



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA BOMBEO EN LINARES.

Alumno: Saúl Casquel Morillas

Tutor: David Vera Candeas
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2018

Contenido

I.MEMORIA	4
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1.1. ANTECEDENTES	5
1.2. OBJETIVO.....	5
1.3. EMPLAZAMIENTO.	6
1.4. REGLAMENTACIÓN A TENER EN CUENTA.	7
1.5. FINALIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO.	8
1.6. DETALLADO GENERAL DE LA PLANTA SOLAR.....	8
1.6.1 Generador solar.	8
1.6.2 Estructura.	10
1.6.3 Variador de velocidad CC/CA.	11
1.6.4 Protecciones.	11
1.6.5 Cuadro de conexiones.	15
1.6.6 Toma de tierra.	18
1.6.7 Bomba trifásica.	21
1.7. SEGURIDAD Y SALUD EN LAS AREAS DE TRABAJO.....	23
1.8. JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL.....	25
1.9. ESTIMACIÓN DE LA INCLINACIÓN DE PLACAS SOLARES.	26
1.10. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA PARA EL BOMBEO.....	29
1.11. ASPECTOS DE MONTAJE.	32
A. Etapas en el proceso de instalación.	32
B. Desarrollo previo al montaje.	32
C. Montaje sistema de generación de paneles solares.	33
D. Montaje del cuadro eléctrico.	33
E. Mantenimiento.	34
1.12. ESTUDIO TECNO-ECONÓMICO.	35
2. BIBLIOGRAFÍA.....	37
II.ANEXOS. CÁLCULOS A LA MEMORIA.	38
Anexo 1	39
CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS FOTOVOLTIACAS	39
Anexo 2	41
CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA	41

Anexo 3	44
CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS	44
1. INTRODUCCIÓN.....	45
2. CÁLCULO DE SECCIONES.....	45
2.1 Corriente continua.....	45
2.2 Corriente alterna.	49
Anexo 4	51
CARACTERÍSTICAS PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	51
Anexo 5	57
CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR	57
1. INTRODUCCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	60
<i>1.1 Descripción de funcionamiento.....</i>	<i>60</i>
2. PUESTA EN MARCHA.....	61
<i>2.1 Configuración de los parámetros con el teclado del variador.</i>	<i>61</i>
<i>2.2 Autotuning</i>	<i>62</i>
<i>2.3 Test para saber el sentido de giro y velocidad mínima.....</i>	<i>63</i>
<i>2.4 Parámetros del variador.....</i>	<i>64</i>
<i>2.5 Función despertar</i>	<i>66</i>
III.PLANOS	67
IV.PLIEGO DE CONDICIONES.....	73
V. MEDICIONES	91
VI. PRESUPUESTO.....	97

I.MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. ANTECEDENTES

Antiguamente, las energías renovables se han utilizado para alimentar puntos de consumo donde la red eléctrica no podía llegar para suministrar tales puntos de consumo.

Hoy en día, estas energías fotovoltaicas de autoconsumo además de alimentar puntos donde la red eléctrica no puede llegar, se están utilizando para sustituir a los recursos no renovables (como en este caso, el gasoil). El bombeo de agua solar es una tecnología útil a la vez que representa el uso más eficiente de la energía solar. Hay 4 aspectos que hacen muy rentable el bombeo solar:

1. El alto costo de llevar una línea de tensión a lugares remotos.
2. El alto costo acarrear combustibles y mantener grupos electrógenos para el bombeo.
3. El permