETO 244/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- RDL 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- REAL DECRETO 1699/2011, por el que se regula la instalación a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RDL 14/2010 por el que establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

- REAL DECRETO 1578/2008, de 26 de septiembre, por el que se establece la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- REAL DECRETO 1110/2007, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- REAL DECRETO 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Código técnico de la Edificación (BOE 28 de marzo de 2006)

1.4. Sistema fotovoltaico

Con un sistema solar fotovoltaica aprovechamos la energía proveniente del sol para posteriormente poder transformarla en energía apta para el consumo a través de la red eléctrica convencional. Este sistema fotovoltaico está formado por tres elementos diferenciados:

1. Campo fotovoltaico: Un campo fotovoltaico está formado por un grupo de paneles fotovoltaicos que son los encargados de captar la energía proveniente de la luz solar transformándola en corriente continua. Esta energía que logramos captar no es apta para el consumo, necesitamos un inversor que transforme esta corriente en corriente alterna para poder función con la red eléctrica convencional.

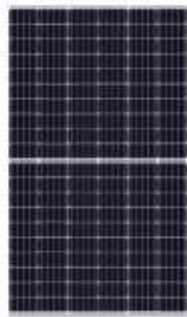


Ilustración 2. Panel solar fotovoltaico

2. **Inversores:** Estos dispositivos son los encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna con la misma frecuencia y tensión de la red convencional, por lo que estos inversores pueden trabajar perfectamente conectados a la red y hacer uso de ella cuando no tengamos la potencia necesaria producida por el campo fotovoltaico.



Ilustración 3. Inversor de red eléctrica

3. **Protecciones:** En esta parte de nuestra instalación solar fotovoltaica tenemos una configuración de elementos que nos permiten conectar los módulos fotovoltaicos con la red eléctrica manteniendo unas condiciones de seguridad, protegiendo los elementos de nuestra instalación. Todas estas protecciones están reguladas en el RDL 1663/2000 para las conexiones de instalaciones fotovoltaicas en baja tensión.

En este caso nuestra instalación está instalada en un sistema trifásico con una tensión de 230/400 V, para ello conectaremos el inversor en las tres fases de una forma equilibrada.

1.5. Programas utilizados

Este proyecto se ha elaborado con la utilización de los siguientes programas

- SolarEdge Designer

Herramienta de diseño para la elaboración de bocetos en 2D y distribución de módulos para su posterior análisis.

- Microsoft office Excel

Software informático utilizado para los cálculos del proyecto y elaboración de gráficas para su análisis.

- PVGIS

Es una herramienta que proporciona información geográfica y datos de climatología.

- Autodesk Autocad

Software informático utilizado para la elaboración de planos que se recogen en los anexos.

1.6. Características de la instalación

Este proyecto consiste en construir una instalación solar fotovoltaica sobre una cubierta existente con el suficiente espacio de una nave industrial

Teniendo en cuenta las especificaciones del RD 244/2019, podemos encontrar diferentes tipos de instalaciones solar fotovoltaicas:

Instalaciones de autoconsumo sin excedentes

Estas instalaciones corresponden a un suministro con autoconsumo que disponga de conexión a red eléctrica y que no hacen uso de la compensación por parte de la comercializadora de la energía que no es auto consumida y que se vierte a la red, de la manera que se tiene que usar un sistema anti vertido para evitar verter estos excedentes.

Instalaciones en modalidad de autoconsumo con excedentes

Al contrario que la instalación anteriormente descrita, estas instalaciones están acogidas a un suministro de autoconsumo con compensación de excedentes, esto implica que tenemos que disponer de una instalación que disponga de conexión a red. La compañía compensará bonificando esta energía volcada a la red en la factura eléctrica. Este tipo de modalidad es una opción que será posible teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- La potencia será igual o inferior a 100kW
- No haya un régimen retributivo específico
- Acogerse al contrato para la compensación de excedentes

En adelante aplicaremos el concepto de “instalación de autoconsumo en la modalidad de Autoconsumo con excedentes acogido a compensación” para referirnos a la instalación solar, y que irá ubicada en el emplazamiento anteriormente indicado.

2. ANEXOS

2.1. Cálculo generador fotovoltaicos

Para la generación de los paneles fotovoltaicos se ha usado el diseñador virtual Solaredge. Es una herramienta muy potente capaz de diseñar en 3D el edificio del emplazamiento de nuestra instalación, distribuir los paneles fotovoltaicos por la cubierta, y estimar la producción generada, consumida, aprovechamiento... Todo ello en función de los valores que introduzcamos.

Viendo de la cubierta que disponemos y observando que se trata de una cubierta prácticamente plana y buscando la orientación 0° azimuth, colocaremos tantas filas de paneles para ocupar la totalidad de su cubierta, siempre manteniendo una distancia mínima para que no le produzca sombra, como se explicará más adelante.

Se tratará de 4 filas de 10 módulos, 1 fila de 6 paneles y finalmente 1 fila de 4 paneles. Estas últimas filas con menos paneles debido a las chimeneas y las sombras que le pueden ocasionar. El total de potencia instalados es de 22,75 kWp.

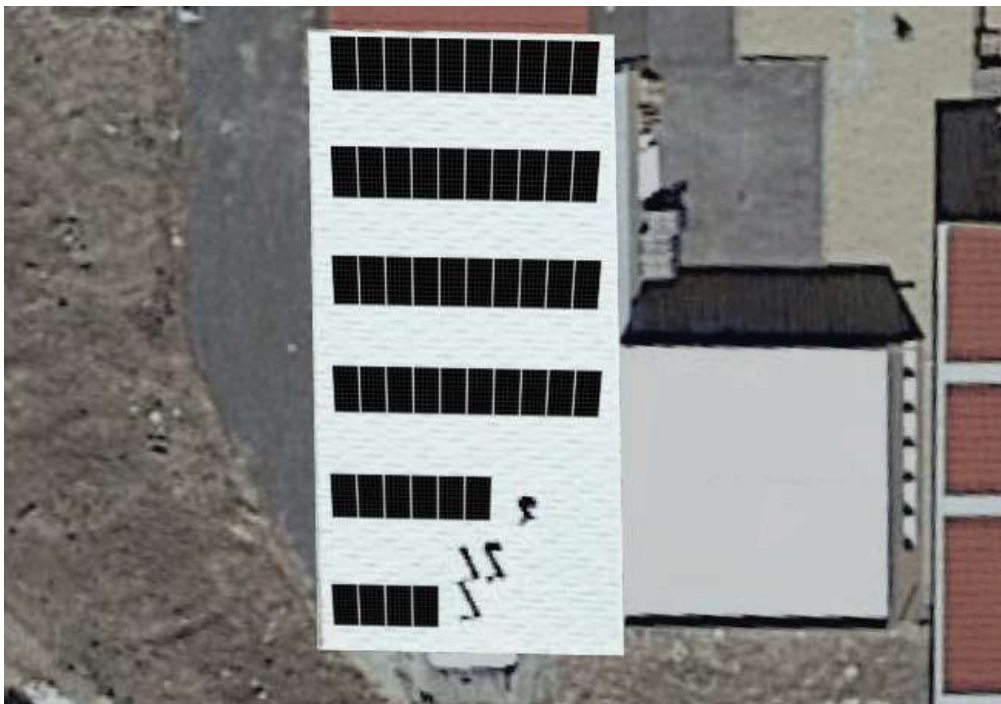


Ilustración 4. Predisposición módulos fotovoltaicos utilizando software SolarEdge

La orientación de los generadores fotovoltaicos deberá ser el sur con lo cual las perdidas por orientación que podamos tener serán prácticamente mínimas, la inclinación será de 30° con respecto al plano horizontal. Esta inclinación maximizamos la energía solar en invierno cuando la irradiancia es menor.

Para el diseño de este proyecto se han utilizado módulos fotovoltaicos de la marca Kaseel Solar, modelo “KSHC-144-PERC-455”.

El campo generador fotovoltaico tiene las siguientes características técnicas:

- El módulo fotovoltaico tiene una alta eficiencia de conversión alcanzando un valor de 21,05% utilizando tecnología avanzada PERC. El módulo cuenta con una tecnología de fabricación avanzada componiéndose de 144 medias células.
- Excelente rendimiento trabajando a unas condiciones de temperaturas elevadas e insuficiente luz.
- El marco de aluminio permite la resistencia de alas cargas de viento de hasta 2400Pa obteniendo así una alta capacidad de cara mecánica.
- Alta fiabilidad bajo condiciones ambientales extremas consiguiendo una gran durabilidad.

Características físicas de los módulos:

DIMENSIONES	KSHC-144-PERC-455
Longitud (mm)	2102
Anchura (mm)	1040
Grosor (mm)	35
Peso (Kg)	24
Área (m²)	2,186

Tabla 2: Características físicas de los módulos fotovoltaicos

Características eléctricas:

Modelo del módulo	Kaseel Solar KSHC-144-PERC-455
Máxima potencia (P _{máx}) (Wp)	455W
Corriente de cortocircuito (I _{sc}) (A)	11,34 ^a
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) (V)	50,40V
Corriente de máxima potencia (I _{mp}) (A)	10,84 ^a
Tensión de máxima potencia (V _{mp}) (V)	42,00V
NOCT (°C)	43 ± 2°C

Tabla 3: Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos

El panel solar fotovoltaico escogido cuenta con una protección completa contra inclemencias meteorológicas, llevando el logotipo de la empresa fabricante que lo corrobora. Estos módulos están totalmente encapsulados.

Integran tres diodos de by-pass minimizando las pérdidas evitando la formación de puntos calientes por sombras, estos diodos se encuentran en el interior de las cajas de conexión.

En la tabla que a continuación se expone se describe las características eléctricas nominales de los grupos de paneles fotovoltaicos, para ello se ha tenido en cuenta las condiciones estándar de medida. Cabe destacar que, la instalación, contará con cuatro (4) cadenas, formadas dos de ellas por diez (10) módulos y las otras dos por quince (15) módulos. En este caso, para un generador de 22,75kWp tenemos la siguiente configuración:

PARÁMETRO	MÓDULO FV	SERIE DE 10 PANELES (4.550 Wp)	SERIE DE 15 PANELES (6.825 Wp)	GENERADOR DE 25.750Wp
Nº de módulos FV	1	10	15	50
Configuración	-	2 series de 10 paneles cada una	2 series de 15 paneles cada una	2 series de 10 paneles cada una + 2 series de 15 paneles
P _{máx.} (Wp)	455	4.550	6.825	25.750
V _{mpp} (V)	42,00	420,00	630,00	2.100
I _{mp} (A)	10,84	10,84	10,84	10,84
V _{oc} (V)	50,40	504,00	756,00	2.520
I _{sc} (A)	11,34	11,34	11,34	11,34
Area (m²)	2,186	21,86	32,79	109,30

Tabla 4: Características del campo generador fotovoltaica

2.2. Elección del inversor

El inversor elegido se trata de un Huawei SUN2000-20KTL-M2 trifásico, este inversor tiene una potencia activa de corriente alterna de 20kW pudiendo así ofrecer una máxima intensidad de salida de 33.5 A.

El inversor en una instalación solar fotovoltaica es el cerebro del sistema en el que es capaz de transformar la corriente continua que llega a través de los campos generadores fotovoltaicos en corriente alterna apta para el consumo. Cuentan con una función stand-by que al llegar la noche se para ya que no disponemos de luz solar, continuando a la siguiente mañana automáticamente al recibir una pequeña radiación solar.

Los inversores Huawei, modelo SUN2000-20KTL-M2 trifásico, tienen un rango de tensiones de entrada (CC) 160 V ~ 950 V, alcanzándose un rendimiento óptimo.

El fabricante nos detalla las características con las que nuestro inversor funciona

- Rango de temperatura: -25°C ~ 60°C
- Humedad: máx. 100%
- Grado de protección: IP 65.
- Clase de Seguridad: Clase I. Armazón metálico con conexión a tierra
- Aislamiento galvánico: Integrado (Cumple R.D. 1663/2000)

Características físicas:

DIMENSIONES	Huawei SUN2000-20KTL-M2 trifásico
Longitud (mm)	525
Anchura (mm)	470
Grosor (mm)	262
Peso (Kg)	25Kg

Tabla 5. Características físicas del inversor

Características técnicas:

ESPECIFICACIONES	Huawei SUN2000-20KTL-M2 trifásico
Potencia FV máxima de entrada (Wp)	30.000
Tensión máxima de entrada (V)	1.080
Rango de tensión de operación (V)	160-950
Tensión de arranque (V)	200
Tensión nominal de entrada (V)	600
Intensidad de entrada máxima por MPPT (A)	22
Intensidad de cortocircuito máxima (A)	30
Cantidad de MPPTs	2
Cantidad máxima de entrada por MPPT	2

Tabla 6. Características técnicas inversor

Comparando las características técnicas del inversor con la tabla 4 podemos observar que los números de paneles fotovoltaicos por string están dentro de las características admisibles del inversor y por lo tanto tendremos un buen funcionamiento con una buena repartición de los módulos.

2.3. Cálculo de distancias de los paneles

Para este cálculo se ha tenido en cuenta el mediodía solar del día más desfavorable en el que la altura del sol es mínima (21 de diciembre). Como se puede observar en la ilustración 5, la arista superior de la primera fila de módulos tiene que proyectarse como máximo en la arista inferior de la siguiente fila de módulos en el día más desfavorable como se ha explicado previamente.

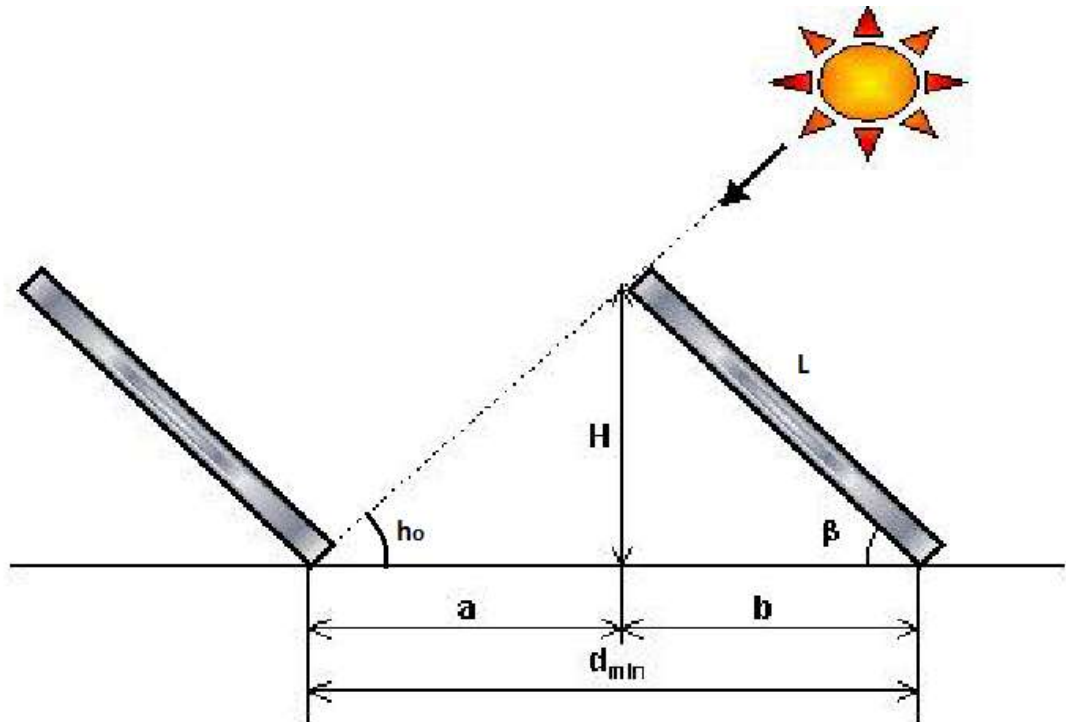


Ilustración 5. Distancia entre paneles fotovoltaicos

Este tipo de instalaciones producen durante todo el año, por eso hemos seleccionado el día más desfavorable correspondiente al 21 de diciembre. La altura solar la podemos hallar con la siguiente ecuación:

$$H_0 = 90 - \text{Latitud} + \delta \quad \text{Ec. 1}$$

El parámetro δ (declinación) se calcula según el 21 de diciembre, obteniendo un valor de $-23,45^\circ$.

Teniendo en cuenta la latitud de la cubierta, el día del año más desfavorable y la declinación, se puede calcular la altura resultando lo siguiente:

Latitud	42,78
Día juliano	355
Declinación, δ	-23,45

$$H_0 = 90 - 42,78 - 23,45 = 23,77^\circ$$

Con ese ángulo, la inclinación de los paneles (β) y la longitud del panel (L), se calcula la distancia mínima entre la base del módulo de una fila y la base del módulo de la fila siguiente:

Inclinación paneles, β	30,00
Longitud del panel, L (m)	2,10

$$D_{min} = \frac{L \cdot \sin(H_0 + \beta)}{\sin(H_0)} = 4,21 \quad \text{Ec. 2}$$

Por tanto, la separación debe ser de 4,21 m entre las dos filas consecutivas.

Los módulos fotovoltaicos están alineados perfectamente a lo largo y ancho de la cubierta de forma paralela ya que el sistema que utilizaremos de anclaje será el mismo para todas las filas de módulos fotovoltaicos.

La cubierta no tiene inclinación, por lo tanto, se ha colocado estructura triangular que dota a los paneles de una inclinación de 30° para todas las filas de módulos fotovoltaicos. Este sistema de anclaje es un sistema de montaje con un carril MPC. También se colocarán a lo largo de la cubierta de la nave industrial una serie de perfiles metálicos galvanizados en caliente o de aluminio, que irán taladrados directamente a la cubierta. Sobre estos perfiles colocaremos los distintos paneles solares.



Ilustración 6. Estructura triangular para cubierta metálica

2.4. Cálculo de strings

En una instalación solar fotovoltaica con un número importante de paneles no se pueden conectar todos en serie, ya que el inversor trabaja en un rango de tensiones que si conectásemos los 50 paneles fotovoltaicos en serie no sería capaz de administrarlos. Por ello

hay que dividirlos, así que se le llama string a una cantidad de paneles solares que están conectados en serie. Dependiendo de cada inversor, la cantidad de strings permitidos varía, en este caso con el inversor Huawei SUN2000-20KTL-M2 aparece en la ficha técnica como “Cantidad máxima de MPPT”, que a su vez tienen dos entradas lo que se pueden tener 2 subcampos fotovoltaicos y para cada uno de estos subcampos maximizar su potencia. Por lo que tendremos 4 strings.

Como hemos analizado en la Tabla 4, hemos hecho 4 grupos de paneles, dos grupos de 10 y dos grupos de 15 paneles. En una entrada MPPT en la que hay dos entradas hemos conectado 1 grupo de 10 y un grupo de 15, en la entrada MPPT restante igual. Así hemos conseguido distribuir los paneles para que nuestro inversor trabaje en el rango de tensión adecuado.

2.5. Cálculo de la sección del cableado

Para la utilización del cableado en corriente continua el conductor seleccionado es H1Z2Z2-K (0,9/1,8KV) de sección 4 mm². Este tipo de cableado lo usaremos para la conexión de los paneles hasta el inversor con una longitud de 150 m.

Sin embargo, para el cableado en corriente alterna el conductor seleccionado que utilizaremos H07Z1-K (0,45/0,75 kV) de 10 mm² de sección.

2.5.1. Corriente continua

Los conductores que utilizaremos son de cobre. Para el dimensionado de los cables se ha tenido en cuenta la caída de tensión de los paneles solares hasta el inversor, es decir, el tramo de corriente continua. Esta caída tiene que ser menor del 1,5%.

La selección de los cables ha sido dimensionada acorde a la normativa vigente teniendo en cuenta el grado de protección y aislamiento. Los conductores poseen un aislamiento de 1000V y están fabricados con un doble aislamiento. El cableado tendrá que ser libre de halógenos.

Los conectores MC4 son los cables utilizados para la conexión de paneles en serie están protegidos contra inclemencias meteorológicas como puede ser unas condiciones de altas temperaturas.

El cableado utilizado entre las cajas de conexiones de cada módulo y el inversor se realizará mediante tubo flexible helicoidal de PVC teniendo en cuenta su longitud para no tener un efecto de cillazadura.

Para el cálculo de la sección del cableado en corriente continua se ha basado en el factor que utiliza el IDAE.

$$S_{min} = \frac{2LI_{max}}{\sigma\Delta U} \quad \text{Ec.3}$$

S_{min} : Sección mínima del conductor

L : Longitud del conductor

I_{max} : Intensidad máxima

σ : Conductividad del cobre

ΔU : Caída de tensión

Donde la I_{max} la obtendremos con las características eléctricas del panel.

$$I_{max} = 10,84 \cdot 1,1 \quad \text{Ec. 4}$$

Y la caída de tensión máxima admisible la obtendremos fijándonos en las características eléctricas totales de los paneles

$$\Delta U = 1,5\% \cdot V_{pm} \quad \text{Ec.5}$$

$$S_{min} = \frac{2 \cdot 150 \cdot (10,84 \cdot 1,1)}{48 \cdot (0,015 \cdot 2100)} = 2,36 \text{ mm}^2$$

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a 0,3D ⁵⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁶⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾							3x PVC				3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾										3x PVC		3x XLPE o EPR
			S mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	65	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	95	106	119	128	156
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	183	202	224	244	321
			95				180	194	207	220	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	294	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 7. Tabla 1 ITB-BT-19

La sección mínima es de 2,36 mm² por lo que optaremos por una sección de 4 mm² ya que la sección de 2,5 mm² nos serviría, pero debido a la longitud del cable optaremos por una mayor sección con una intensidad admisible de 30 A.

2.5.2. Corriente alterna

El cableado de corriente alterna parte desde el inversor hasta el cuadro general de protecciones del edificio. Para ello utilizaremos conductores 3xXLPE con una temperatura de servicio de 70°C y una longitud de cableado de 4 m. El montaje al igual que en la parte de corriente continua, se trata de B1. La siguiente ecuación se ha obtenido según el ITC-BT 40.

$$I_{max} = I_{inv} \cdot 1,25$$

Ec. 6

$$I_{inv} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{AC}} = \frac{20000W}{\sqrt{3} \cdot 400} = 28,86 \quad \text{Ec.7}$$

$$I_{max} = 28,86 \cdot 1,25 = 36,08$$

Según la tabla ITC-BT 19 y nuestro montaje el cable que usaremos será de 10 mm² de sección con una intensidad máxima admisible de 54 A

2.5.3. Fusibles

Los fusibles constan de un soporte llamado portafusibles y un filamento que se funde cuando la intensidad supera unos valores ya sea debido por un exceso de carga o un cortocircuito. Son dispositivos que reducen el riesgo de incendio de los elementos de la instalación o una posible destrucción de los mismos.

Hemos seleccionado 2 fusibles por cada entrada MPPT (4 en total) de 15V.



Ilustración 7. Portafusibles

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_B : Intensidad de diseño

I_z : Intensidad admisible del cableado

I_n : Intensidad asignada al fusible

Sustituyendo en la Ec.

$$I_B = 10,84 \cdot 1,1 = 11,924 \text{ A}$$

$$11,924 \text{ A} \leq I_n \leq 30 \text{ A}$$

Por lo que seleccionaremos fusibles de 15 A

2.5.4. Interruptores magnetotérmico y diferencial

Podemos definir como un interruptor magnetotérmico aquel interruptor que protege la instalación solar fotovoltaica por algún supuesto de un cortocircuito o sobrecarga. Para la instalación usaremos un interruptor magnetotérmico trifásico de 40 A.



Ilustración 8. Interruptor magnetotérmico de 40 A

Este interruptor diferencial colocado en el cuadro de protecciones de nuestra instalación fotovoltaica protege de accidentes causados directos o indirectos por la derivación de la electricidad o un mal contacto. Hemos instalado un interruptor diferencial de 63 A.



Ilustración 9. Interruptor diferencial de 40 A

Operando de la misma forma que los fusibles, pero en este caso las intensidades son las correspondientes a las secciones del cableado en corriente alterna

$$28,86 A \leq I_n \leq 57 A$$

Por lo que optaremos por un magnetotérmico y diferencial de 40 A.

2.6. Cajas de protección

El cuadro de protecciones de la instalación estará instalado junto al inversor teniendo un lugar accesible para cualquier control o reparación de los equipos de protección. El cuadro se compone de diferentes protecciones cumpliendo el Real Decreto 1663/2000. El cableado deberá estar debidamente etiquetado

Las cajas de protección para una instalación solar fotovoltaica se colocan con el principal objetivo es evitar que cualquier avería afecte a la red eléctrica.

- Bornas de conexionado de tierra.
- Interruptor magnetotérmico trifásico de 40A
- Interruptor diferencial trifásico de 40 A, 30mA.
- Limitador de sobretensiones de corriente alterna trifásico.

- Sensor de potencia inteligente trifásico (a él se conectan los toroidales de intensidad, para la medida del consumo de la nave).

En la caja de menor dimensión hay:

- Fusibles de tipo rápido y seccionadores para los diferentes terminales de cada grupo de módulos fotovoltaicos

Todos estos elementos de las distintas cajas se deberán instalar con railes con una fijación adecuada. En los bornes y contacto se exigirá una tensión de aislamiento de 1000 V DC.

Según el REBT el valor de resistencia de puesta a tierra se garantiza con un sistema de puesta a tierra en la estructura donde se instalarán los paneles fotovoltaicos. El cableado de puesta a tierra tendrá una sección mínima de 6 mm²

Todas las partes metálicas están conectadas a la tierra de instalación. La tierra de la instalación es una tierra independiente, según el RD 1663, sin alterar las condiciones de la empresa distribuidora de puesta a tierra.

2.7. Estudio energético

$$E_P = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} F_S P_R}{G_{CEM}} \quad \text{Ec.8}$$

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Irradiación anual en el panel solar en kWh/m². α es el angulo azimuth del panel fotovoltaico y β el ángulo de inclinación

P_{mp} : Potencia pico del generador fotovoltaico

F_S : Factor de sombras

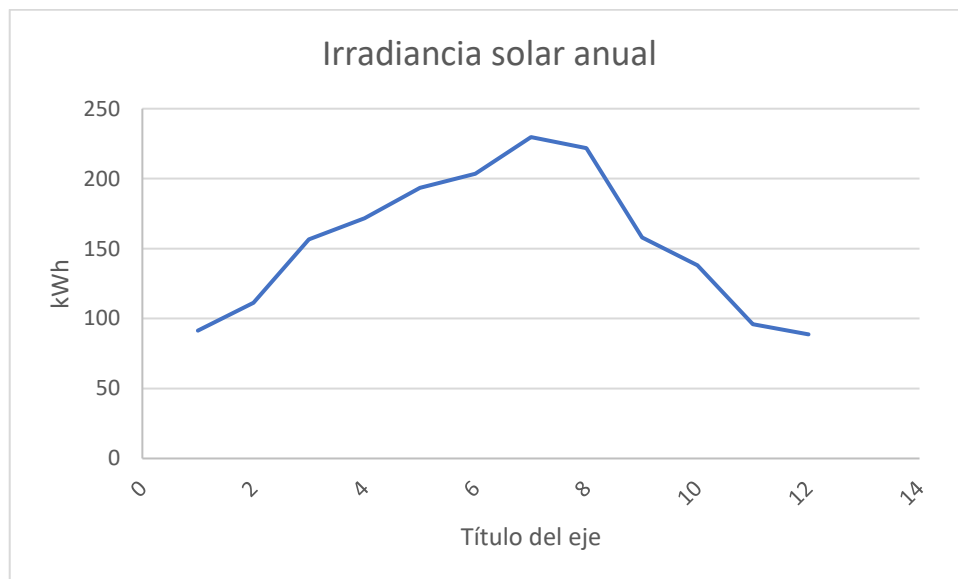
P_R : Factor de pérdidas

G_{CEM} : 1 kW/m²

La instalación se sitúa en Otero de las Dueñas, León. Para saber la radiación solar en esta localización podemos informarnos a través del Instituto Nacional de Meteorología,

también podemos encontrar esta información en el Centro de Estudios de Energía Solar o PVGIS, el cual el dimensionado de nuestro caso lo haremos por este último.

Para optimizar la captación de energía de los paneles se colocarán en una estructura triangular anclada a la cubierta, de ese modo, se dotará de la inclinación más adecuada con respecto al plano horizontal. Conseguiremos un mayor incremento de la producción energética con esta inclinación. Hemos descargado los datos de producción a partir de las irradiancias obtenidas para la provincia indicada. Del mismo modo, tendremos en cuenta que la orientación óptima es sur. Con esta inclinación y orientación conseguiremos no tener prácticamente pérdidas por desvío. Recurrimos al PVGIS para obtener los datos de producción en kWh y el resultado es el siguiente:



Gráfica 1. Irradiancia solar anual

El factor de irradiancia $G_{dm}(\alpha, \beta)$ ha sido resultado del informe PVGIS con un valor de 1887,31 kWh/m².

La potencia pico del generador P_{mp} es de 22,75 kWp

El factor por pérdidas de la instalación P_R , se ha seleccionado 0,76 ya que sufriremos pérdidas a lo largo de nuestra instalación. La siguiente tabla muestra unos porcentajes de pérdidas que son habituales en este tipo de instalaciones:

PARÁMETROS DE PÉRDIDAS	PORCENTAJE
Pérdidas por ángulos	3%
Materiales en suspensión y suciedad	Hasta el 6%
Pérdidas por temperatura	Hasta el 10%
Diferencias entre módulos	2%
Interconexiones y cableado	3%
No seguimiento del PMP y umbrales de arranque	3%
Rendimiento de los inversores	6%

Tabla 8. Factores de pérdidas

El factor de sombras F_s es 0, en este proyecto no se tiene en cuenta las pérdidas por sombra debidas a obstáculos que eviten que la luz solar llegue a los paneles fotovoltaicos.

La energía generada anual estimada E_p , es de 32.631 kWh coincidiendo con el valor estimado en el informe que nos proporciona PVGIS.

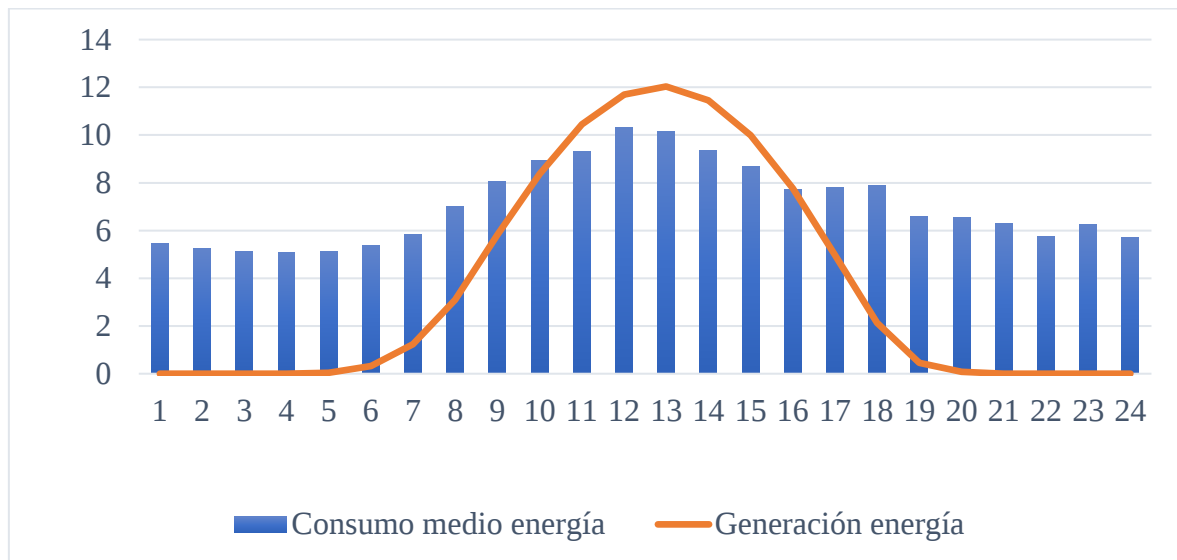
La instalación solar fotovoltaica irá acompañada de un sistema de monitorización, en este caso, ya que el inversor para este proyecto se trata de un Huawei, irá acompañado de su sensor de medición compatible Smart Power Sensor DTSU666-H. Este sensor trifásico tiene como función medir y monitorizar el consumo y producción de nuestra instalación.



Ilustración 10. Smart Power Sensor DTSU666-H

Teniendo los consumos históricos de la nave y teniendo el informe de energía estimada de la producción a través de PVGIS sacamos los datos expresados en la tabla 8. Como podemos observar, en los meses de verano tenemos una producción mayor y por parte un nivel de autoconsumo más elevado. Justo al contrario que en los meses de invierno donde la irradiación solar es menor.

En la siguiente gráfica se muestra los valores de consumo y producción horaria de la instalación. Tanto el consumo como la producción varían en función del día y la época del año. Este gráfico es el resultado de realizar la media de los datos diarios utilizados en este proyecto.

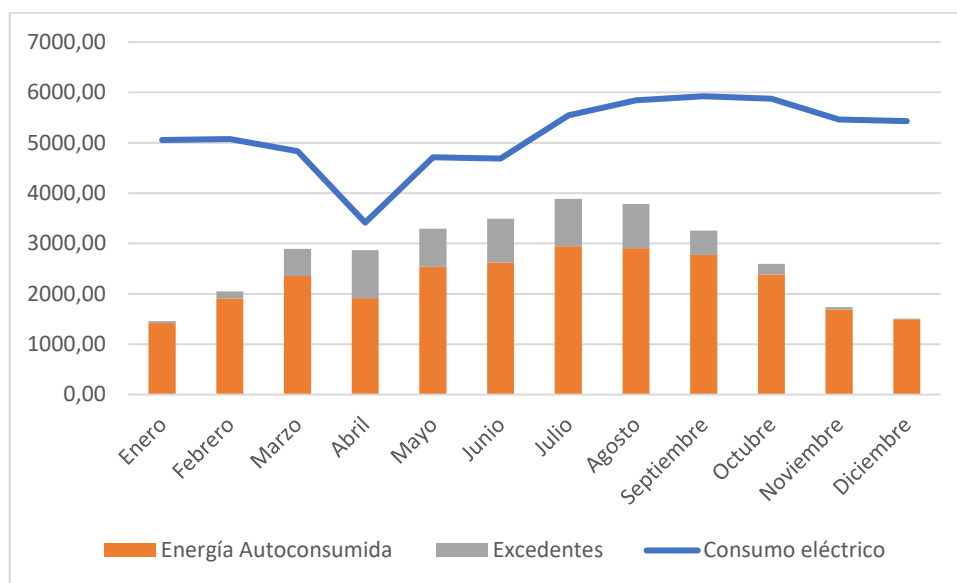


Gráfica 2. Consumo y producción horaria

	Consumo eléctrico [kWh]	Energía autoconsumida [kWh]	Excedentes de producción [kWh]	Energía estimada de producción [kWh]	Porcentaje de autoconsumo [%]
Enero	5057,00	1420,00	39,40	1459,40	28,08
Febrero	5076,00	1912,00	136,00	2048,00	37,67
Marzo	4836,00	2356,00	536,00	2892,00	48,72
Abril	3415,00	1916,00	954,00	2870,00	56,11
Mayo	4710,00	2538,00	758,00	3296,00	53,89
Junio	4690,00	2620,00	869,00	3489,00	55,86

Julio	5544,00	2943,00	941,00	3884,00	53,08
Agosto	5847,00	2908,00	876,00	3784,00	49,73
Septiembre	5925,00	2771,00	485,00	3256,00	46,77
Octubre	5873,00	2384,00	214,00	2598,00	40,59
Noviembre	5462,00	1687,00	50,00	1737,00	30,89
Diciembre	5433,00	1495,00	11,00	1506,00	27,52
Total	61868,00	26950,00	5869,40	32819,40	47,74

Tabla 9. Consumos, excedentes y energía autoconsumida anual



Gráfica 3. Energía autoconsumida, excedentes y consumo

2.8. Estudio económico

En puntos anteriores hemos analizado la energía de producción estimada que tendremos teniendo en cuenta diferentes factores como el número de paneles, emplazamiento, inclinación de los módulos... etc. El consumo anual de la instalación lo analizaremos con una factura de la luz. Observando el consumo en los diferentes periodos y su precio por kWh.

Datos de instalación de electricidad:

- Potencia contratada punta/llano/valle: 40 kW
- Tarifa de acceso: 3.0A
- Precio término de potencia:

- Punta: 0,112499 €/kW día
- Llano: 0,067885 €/kW día
- Valle: 0,045548 €/kW día
- Precio término de electricidad:
 - Punta: 0,110684 €/kW h
 - Llano: 0,096007 €/kW h
 - Valle: 0,074115 €/kW h

Estos datos de costes de potencia y electricidad pertenecen a la factura de luz del mes de agosto de 2020.

Los diferentes periodos se refieren a los periodos horarios de tarificación de las tarifas eléctricas siendo el periodo punta el periodo más caro, este periodo suponen 4 horas del día. El periodo llano es un precio intermedio abarcando 12 horas diarias, mientras que el periodo valle es el tramo horario de 8 horas en el que la luz es más barata.

Tras haber realizado un estudio energético en el apartado anterior se va a realizar a continuación un estudio económico donde partiendo de los consumos eléctricos de cada mes y la energía autoconsumida de esos consumos, obtendremos unos nuevos consumos menores de la red eléctrica que sumados a la compensación de excedentes conseguiremos un importante ahorro mensual. El precio que obtendremos por exceder cada kWh vendrá definido dependiendo de la comercializadora soliendo estar entre 0,04 y 0,05 €.

Precios actuales de los periodos punta, valle y llano:

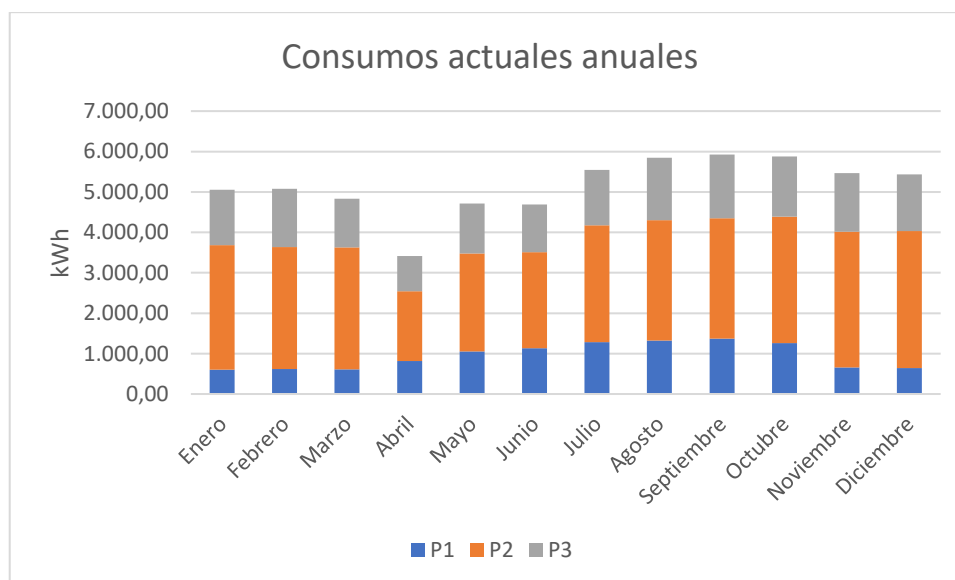
Precio periodos	
P1	0,110684 €/ kWh
P2	0,096007 €/ kWh
P3	0,074115 €/ kWh

Tabla 10. Precio períodos

Consumos actuales antes de realizarse la instalación solar fotovoltaica:

CONSUMOS ACTUALES			
	P1 [kWh]	P2 [kWh]	P3 [kWh]
Enero	602,00	3.078,00	1.377,00
Febrero	615,21	3.021,97	1.438,47
Marzo	611,79	3.017,03	1.203,53
Abril	818,00	1.725,00	871,00
Mayo	1.053,00	2.426,00	1.231,00
Junio	1.131,00	2.378,00	1.180,00
Julio	1.283,00	2.891,00	1.370,00
Agosto	1.320,00	2.979,00	1.548,00
Septiembre	1.371,00	2.980,76	1.573,30
Octubre	1.258,00	3.127,24	1.492,70
Noviembre	660,00	3.356,00	1.446,00
Diciembre	641,00	3.390,00	1.402,00

Tabla 11. Consumos anuales por periodos

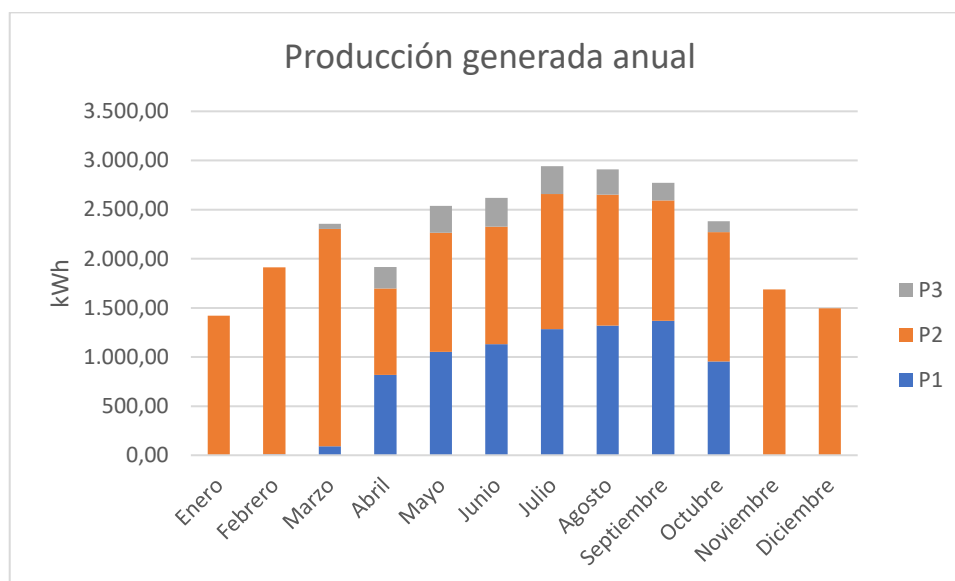


Gráfica 4. Consumos anuales por periodos

La energía generada estimada dividida por periodos:

PRODUCCION GENERADA ESTIMADA			
	P1 [kWh]	P2 [kWh]	P3 [kWh]
Enero	0,00	1.420,00	0,00
Febrero	9,00	1.903,00	0,00
Marzo	91,00	2.213,00	53,00
Abril	818,00	879,00	219,00
Mayo	1.053,00	1.210,00	275,00
Junio	1.131,00	1.195,00	294,00
Julio	1.283,00	1.377,00	283,00
Agosto	1.320,00	1.331,00	257,00
Septiembre	1.368,00	1.224,00	179,00
Octubre	953,00	1.319,00	111,00
Noviembre	0,00	1.687,00	0,00
Diciembre	0,00	1.495,00	0,00

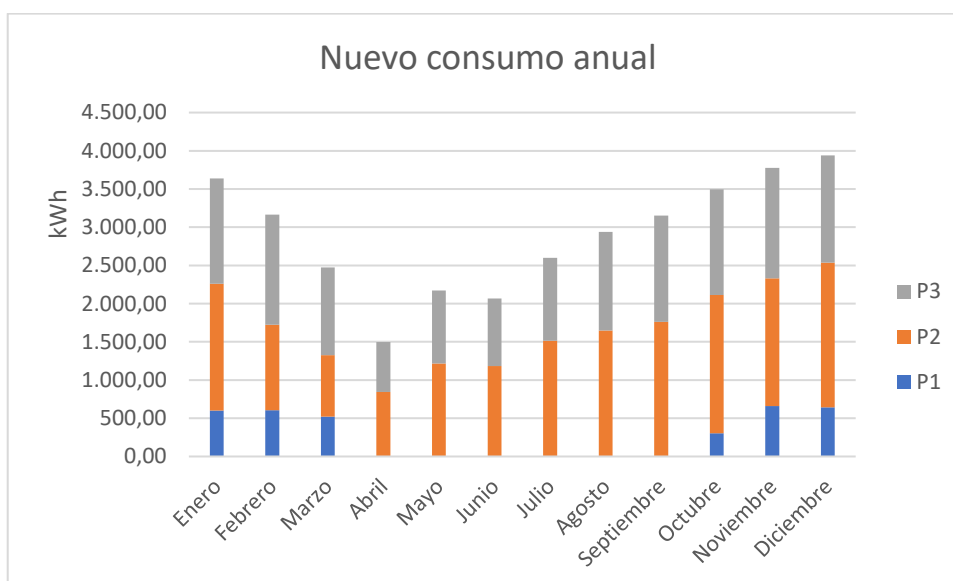
Tabla 12. Producción generada estimada anual



Gráfica 5. Producción generada por periodos

NUEVO CONSUMO			
	P1 [kWh]	P2 [kWh]	P3 [kWh]
Enero	602,00	1.658,00	1.377,00
Febrero	606,21	1.118,97	1.438,47
Marzo	520,79	804,03	1.150,53
Abril	0,00	846,00	652,00
Mayo	0,00	1.216,00	956,00
Junio	0,00	1.183,00	886,00
Julio	0,00	1.514,00	1.087,00
Agosto	0,00	1.648,00	1.291,00
Septiembre	3,00	1.756,76	1.394,30
Octubre	305,00	1.808,24	1.381,70
Noviembre	660,00	1.669,00	1.446,00
Diciembre	641,00	1.895,00	1.402,00

Tabla 13. Nuevos consumos anuales por periodos



Gráfica 6. Nuevo consumo anual por periodos

GASTO ACTUAL					GASTO CON FOTOVOLTAICA				
	P1 [€]	P2 [€]	P3 [€]			P1 [€]	P2 [€]	P3 [€]	
Enero	66,63	295,51	102,06		Enero	66,63	159,18	102,06	
Febrero	68,09	290,13	106,61		Febrero	67,10	107,43	106,61	
Marzo	67,72	289,66	89,20		Marzo	57,64	77,19	85,27	
Abril	90,54	165,61	64,55		Abril	0,00	81,22	48,32	
Mayo	116,55	232,91	91,24		Mayo	0,00	116,74	70,85	
Junio	125,18	228,30	87,46		Junio	0,00	113,58	65,67	
Julio	142,01	277,56	101,54		Julio	0,00	145,35	80,56	
Agosto	146,10	286,00	114,73		Agosto	0,00	158,22	95,68	
Septiembre	151,75	286,17	116,61		Septiembre	0,33	168,66	103,34	
Octubre	139,24	300,24	110,63		Octubre	33,76	173,60	102,40	
Noviembre	73,05	322,20	107,17		Noviembre	73,05	160,24	107,17	
Diciembre	70,95	325,46	103,91		Diciembre	70,95	181,93	103,91	
Total	1257,81	3299,76	1195,70	5753,27	Total	369,46	1643,35	1071,85	3084,67

Tabla 14. Comparativa anual gasto

Como podemos comprobar con los gastos actuales pagaríamos una factura anual de 5.753,27 €, sin embargo, con la instalación fotovoltaica este gasto se reduciría un 46,39 % teniendo un gasto total anual de 3.084,67 €.

En este gasto anual con la fotovoltaica no estamos contabilizando la ganancia que tendríamos con la compensación de excedentes, para este ahorro hemos asumido que el precio de compensación de los excedentes por parte de la comercializadora es de 0,04 € kWh.

Producción de excedentes				Ahorros excedentes			
	P1 [kWh]	P2 [kWh]	P3[kWh]	P1[€]	P2[€]	P3[€]	
Enero	0	39	0	0,000	1,560	0,000	
Febrero	0	136	0	0,000	5,440	0,000	
Marzo	86	450	0	3,440	18,000	0,000	
Abril	517	423	14	20,680	16,920	0,560	
Mayo	449	300	9	17,960	12,000	0,360	
Junio	469	389	11	18,760	15,560	0,440	
Julio	559	373	9	22,360	14,920	0,360	
Agosto	524	351	2	20,960	14,040	0,080	
Septiembre	277	207	0	11,080	8,280	0,000	
Octubre	99	115	0	3,960	4,600	0,000	
Noviembre	0	50	0	0,000	2,000	0,000	
Diciembre	0	11	0	0,000	0,440	0,000	
Total				119,2	113,76	1,8	234,76

Tabla 15. Ahorro de excedentes

Al gasto anual con fotovoltaica anterior 3.084,67 € le añadimos la compensación por excedentes anuales y obtenemos un gasto total de 2.849,91 € suponiendo un ahorro en la factura anual de la luz de 50,46%.

2.9 Fichas técnicas de equipos

2.9.1. Paneles fotovoltaicos



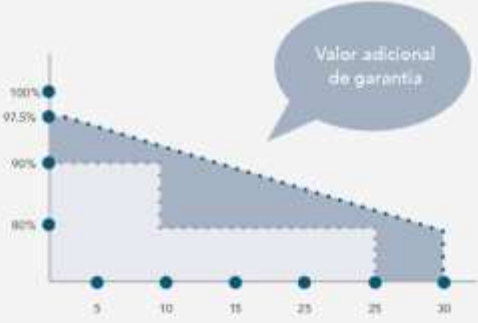
SOLAR ORBITER

KSHC-144 PERC

144 células monocristalinas perC
Módulo solar de alta eficiencia



GARANTÍA ESPECIAL



Valor adicional de garantía

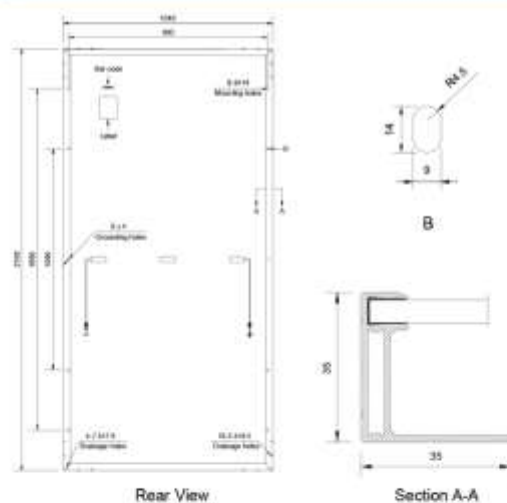
100%
97.5%
95%
90%
80%

5 10 15 20 25 30

■ Garantía de rendimiento lineal de Kaseel Solar
□ Garantía de rendimiento estándar

CARACTERÍSTICAS

- **GARANTÍA LINEAL DE ALTO RENDIMIENTO:**
20 años de garantía limitada del producto.
- **Alta eficiencia de conversión del módulo de hasta 21.05%** utilizando células Half Cell (144 células HC), tecnología PERC y tecnología de fabricación avanzada.
- **Rendimiento con poca luz:** Su vidrio avanzado y el texturizado de la superficie permiten un excelente rendimiento en condiciones con poca luz.
- **Célula solar de 9 Busbar:** la célula solar de 9 barras adopta nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia de los módulos, ofrece una mejor apariencia estética, haciéndola perfecta para su instalación en techo.
- **Coefficiente de temperatura:** excelente rendimiento bajo altas temperaturas y escasa luz.
- **Alta capacidad de carga mecánica:** Su resistente marco de aluminio permite a los módulos resistir cargas de viento de hasta 2400Pa y cargas de nieve de hasta 5400Pa.
- **Durabilidad bajo condiciones ambientales extremas:** Alta fiabilidad bajo condiciones ambientales extremas (pruebas de salinidad, amoníaco y granizo).
- Resistencia a la degradación inducida por potencial (PID).
- **Tolerancia positiva de potencia garantizada 0 ~ +3%** según medición individual.



Las especificaciones de esta hoja de datos están sujetas a cambios sin previo aviso.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tipo de célula	Monocristalina PERC 166"33mm
Número de células	144 (6x6)
Dimensiones del módulo	2102x1040x35 mm
Peso	24 kg
Cubierta frontal	3.2mm vidrio templado con recubrimiento AR
Marcos	Aluación de aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP68, 3-diodos
Cable	4mm ² , 1400mm
Conector	MC4 o MC4 compatible

CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA

Temperatura de Operación Nominal de la célula (NOCT)	43° C±2°C
Coefficiente de Temperatura Pmax	-0.36%/°C
Coefficiente de Temperatura VOC	-0.28%/°C
Coefficiente de Temperatura ISC	0.05%/°C

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE STC

STC: Irradiación 1000W/m², Temperatura célula 25°C, AM1.5.

Potencia Nominal (Pmax)	435W	440W	445W	450W	455W	460W	465W
Tensión de Circuito Abierto (VOC)	49.8V	49.8V	50.0V	50.2V	50.4V	50.6V	50.8V
Corriente de Cortocircuito (ISC)	11.10A	11.16A	11.22A	11.28A	11.34A	11.40A	11.46A
Tensión a Máxima Potencia (Vmp)	41.2V	41.4V	41.6V	41.8V	42.0V	42.2V	42.4V
Corriente a Máxima Potencia (Imp)	10.56V	10.63A	10.70A	10.77A	10.84A	10.91A	10.97A
Eficiencia del Módulo (%)	19.6%	19.9%	20.1%	20.3%	20.6%	20.8%	21.0%
Temperatura de Funcionamiento	-40°C to +85°C						
Tensión Máxima del Sistema	1000VDC/1500VDC						
Rango de Resistencia al Fuego	Tipo I (según UL 1708)/Clase C (IEC61730)						
Valor Nominal del Fusible	20A						

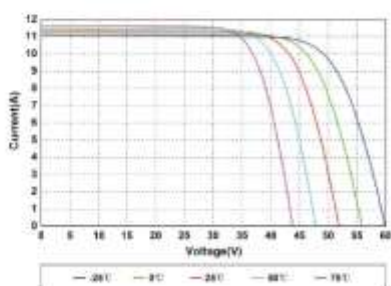
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE NOCT

NOCT: Irradiación 800W/m², Temperatura ambiente 20°C, Velocidad del viento 1 m/s.

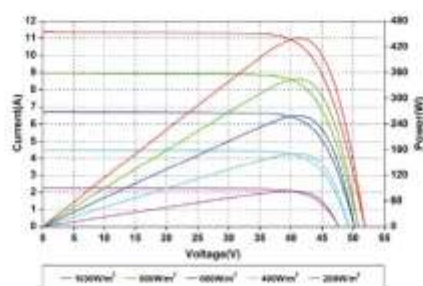
Potencia Nominal (Pmax)	323W	327W	331W	335W	339W	343W	347W
Tensión de Circuito Abierto (VOC)	45.6V	45.8V	46.0V	46.2V	46.4V	46.6V	46.8V
Corriente de Cortocircuito (ISC)	8.99A	9.04A	9.09A	9.14A	9.19A	9.24A	9.29A
Tensión a Máxima Potencia (Vmp)	37.4V	37.6V	37.8V	38.0V	38.2V	38.4V	38.6V
Corriente a Máxima Potencia (Imp)	8.64A	8.70A	8.75A	8.82A	8.88A	8.94A	8.99A

EMBALAJE	Embalaje Estándar	31pcs/pallet
	Módulos en contenedor de 20'	138pcs
	Módulos en contenedor de 40'	715pcs

IV CURVAS



Current-Voltage Curves at Different Temperatures



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances

R1-02/21

Ficha técnica

Soporte inclinado cerrado para cubierta metálica

11V



- Soporte inclinado para cubierta de chapa metálica o subestructura.
- Anclaje a correas.
- Soporte premontado.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.
- Inclinación estándar 15° y 30°.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)
Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema K7

2279x1150



(Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350

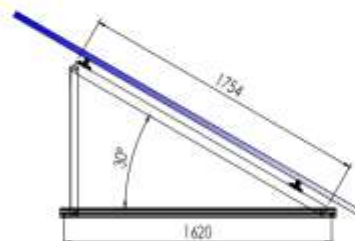
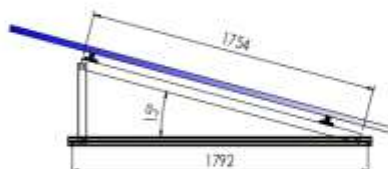


(Ver página 3)

Carga de nieve: 40 kg/m²

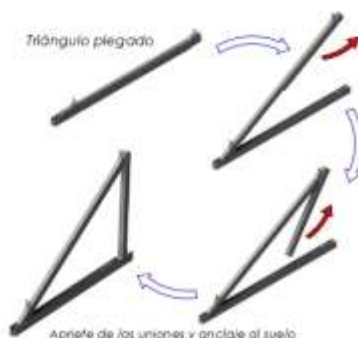


Perfil compatible G1



Detalle fijación G1 a triángulo
(Son necesarios 2 fijaciones por perfil, 1 por cada lado)

Triángulo plegado



Apretar de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillos de hasta M10

Par de apriete:
Tornillo Pental: 7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal: 20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal: 40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal: 10 Nm

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Marcado ES19/B6524 CE

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Ficha técnica - Sistema KIT

Para módulos de hasta 1150

Página 2

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

2279x1150

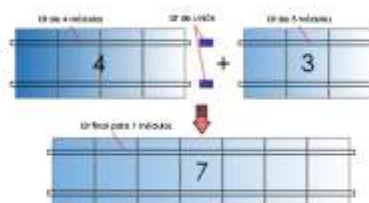


Kits disponibles:

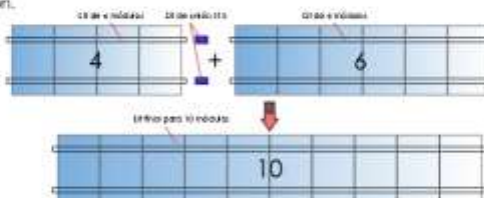


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

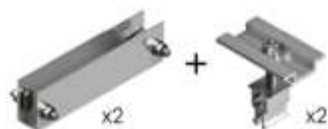
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión.



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



S15 Kit de unión



* Por distancias se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila.

Marcado
ES19/86524



Ficha técnica - Sistema PS

Para módulos de gran formato hasta 1350

Página 3

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350



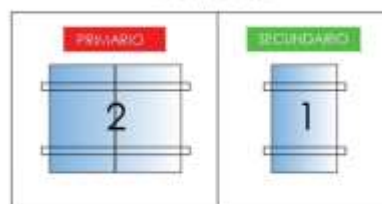
Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

El Kit secundario es un producto complementario de 1 módulo para unirse al Kit primario al incorporar el Kit de unión.

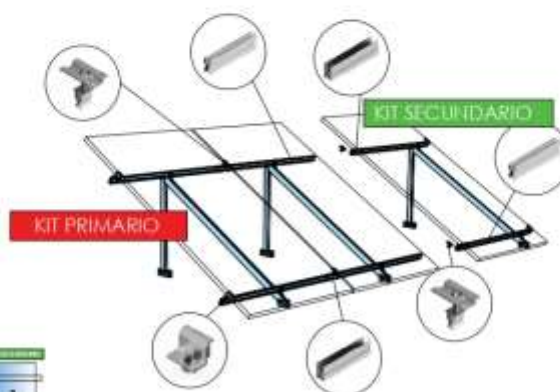
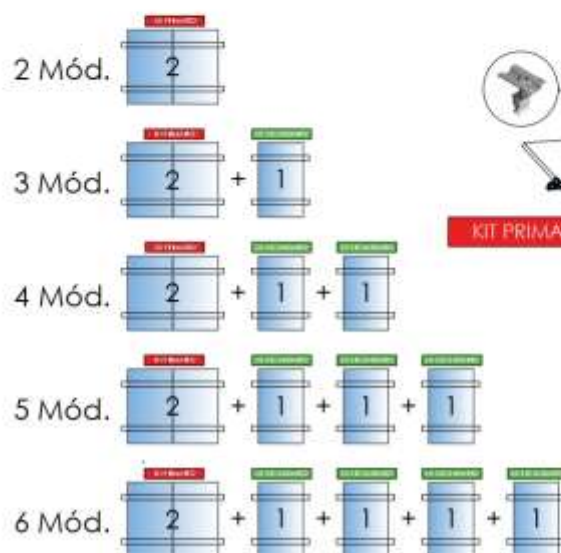
Kits disponibles:



SOPORTES INCLINADOS COMPATIBLES CON EL SISTEMA PS



EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

Marcado **CE**
ES19/86524

R1-05/21

Velocidades de viento

Soporte inclinado cerrado para cubierta metálica

11V



- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento								
Inclinación	Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
KIT	De 5° a 30°	<2000x1000	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
		<2279x1150	150	150	150	130	150	
	35°	<2000x1000	150	150	150	150	150	
		<2279x1150	150	150	150	130	130	
SISTEMA PS	<2400x1350	130						

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado ES19/86524 CE

2.9.3. Inversor

Smart PV Controller



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



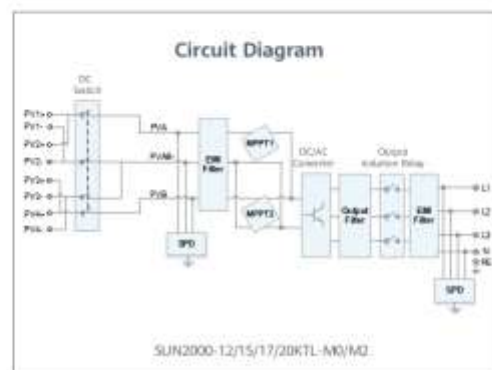
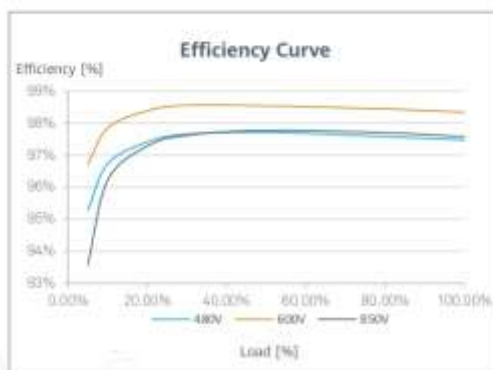
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer ¹



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



¹ Only applicable to SUN2000-12/15/17/20KTL-M0 inverter

SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-12KTL-M2	SUN2000-15KTL-M2	SUN2000-17KTL-M2	SUN2000-20KTL-M2
Efficiency				
Max. efficiency	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
European weighted efficiency	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Input				
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp
Max. input voltage ²	1,080 V			
Operating voltage range ¹	160 V ~ 950 V			
Start-up voltage	200 V			
Rated input voltage	600 V			
Max. input current per MPPT	22 A			
Max. short-circuit current	30 A			
Number of MPPT trackers	2			
Max. input number per MPPT tracker	2			
Output				
Grid connection	Three phase			
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz			
Max. output current	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ~ 0.8 lagging			
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %			
Features & Protections				
Input-side disconnection device	Yes			
Anti-islanding protection	Yes			
AC over-current protection	Yes			
AC short-circuit protection	Yes			
AC over-voltage protection	Yes			
DC reverse-polarity protection	Yes			
DC surge protection	TYPE II			
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11			
Residual current monitoring unit	Yes			
Arc fault protection	Yes			
Ripple receiver control	Yes			
Integrated PID recovery ⁴	Yes			
General Data				
Operation temperature range	-25 ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)			
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH			
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)			
Cooling	Natural Convection			
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App			
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)			
Weight (with mounting plate)	25 kg			
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	525 x 470 x 262 mm (20.7 x 18.5 x 10.3 inch)			
Degree of protection	IP65			
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5 W ³			
Optimizer Compatibility				
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P			
Standard Compliance (more available upon request)				
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2			
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PD 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA			

¹ Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage, any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter longer start-up time.

⁴ SUN2000-12~20KTL-M2 series potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).

⁵ ≤ 0.01 W when PID recovery function is activated.

¹ Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN200-400W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter tripping/shutdown.

⁴ SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 uses potential between PV- and ground to drive 200V through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include P type (mono, poly).

⁵ <10 W when PID recovery function is activated.

Version No.04 (20201006)

SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

2.10. Factura eléctrica

Naturgy Iberia, S.A.
Fecha de emisión: 04.09.2020
Nº factura: FE20321337679121



Nombre: PRECOCINADOS ARTESANOS PRECOSAN SL
Dirección suministro: POL INDUSTRIAL LOS AVEZALES
0009 NAVE 24123 OTERO DE LAS DUEÑAS
Nº Referencia: 17889839
Nº cliente: 10287618
NIIF: ES - B24592404
Dirección: POL INDUSTRIAL LOS AVEZALES 0009 NAVE
24123 Otero De Las Dueñas
Entidad: BANKINTER, S.A.
Datos bancarios: IBAN ES15 0128 0240 8501 0006 ****
Fecha de cargo: 11.09.2020

PRECOCINADOS ARTESANOS PRECOSA N SL
POL INDUSTRIAL LOS AVEZALES 0009 NAVE
24123 - OTERO DE LAS DUEÑAS
LEÓN

Esta factura será cargada en cuenta siguiendo el mandato 000046566334 de fecha 30.01.2015

¿Son correctos sus datos personales?

Puede actualizarlos obteniendo su Área Privada de la web entrando en www.naturgy.es/misdatos

Total a pagar

1.053,81 €

Electricidad PLAN NEGOCIO A MEDIDA Contrato: 136874664			
Del 01.08.2020 al 31.08.2020 (31 días = 1,019178 meses)			
Consumo electricidad punta	1.320 kWh	0,110684 €/kWh	146,10 €
Consumo electricidad llano	2.979 kWh	0,096007 €/kWh	286,00 €
Consumo electricidad valle	1.548 kWh	0,074115 €/kWh	114,73 €
Término potencia punta (34,000 kW)	31 días	0,112499 €/kW día	118,57 €
Término potencia llano (41,220 kW)	31 días	0,067895 €/kW día	86,72 €
Término potencia valle (34,280 kW)	31 días	0,045548 €/kW día	48,40 €
Energía Reactiva punta	170 kVArh	0,041554 €/kVArh	7,06 €
Energía Reactiva llano	150 kVArh	0,041554 €/kVArh	6,23 €
Suplemento territorial por tributos autonómicos del año 2013 según la orden TEC/271/2019 (1)			8,84 €
Subtotal			822,65 €
Impuesto electricidad	822,65 €	0,0511259632	42,06 €
Otros conceptos electricidad			
Alquiler de contador	31 días	0,200323 €/día	6,21 €
Total electricidad			870,92 €
Base imponible			870,92 €
IVA 21%			182,89 €
Total factura			1.053,81 €

(1) Período al que corresponde la regularización: 13.05.2013-31.12.2013
Parámetros de dicho período para la facturación de potencia y energía activa
Potencia: punta 33,864 kW; llano 35,891 kW; valle 31,811 kW
Energía activa: punta 619 kWh; llano 1.677 kWh; valle 659 kWh
Cuantía correspondiente a la regularización: 73,30 €
Número de facturas en que va a llevarse a cabo la regularización completa: 12

!Información importante

Al buen tiempo, ¡confort y ahorro!

Este verano, podrá ahorrar hasta un 20% en climatización regulando la temperatura entre 24º-28º y el tiempo de funcionamiento de sus equipos. Además, si los apaga 1 hora antes de dejar la estancia, la inercia térmica permitirá mantener la temperatura durante un tiempo.



Canales para contactar con Naturgy

Atención Cliente Energy Class

Web

Lectura del contador

Averías eléctricas

Naturgy Clientes España

@NaturgyClientesES

900 850 880

senergyclass@naturgy.com

Dirección postal: Plaça del Gas, 1. 08003 Barcelona

arcacientes.naturgy.es

www.naturgy.es/lecturas

900 333 999

Si quiere una atención más personalizada puede acudir a alguno de los centros que Naturgy tiene a su servicio. Encuentre el más cercano en www.naturgy.es/centros.

Las cuentas claras

A continuación le presentamos información detallada sobre su/s contrato/s y factura.

Electricidad

Nº contrato de acceso
(UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD, S.A.): 104313052613
Fecha final de contrato: 18.05.2021
Nº de CNAE: 4729

Los costes de energía que se le aplican se determinan en el BOE de fecha 28.12.2019. Servicio: 97,810%, Permanentes: 0,150%, Diversificación y Seguridad de abastecimiento: 2,040%.

Datos instalación electricidad

Potencia contratada punta: 40,000 kW
Potencia contratada llano: 40,000 kW
Potencia contratada valle: 40,000 kW
Código CUPS: ES0022000009019336WB1P
Tarifa de acceso: 3.0A
Cuantía Psoje: 333,34 €

Detalle de las lecturas de los equipos

Tipo	Fecha / Lect. anterior	Fecha / Lect. actual	Dif. lecturas	F. escala	Base cálculo
	31.07.2020	31.08.2020			
E Activa punta laborable:	14.378 kWh real	15.494 kWh real	1.116 kWh	1,000	1.116 kWh
E Activa llano laborable:	44.305 kWh real	45.653 kWh real	2.348 kWh	1,000	2.348 kWh
E Activa valle laborable:	17.007 kWh real	18.147 kWh real	1.140 kWh	1,000	1.140 kWh
E Activa punta festivo:	3.136 kWh real	3.340 kWh real	204 kWh	1,000	204 kWh
E Activa llano festivo:	9.288 kWh real	9.910 kWh real	631 kWh	1,000	631 kWh
E Activa valle festivo:	5.849 kWh real	6.257 kWh real	408 kWh	1,000	408 kWh
E Reactiva punta laborable:	6.753 kVAh real	7.308 kVAh real	555 kVAh	1,000	555 kVAh
E Reactiva llano laborable:	20.089 kVAh real	21.060 kVAh real	971 kVAh	1,000	971 kVAh
E Reactiva valle laborable:	5.310 kVAh real	5.661 kVAh real	351 kVAh	1,000	351 kVAh
E Reactiva punta festivo:	964 kVAh real	1.015 kVAh real	51 kVAh	1,000	51 kVAh
E Reactiva llano festivo:	2.876 kVAh real	3.038 kVAh real	162 kVAh	1,000	162 kVAh
E Reactiva valle festivo:	1.684 kVAh real	1.788 kVAh real	104 kVAh	1,000	104 kVAh
Maxímetro punta laborable:		31,000 kW real	31,000 kW	1,000	31,000 kW
Maxímetro llano laborable:		41,220 kW real	41,220 kW	1,000	41,000 kW
Maxímetro valle laborable:		34,280 kW real	34,280 kW	1,000	34,000 kW
Maxímetro punta festivo:		11,690 kW real	11,690 kW	1,000	12,000 kW
Maxímetro llano festivo:		14,380 kW real	14,380 kW	1,000	14,000 kW
Maxímetro valle festivo:		12,500 kW real	12,500 kW	1,000	13,000 kW

Cálculo energía reactiva según Orden ITC/3860/2007 de 28 de diciembre.

3. PRESUPUESTO

Capítulo 1. Ingeniería y tramitación

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1.1	Ud Ingeniería			
	Replanteo de la instalación sobre las cubiertas, cálculos, legalización, dimensionado, planos, certificados.			
		1,00	858,65 €	858,65 €
TOTAL CAPÍTULO N°.....				858,65 €

Capítulo 2. Instalación fotovoltaica

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
2.1	50 Módulos fotovoltaicos			
	Módulo fotovoltaico modelo Kaseel Solar KSHC-144-PERC-455, monocristalino con 455Wp.			
		50,0	165,30 €	8.265,00 €
	1 inversor solar.			
	Inversor solar Huawei SUN2000-20KTL-M2 o similar, de 20 kW de potencia, rendimiento >96%. Garantía de fabricación de 10 años.			
		1,00	1.789,80 €	1.789,80 €

50 estructura soporte de módulos.

**Estructura unitaria para soporte de los
módulos fotovoltaicos**

50,00	41,04 €	2.051,93 €
-------	---------	------------

1 Energy Meter

Dispositivo para monitorizar la instalación

1	142,50 €	142,50 €
---	----------	----------

TOTAL CAPÍTULO N° 2.....12.249,23 €

Capítulo 3. Material eléctrico

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>
<u>IMPORTE</u>			

3.1 Ud Corriente continua, corriente
alterna y caja de protecciones

**Cableado de las conexiones de los paneles
fotovoltaicos. Conectores. Conductores no
superando la caída de tensión según
normativa. Lineas debidamente diseñadas**

1	1.339,04 €	1.339,04 €
---	------------	------------

3.2 Ud Montaje mecánico e
instalación eléctrica de todos los elementos.

1 3.890,56 € 3.890,56 €

TOTAL CAPÍTULO N° 3.....5.229,60 €

TOTAL PRESUPUESTO.....18.337,48 €

PORTES.....145,00 €

I.V.A. 21%.....3.881,32 €

TOTAL.....22.363,80 €

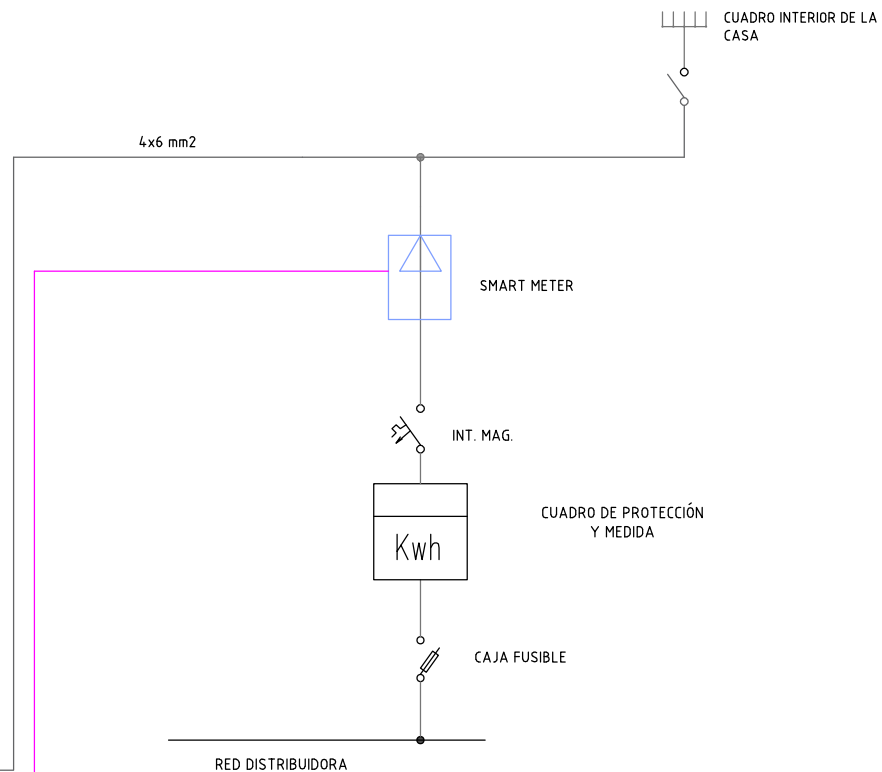
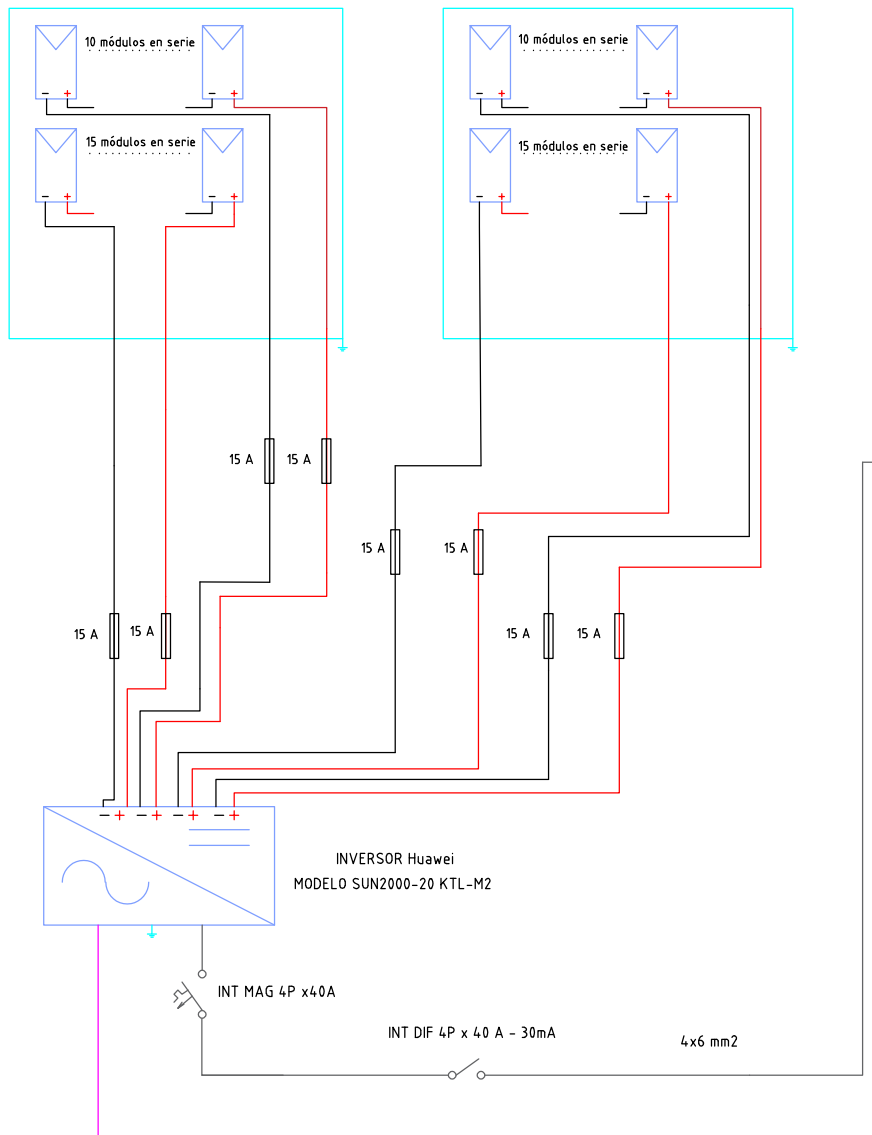
4. PLANOS

4.1. Plano de situación y emplazamiento



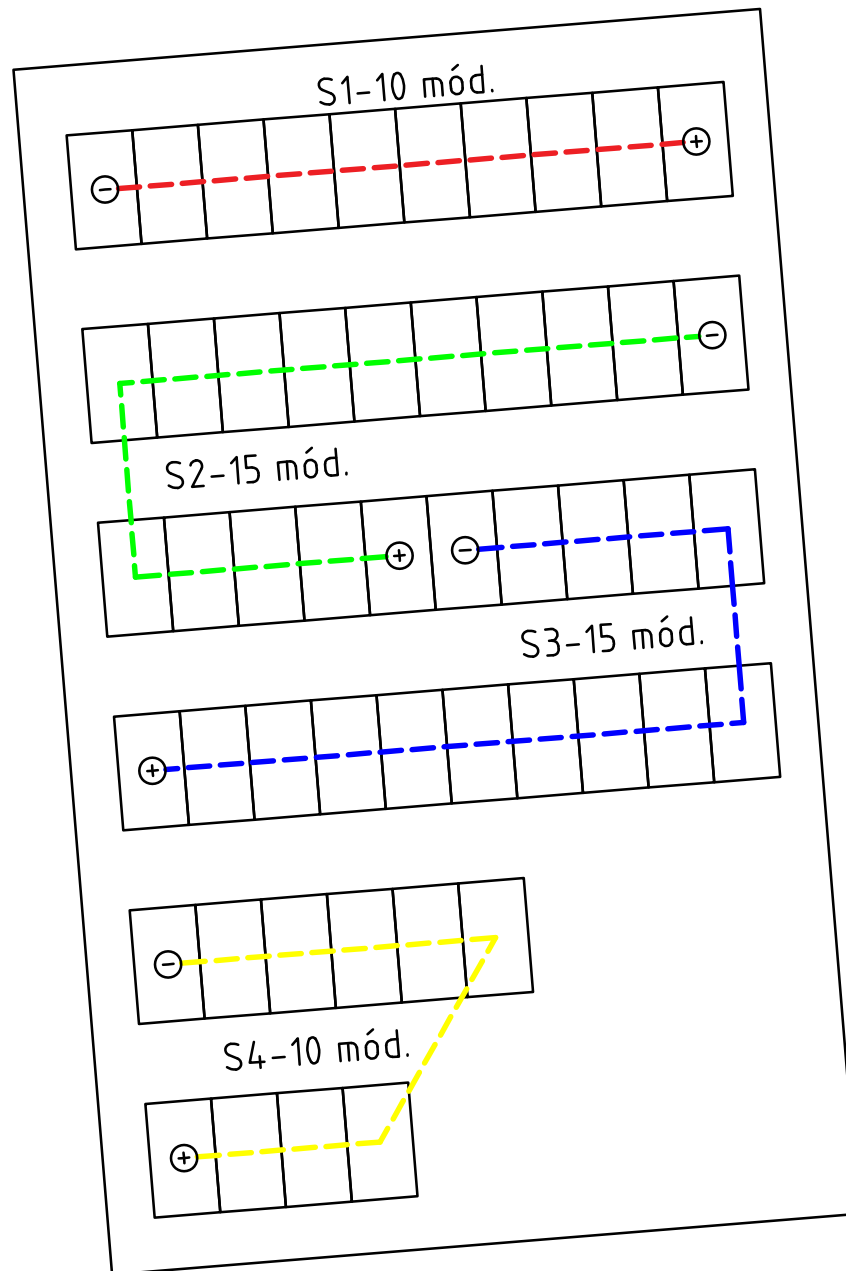
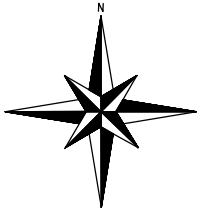
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		JOSÉ A		
COMPROBADO		BARBERÀ		
		GARCÍA		
ESCALA:	Designación Plano de emplazamiento			Nº PLANO
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

4.2. Esquema unifilar



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		JOSÉ A.		
COMPROBADO		BARBERÁ		
		GARCÍA		
ESCALA:	DESIGNACIÓN: Esquema unifilar			Nº PLANO
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

4.3. Configuración de Strings



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		JOSE A.		
COMPROBADO		BARBERA		
		GARCIA		
ESCALA:	DESIGNACIÓN: Configuración de Strings			Nº PLANO
S.E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Objeto del pliego

En este pliego está descrito la definición de las obras a ejecutar con carácter de Proyecto Técnico. Siendo este proyecto una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en el sector industrial de una potencia nominal de 20kW y 22,75kW instalados sobre la cubierta. Marca las directrices y los criterios a seguir en la ejecución de las obras, así como la definición de los diferentes materiales utilizados.

5.2. Situación de las obras

El proyecto se realizará en la localidad de Otero de las Dueñas (León).

5.3. Condiciones generales

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación de 12 noviembre de 1982 e instrucciones técnicas complementarias de 6 de Julio de 1984.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión de 2 de agosto de 2.002.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía de 12 de marzo de 1954.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión de 28 de noviembre de 1968.

5.4. Condiciones de materiales y equipos

5.4.1. Generalidades

Se asegurará como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico clase I en los módulos e inversor, así como a los materiales utilizados como armarios de conexión, conductores. Para el cableado de corriente continua se necesitará un doble aislamiento.

Los elementos de la instalación garantizan la calidad del suministro en todo momento.

La instalación solar fotovoltaica a realizar no provocará averías en la red eléctrica ni disminuirá las condiciones de seguridad. El funcionamiento de esta instalación no implicará condiciones que sean peligrosas para el personal que trabaje en la red de distribución.

Las condiciones meteorológicas tienen un efecto negativo sobre los materiales que estén en la intemperie, protegiéndolos así contra estas condiciones.

Todas las personas que estén trabajando en la instalación, así como la propia instalación incluirán elementos de seguridad necesarios frente a peligros que se puedan ocasionar.

5.4.2. Sistema generador fotovoltaico

El panel solar tendrá en la parte trasera el modelo y nombre del fabricante, así como un número de serie donde haga referencia a la fecha elaborada.

Los paneles solares a instalar deberán contar con diodos de derivación, evitando posibles averías de las células. Estos paneles contarán con un grado de protección IP65. Los marcos laterales están fabricados de acero inoxidable.

Los módulos fotovoltaicos tendrán como máximo un margen de $\pm 5\%$ de los valores de potencia máxima y corriente de cortocircuito que viene dado por el fabricante para que sea aceptable.

Quedará rechazado cualquier panel solar que presente roturas o manchas en su superficie, así como alguna anomalía en sus células encapsuladas.

Con fin a asegurar unas condiciones de trabajo seguras a la hora de mantenimiento o reparación de los paneles se instalará cualquier disipativo que nos garantice la seguridad en cada una de las ramas del campo generador fotovoltaico.

5.4.3. Estructura soporte

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

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

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, 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 y teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se proteger  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 realizada en acero inoxidable cumpliendo la Norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

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

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío cumplirá la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente 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.

5.4.4. Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: Fuente de corriente
- Autoconmutado
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética (Ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.

- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor,
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz AC.

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar de un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 y 88%, respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW y del 90 al 92% para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo de los equipos (pérdidas en vacío) en “stand-by” o “modo nocturno” deberá ser inferior a un 2% de su potencia de salida nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 y el 100% de la potencia nominal.

El inversor deberá inyectar en red, para potencias mayores del 10 % de su potencia nominal.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0° C y 40 °C de temperatura y 0% a 85% de humedad relativa.

5.4.5. Cableado

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 tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 1,5% y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 0,5% teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable DC y AC. 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 adecuados para su uso en intemperie, al aire o enterrado de acuerdo con la norma UNE 21123.

5.4.6. Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red interior de baja tensión y en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Así mismo, será de obligado cumplimiento las disposiciones contempladas en el R.D. 1955/2000, de 1 de siembre y las condiciones especificadas en el R.D. 900/2015, de 9 de octubre

5.4.7. Equipos de medida

Indistintamente de que haya volcado a la red de distribución, será necesario que las instalaciones cumplan con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y el R.D. 1110/2007 de 24 de agosto de 2007 establece en el artículo 9, punto 3 la obligación de

estar dotado de dispositivos de comunicaciones para la lectura remota en instalaciones cuya potencia sea superior a 15 kW. Así mismo habrá que considerar las indicaciones reflejadas en el R.D. 900/2015, de 9 de octubre.

5.4.8. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 48 Hz respectivamente según R.D. 661/2007 de 25 de mayo).

5.4.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Este tipo de instalaciones tienen que cumplir con el RD 1663/2000. En este apartado se tiene en cuenta el artículo 12 que rige la normativa de la puesta a tierra en este tipo de instalaciones.

De acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión, todas las conexiones tanto de corriente continua como de corriente alterna deberán conectarse a una única tierra, siendo independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

5.4.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Como se ha especificado en el punto anterior, este tipo de instalaciones se rigen con lo dispuesto en el RD 1663/2000. En este apartado se basa en el artículo 13 cumpliéndose la normativa sobre armónicos y compatibilidad electromagnética.

5.5. Pliego de condiciones de instalaciones eléctricas

5.5.1. Objeto

El presente pliego, tiene por objeto definir al adjudicatario de las instalaciones eléctricas, en adelante contratista, el alcance, condiciones de ejecución cualitativa de los trabajos a realizar para conseguir el funcionamiento de las instalaciones eléctricas, así como ordenar las condiciones técnicas que han de regir la planificación, ejecución, desarrollo, control y recepción de la obra correspondiente a las instalaciones eléctricas.

La descripción de las obras, que se hace a continuación tiene simplemente un carácter identificativo y enumerativo estando destinada especialmente a facilitar la interpretación de:

- a) Los planos.
- b) Lo representado en los detalles reflejados en los mismos.
- c) Los restantes documentos.
- d) Las disposiciones que dicte la Dirección de obra durante su ejecución.

Cada contratista, antes de iniciar su trabajo, examinará todos los trabajos que de algún modo estén relacionados con el suyo, para lograr una perfecta coordinación de acuerdo con la finalidad de este Pliego.

5.5.2. Intención de este pliego

La intención de este pliego, así como la de los planos, es dar la descripción de los elementos que el contratista se compromete a ejecutar y/o suministrar de acuerdo con las cláusulas del contrato.

Si hay contradicción y/o ambigüedad aparente entre los planos y el pliego o falta de información, el contratista llamará la atención sobre la exacta interpretación o intención, antes de proceder a llevar a cabo la parte de la obra de que se trate y procediendo a efectuar la anotación pertinente en el libro de órdenes.

5.6. Condiciones económicas

5.6.1. Condiciones generales

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios que figuran en el presupuesto, afectados por los porcentajes de contrata y baja o alza de licitación en su caso, a la cantidad resultante se añadirá el 21 % del Impuesto Sobre el Valor Añadido.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establezcan en este pliego de condiciones. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc. Igualmente se encuentran incluidos aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, y la parte proporcional de ensayos.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. Objeto del plan de seguridad y salud

Este Plan consiste en fijar las condiciones preventivas ante enfermedades y accidentes laborales mientras que se ejecuta los trabajos de instalación que se ejecutan en este proyecto, así como los trabajos que pueden abarcar este proyecto como el mantenimiento y reparación de trabajos. Cumpliendo unas normas de higiene y bienestar para los profesionales.

En definitiva, el objeto de este plan de seguridad y salud, es que a través de unas normas y directrices básicas cumplan las obligaciones previniendo riesgos laborales por parte de las empresas contratistas.

En este plan la empresa contratista concreta y desarrolla las medidas de seguridad correspondientes a la ejecución de la obra para el montaje de placas solares que presentará para su aprobación al Coordinador de Seguridad y Salud antes del comienzo de los trabajos o en caso de que no intervenga más de una empresa, será la dirección facultativa la encargada de tramitar la aprobación del este plan.

En el transcurso de la instalación puede aparecer nuevos riesgos laborales que no están contemplados en este Plan de Seguridad y Salud, estos riesgos deberán ser estudiados y evaluados para posteriormente ampliar dicho Plan y sus medidas preventivas mediante anexos durante el transcurso de la instalación. Esto se realizará en el momento en que se detecten los riesgos no previstos, tras un accidente o a instancias del coordinador de seguridad y salud.

6.2. Obligaciones de las empresas subcontratadas

Las empresas subcontratadas deberán de cumplir unas obligaciones para mantener la seguridad y salud, estas medidas son:

- Toda empresa subcontratista deberá de entregar una carta informando a la empresa contratista, que conoce este plan de seguridad y salud y que lo cumplirán todo el periodo que dure la ejecución de la obra, para llevar a cabo este cumplimiento se

nombrará a un responsable de la empresa que se encargará de supervisar que se cumplan todas las medidas preventivas.

- Por lo explicado en el punto anterior toda empresa subcontratista deberá nombrar a un responsable en la obra que se encargue del cumplimiento por parte de los profesionales de las medidas preventivas de este Plan, este nombramiento se deberá hacer antes del comienzo de la obra.
- Cada empresa subcontratista deberá acreditar la información y formación de todos sus operarios ante las medidas preventivas en seguridad y salud de acuerdo a los trabajos que ejecute cada uno.
- Antes del comiendo de los trabajos, cada empresa subcontratista deberá enviar una relación de los profesionales que intervendrán en la ejecución de la obra, así como TC-1 y el TC-2 del último mes, para poder verificar la vinculación de los profesionales con la empresa.

6.3. Características de la obra

Ubicación de los módulos e inversor: Se instalarán 50 módulos solares ubicados en cubierta. Se instalará 1 inversor en la zona correspondiente para ello. Deberá realizarse con las mayores condiciones de seguridad, higiene y salud para los profesionales, las empresas subcontratistas para llevar a cabo estos trabajos son las encargadas de adoptar las medidas de prevención que mejor se adapten a su método de operación y procedimientos seguros de actuación poniéndolo en conocimiento de la empresa contratista

El sistema fotovoltaico está formado por unos paneles o módulos fotovoltaicos encargados de convertir la energía solar en energía eléctrica para cubrir parte del consumo demandado por las instalaciones del complejo, cuya finalidad es la celebración de eventos. Para ello partimos de una estimación de la demanda según indicaciones del cliente, y planteamos el consumo estimado a largo del año.

La instalación consta de los siguientes componentes:

- Campo generador fotovoltaico
- Inversor
- Protecciones

6.3.1. Periodo de ejecución de la instalación

La Instalación de Autoconsumo tendrá un plazo de ejecución de 5 días laborales (de lunes a viernes) de duración.

6.3.2. Número de trabajadores en la instalación

Se estima que el número de trabajadores que estén trabajando en la instalación será de 3 operarios.

6.4. Interferencias y servicios afectados

La realización de la instalación fotovoltaica no interferirá con el normal funcionamiento de las instalaciones del edificio.

6.4.1. Fases de obra

Se dividirá en las siguientes fases:

- Transporte de materiales hasta el lugar de la obra y descarga de los mismos
- Áreas de trabajo (aire libre)
- Colocación de material y elementos (estructura, módulos, inversor, etc.).
- Trabajos en altura
- Instalación de inversor
- Instalación eléctrica

6.4.2. Maquinaria y máquinas - herramientas

Está prevista la utilización de la maquinaria que a continuación se relaciona:

- Camiones: Para transportar el material y a los profesionales
- Camión Grúas: Como medio de elevación de los materiales hasta la cubierta
- Herramientas manuales: Para poder ejecutar los trabajos.

6.5. Formación en materia de Seguridad y Salud

Será obligatoria la formación en materia de Seguridad y Salud de todo el personal que tome parte en los trabajos por parte de la empresa. Dicha formación no tendrá un carácter general, sino que será específica para la obra que se va a ejecutar y consistirá en una explicación de los riesgos a los que se pueden encontrar, los métodos de trabajo más seguros que deben aplicarse y las protecciones colectivas e individuales de que disponen y que serán de uso obligatorio.

6.6. Medicina preventiva y primeros auxilios

6.6.1. Botiquines

En cada uno de los vehículos de los profesionales que se dirijan hacia la obra, tendrán en su propiedad un botiquín, en su interior tendrá material sanitario como esparadrapo, agua oxigenada, alcohol, tiritas, analgésicos...

6.6.2. Asistencia a accidentados

Se dispondrá de listas de servicios de emergencia ante un accidente laboral en lugares visibles, estas listas incluirán los teléfonos y las direcciones de estos servicios de emergencia con la intención de una rápida actuación ante un posible accidentado.

En estas listas deberán figurar como mínimo los siguientes servicios:

- Servicio de urgencia (112)
- Ambulancia

- Ayuntamiento
- Policía Local
- Bomberos
- Guardia Civil
- Centro de Salud Emergencias
- Cruz Roja
- Protección Civil

Estos teléfonos deberán figurar en las ventanillas de los coches que están trabajando en la obra. Y estar en la agenda del teléfono móvil del encargado y/o supervisor presente en obra.

6.7. Prevención de daños a terceros

De acuerdo con la normativa actual, se señalizará tomando las medidas pertinentes de seguridad que cada caso requiera.

Cuando se tenga que hacer una descarga o una subida de material a la cubierta se señalizarán los viales afectados.

6.8. Instalaciones provisionales de obra

6.8.1. Instalación eléctrica provisional

Para la ejecución de trabajos en la parte de instalación eléctrica se deberá tomar unas medidas para evitar posibles accidentes:

- Un especialista será el encargado de proyectar y realizar la instalación eléctrica.
- Las conexiones interiores deben ejecutarse con bases normalizadas.
- Para la operación de trabajos en el cuadro general de la instalación o los puestos de trabajo que requieran de manejar dispositivos eléctricos deberán de tener plataformas de madera.
- Cuando el recorrido del cableado se ejecute por el suelo deberá estar cubierto por maderas.

- Si se observa tensión en alguna masa, inmediatamente se cortará el interruptor comunicándolo previamente al instalador.
- Ante un accidente laboral, se deberá quitar la tensión del interruptor general, avisar a los servicios de urgencias y practicar primeros auxilios en caso que fuese necesario.

Normas de seguridad:

- Todas las partes de la instalación se tendrá en consideración que está bajo tensión hasta que no se compruebe con los dispositivos necesarios lo contrario.
- Se señalarán el paso del cableado en las líneas enterradas mediante un cubrimiento de tabloncillos. La zanja tendrá una profundidad mínima de 0,5 metros y el cableado estará protegido por un tubo rígido.
- Se ejecutará conexiones normalizadas estancas si hubiese que realizar algún tipo de empalme entre mangueras.
- La toma de tierra se protegerá con tubo verde y amarillo, esta se efectuará mediante la pica de tierra del cuadro general, protegiendo el punto de conexión dentro de una arqueta.
- La realización de trabajos se realizará con una iluminación adecuada a cada zona de trabajo. Teniendo en cuenta que como norma general se debe alcanzar los 100 lux en una altura de 2 metros.
- Para la correcta iluminación del punto anterior se deberá efectuar con proyectores o mediante lámparas portátiles y fijas cumpliendo unas condiciones de seguridad. Las lámparas portátiles deberán tener un mango aislante, una rejilla protectora, clavija normalizada estanca y alimentación a 24 V.

6.8.2. Protección contra incendios

Está totalmente prohibido fumar en la instalación, un cigarrillo mal apagado es una causa de incendio en una zona de trabajo que se destine a almacenaje o si hubiese líquidos inflamables. También existe riesgo por uso de radiales o trabajos de soldadura en zonas próximas a elementos o materiales inflamables.

Para evitar que se de esta casuística solo estará permitido fumar en el exterior en las zonas habilitadas para ello

En las instalaciones del centro objeto de la instalación es posible que nos encontraremos productos químicos almacenados (esmaltes, disolventes...). Extremaremos la precaución a la hora de trabajar en zonas próximas

Se tomarán las siguientes precauciones:

- Queda prohibido fumar en las instalaciones exteriores, salvo en zonas habilitadas.
- Las herramientas de trabajo como la radial y el grupo de soldadura deberán utilizarse de forma cautelosa, estableciendo un margen de seguridad de 10 metros de la zona de materiales inflamables, en caso de no poder estos márgenes de seguridad, elegiremos una zona de trabajo libre de peligro.
- En la zona de trabajo deberá estar provista de extintor polivalente para hacer frente a un posible inicio de un fuego.

Extintor

Es importante la rápida actuación que podamos llevar a cabo ante un incendio en su inicio y saber cómo utilizarlo ante una situación de incendio.

Con carácter imprescindible el instalador tendrá que tener a su alcance como mínimo:

- Extintor de 6 kilos POLVOS A, B, C.

MODO DE USO:

- Quitar la anilla de seguridad, de un tirón.
- Apretar el gatillo.
- Se debe atacar el fuego por la base, limpiando la superficie en ziz- zag.
- Retirase del fuego de frente, nunca de espalda.

Muy importante: solo usaremos el extintor en la primera etapa del fuego (su inicio).

- Antes de acercarse al fuego tirar un poco al aire para verificar que el extintor se encuentra en las condiciones óptimas para hacer frente a la extinción del fuego. En el caso de no encontrarlo en óptimas condiciones, REMPLAZARLO.

6.9. Medidas de seguridad en las unidades de obra

En este apartado se analizarán los trabajos a emplear en las diferentes fases de la obra.

6.9.1 Transporte de materiales hasta el emplazamiento

Se puede dar el caso en el que el transporte de materiales hasta el emplazamiento se realice por parte un profesional del transporte externo a la empresa que está realizando la obra, en ese caso deberá tener en cuenta las normas que se explica en este Plan. Si por el contrario el transportista pertenece a una empresa subcontratada deberá confirmar que acepta las normas mediante una carta que la dispondrá cada vez que acceda a la obra para efectuar su trabajo.

Se utilizará un camión de transporte del material a instalar, un camión grúa como medio de elevación y diferentes herramientas manuales. Aparte de las medidas que adoptaremos en este Plan, habrá que tener en cuenta las normas de seguridad de las herramientas empleadas.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atropellos

- Golpes en extremidades
- Atrapamiento o aplastamiento por desplome de materiales

6.9.2. Áreas de trabajo (intemperie)

La mayor parte de los trabajos a realizar se efectuarán en la intemperie. Estos trabajos serán la instalación de paneles solares en cubierta, montaje de estructuras para el soporte de los módulos y cableado.

Riesgos más frecuentes:

- Radiación Solar
- Estrés por el calor
- Hipotermia.
- Desmayos
- Sarpullidos
- Calambres debidos al calor
- Malestar

6.9.3. Colocación de materiales y elementos

Este apartado es el correspondiente con la subida de los materiales necesarios para la colocación de los módulos fotovoltaicos en cubierta.

Riesgos más comunes:

- Desplome de objetos
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes por objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas:

- Se procederá a la realización de una inspección de los materiales a subir a la cubierta.
- Cualquier material que eleve a la cubierta deberá hacerse tal y como lo recibimos de fábrica bien sujeta.
- El material elevado deberá ser enganchado por un técnico que poseerá unas instrucciones sobre el método de proceder de fijación de las cargas.
- La mercancía deberá estar colocada encima de palets con la suficiente altura para que la pinza pueda retirarla directamente.
- Queda prohibido que los operarios que estén en la obra permanezcan bajo las cargas cuando se estén elevando como prevención de seguridad.

6.9.4 Trabajos en altura

En este apartado se realizará los trabajos de instalación de paneles solares en cubierta, estructura soporte para los mismos y cableado.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas:

- Los operarios que trabajen en cubierta deberán de realizar una revisión del estado de la cubierta y cerciorar que se cumplen las condiciones de seguridad para trabajar en ella.
- Los operarios deben observar que no exista ninguna línea eléctrica en las inmediaciones de la cubierta.
- Si tras comprobar el punto anterior, los operarios observar que existe una línea próxima a la cubierta, se debe:
 1. Saber a quién pertenece la línea eléctrica
 2. Comprobar si está en tensión
 3. Solicitar el corte de tensión de la línea si estuviese en tensión.
 4. Comunicar el corte a los perjudicados.
 5. Si por el contrario la línea no tiene tensión, avisar el trabajo que se está realizando y la duración de los mismos.

- Se contará con una línea de vida en la cumbrera de las naves, en donde puedan los trabajadores anclar el fiador del arnés de seguridad.
- No se realizarán trabajos en cubierta cuando soplen vientos superiores a los 60 km/h, o en caso de heladas, lluvia o nieve puesto que las condiciones climatológicas adversas aumentan el riesgo de sufrir accidentes.
- Se mantendrá un orden y limpieza en las áreas de trabajo para evitar accidentes laborales como caídas.
- Dependiendo del volumen de escombros que se genere se instalarán trompas o contenedores pequeños para recoger la basura generada. De cualquier modo, no se puede tirar el escombros por fachadas ni patios de luces.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad con barbuquejo
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes de seguridad
- Chaleco reflectante.
- Arnés de seguridad en los casos en los que las protecciones colectivas sean insuficientes o no resulten posibles, pues no se debe olvidar que la ley da primacía a las protecciones colectivas que a las individuales.
- Chaleco reflectante.

Respecto al arnés de seguridad, en los casos en los que fuera preciso su uso, se atenderá a las siguientes premisas y consideraciones de carácter general:

- Utilizaremos equipos homologados con marcado CE, y seguiremos siempre las instrucciones del fabricante.
- En presencia de líneas de vida nos engancharemos a ella mediante el gancho portador del arnés.

- Nunca nos engancháremos a una línea de vida, que no haya sido instalada por un especialista y que la haya certificado y haya utilizado los materiales homologados
- Nuestro arnés de seguridad deberá estar en condiciones óptimas, nunca en mal estado.
- En caso de duda, se sustituirá
- Prohibido utilizar los cinturones de sujeción de cintura por el riesgo inherente de lesiones graves en la espalda y la columna vertical.
- Tendrá que tener de forma imprescindible elemento de amarre anticaídas con su correspondiente gancho de anclaje.
- El arnés dispondrá de cierre automático en pecho y piernas.
- Trabajando con plataformas de elevación tipo tijera o articulada, sujetaremos la plataforma o el arnés a un punto fijo.

6.9.5. Instalación de inversor

Esta operación consiste en la colocación del inversor en nuestra instalación solar fotovoltaica.

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas:

- El área de trabajo tendrá una limpieza y mantendrá un orden para evitar riesgos
- No se deberá estar una sola persona realizando este trabajo.
- Para una mayor facilidad de manipulación del inversor podemos utilizar soportes.

En este punto es necesario hacer mención a pequeños trabajos de obra civil que pueden surgir en ocasiones, lo cual supone incluir trabajos propios de albañilería y/o de cerrajería metálica.

Por tanto, se deben añadir a los riesgos propios de esta fase de obra los propios de trabajos menores de albañilería: picar la losa mediante martillo neumático para excavación de foso, y trabajos de cerramiento de nueva sala con fábrica de ladrillo cara vista, enfoscado en mortero monocapa o enlucido en yeso, según proyecto y posterior pintura.

6.9.6. Electricidad

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- Se necesitará una autorización específica para poder efectuar la realización de estos trabajos.
- Los técnicos que realicen estos trabajos contarán con una linterna en todo momento.
- Los operarios tienen que ser conscientes del riesgo al que se exponen y será obligatorio utilizar los equipos de protección individuales
- Se debe realizar con los órganos móviles protegidos todas las inspecciones y comprobaciones técnicas
- Para cualquier modificación de la instalación eléctrica se comprobará que la corriente estará cortada y que no existe peligro a la hora de la reparación
- Todos los aparatos de corte que alimenten en posición abierto se bloquearán.
- Se deberá señalar correctamente los aparatos de corte con un cartel indicando que no se pueden conectar ya que hay aparatos en red.
- Utilización de instrumentos adecuados para comprobar la ausencia de tensión
- Para trabajar en tensión se extremarán las precauciones:
 - Obligatorio utilizar cualquier elemento de seguridad preventivo
 - La toma de tierra tanto de los circuitos como de los equipos no se puede interrumpir
 - Es necesario la autorización y la ejecución de dos técnicos
 - Utilización de protecciones aislantes.

6.10. Maquinaria y máquinas

6.10.1. Maquinaria de elevación

Riesgos más frecuentes:

- Fallo del gancho del camión grúa
- Caída de materiales en suspensión

- Accidente de operarios al ser golpeados en la maniobra de la subida del material
- Golpes ante un excesivo viento o por exceso de material

Normas de seguridad y protecciones colectivas generales

- Carga y descarga del material serán realizados por operarios cualificados de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
- Tener en cuenta la superficie donde se colocará el camión grúa debiendo cumplir las condiciones de seguridad para que pueden resistir la carga a soportar.
- El maquinista deberá cerciorarse que la carga que va a elevar es menor que la permitida, estando prohibido el exceso de carga admisible.
- Las instrucciones de su correcto funcionamiento deberán estar en las mejores condiciones para que sean legibles.
- Solo se podrá quitar las protecciones de los órganos móviles peligrosos para maniobras de reparación o mantenimiento.
- El gancho contará con un mecanismo de seguridad. El cableado estará normalizado por el fabricante.

Es obligación del maquinista realizar una comprobación del estado de los diferentes elementos de seguridad como el gancho, cableado, frenos, etc.

Está totalmente prohibido que el maquinista realice trabajos sin un campo de visión adecuado, si no es posible un técnico deberá indicarle las señales.

6.10.1.1. Camión Grúa

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

Aparte de las normas descritas en el capítulo anterior para medios de elevación, se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:

- Comprobar que, durante los trabajos de elevación, el camión grúa se encuentra en un terreno lo suficientemente sólido con los gatos debidamente extendidos.

- El maquinista debe estar pendiente al movimiento de trayectoria de la pluma en todo momento para evitar accidentes como un choque con una línea eléctrica. En caso de tener un accidente con este tipo de líneas, el operario no saldrá de su cabina y de tener que hacerlo lo hará con un salto desde la cabina al terreno, nunca puede bajarse teniendo contacto simultáneamente con el terreno y el camión.
- No se permite la presencia de ningún operario en el radio de acción del camión grúa, se fijarán carteles para advertir a las personas de este riesgo
- El camión grúa no debe en ningún momento desplazarse con carga en suspensión ya que corre un gran riesgo de vuelque o accidente.
- Si la carga está suspendida el maquinista no podrá salir de la cabina.
- Hacer uso de los frenos en vacío para evaporar restos de humedad en caso de que el camión grúa se moje.
- El maquinista debe llevar consigo los medios de seguridad necesarios como casco, guantes y calzado de seguridad.

6.10.2. Herramientas manuales

En este capítulo se tendrá en cuenta la utilización de pequeñas herramientas para los diferentes trabajos que necesite la instalación con el fin de evitar riesgos laborales ya sean martillos, taladros, etc.

Normas básicas de seguridad y prevenciones colectivas

- Las máquinas que utilizaremos estarán debidamente protegidas con doble aislamiento.
- Las herramientas que tengan un motor eléctrico estarán protegidas debidamente con su carcasa en buen estado para evitar riesgos de atrapamiento o simplemente contacto con la energía.
- Prohibido la utilización de máquinas las cuales no funcionen correctamente, se deberá reparar para su posterior uso.
- Todo operario que utilice herramientas deberá tener experiencia para evitar accidentes.

- Prohibición de abandonar las herramientas de corte o taladro por el suelo o sin ninguna atención

6.10.3. Herramientas manuales

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

- No se podrá utilizar una herramienta manual para un uso distinto al que ha sido fabricado.
- Comprobación antes de su uso de las herramientas manuales, descartando la que no se encuentren en buen estado.
- Se mantendrá unas condiciones de seguridad en las herramientas manuales libres de cualquier sustancia resbaladiza
- Con el fin de evitar accidentes laborales o caídas de las herramientas y posteriormente la inutilización de estas, se colocará un portaherramientas.
- En relación con el punto anterior, evitar colocando el portaherramientas el depósito de las herramientas en el suelo
- Todo operario que manipule estas herramientas recibirá instrucciones del uso de las herramientas que van a utilizar.

6.11. Medios auxiliares

6.11.1. Escaleras de mano

Normas básicas de seguridad y protecciones colectivas

a) Condiciones al uso de escaleras de madera

- Comprobar que la escalera carece de deformaciones o nudos que pueda poner en duda la seguridad
- Comprobación de que los travesaños de madera están correctamente ensamblados
- Se deberá utilizar escaleras de madera que estén protegidas con barnices transparentes para que no puede llegar a ocultar posibles defectos.

b) Condiciones al uso de escaleras metálicas

- Comprobación de que no carece de deformaciones o de golpes que pueda poner en peligro la estabilidad y seguridad.
- Se tiene que comprobar que las escaleras metálicas no tienen óxido ya que tienen que estar pintadas con pintura antioxidante que permita la utilización en el exterior.
- No pueden tener uniones soldadas.

c) Condiciones de escaleras de mano, independientemente del material:

- Asegurarse de que la escalera está en buen estado realizando las comprobaciones necesarias y rechazando aquellas que no ofrezcan seguridad.
- Observar que no falte ningún tramo de escalera o que no haya peldaños rotos. Comprobar que estos peldaños son todos iguales y no hay ninguno sustituido por barras.
- Obligación de que cualquier escalera en su parte inferior tenga unas zapatas antideslizantes.
- Las escaleras a utilizar serán de 5 metros con la obligación de que 1 metro sobrepase la superficie a donde se pretende acceder. Si es necesario una escalera mas grande deberá de contar con un apoyo intermedio con lo que la escalera podrá alcanzar una altura de 7 metros.
- Prohibido el uso de escaleras mecánicas cuando se trate de un trabajo en instalación en tensión, obligando el uso de escalera de madera
- La forma de transportar la escalera tiene que hacerse con la precaución necesaria para evitar golpes. La parte delantera de la escalera se ha de llevar mas baja que la trasera y observar bien el terreno para no tropezar.
- Cuando se apoye la escalera de mano se deberá comprobar que el terreno no pone en riesgo la seguridad y la estabilidad de la escalera
- Comprobar que antes de la subida a una escalera de mano, el calzado no tiene suciedad para evitar caídas o resbalones
- Prohibido hacer cualquier empalme de escaleras de mano.
- Prohibido usar la escalera a ahorcajadas.
- Siempre habrá un operario en la base de la escalera cuando hay otro montado, a no ser que se pueda fijar la parte superior de la escalera

- La escalera de mano es solo para el uso de un operario, no permitiendo la realización de dos operarios en la misma escalera
- Si la realización de trabajo es necesario el uso de herramientas manuales, el operario montado en la escalera deberá llevar consigo una bolsa portaherramientas de forma que siempre disponga de las manos libres para maniobrar por la escalera.
- No se podrá hacer uso de los últimos peldaños, el cuerpo deberá tener una cierta distancia hasta el punto de operación que permita al trabajador poder hacer su tarea con la suficiente seguridad y comodidad.
- El operario que esté montado en la escalera no hará trabajos que implique un estiramiento para alcanzar un punto alejado de operación ya que hay un riesgo bastante elevado de caída. Tendría que bajarse de la escalera y desplazarla hasta alcanza con comodidad ese punto.
- Se deberá hacer una revisión periódica de las escaleras de mano para mantenerlas en perfecto estado, descartando así las que no cumplan con unas condiciones mínimas de estabilidad y seguridad.
- Extremo cuidado cuando depositemos las escaleras de mano al no utilizarla, se tendrá que almacenar en un sitio alejado de la humedad, alcance de caídas, etc. Guardándolas si es posible en un sitio cubierto.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Calzado antideslizante

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía manual

- Energía solar fotovoltaica. Edición: 2ª ed. Autor: Méndez Muñiz, Javier María. Editorial: Madrid: Fundación Confemetal, 2007
- Energía solar fotovoltaica. Edición: 3ª ed. Autor: Pareja Aparicio, Miguel. Editorial: Barcelona: Marcombo, 2016
- IDAE (procedimiento de cálculos de FV conectada a red)

7.2 Bibliografía web

- <https://boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>
- <https://tiensol.es/panel-solar-24-v/1842-panel-solar-455-w-24-v-monocristalino-half-cell-kaseel.html>
- <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-huawei-sun2000-20ktl-m2-20kw-trifasico>
- https://www.cadenzaelectric.com/interruptor-diferencial-tipo-ac-4p-40a-30ma_p6610607.htm
- <https://qmadis.com/interruptores-autom%C3%A1ticos-gama-terciario/5270-interruptor-magnetot%C3%A9rmico-4p-40a-610ka-curva-c-hager-m-mca440-3250614346989.html>
- <https://amaranzero.es/catalogo/solar/estructuras/404-1056-estructura-11v5-30deg-soporte-inclinado-cerrado-para-cubierta>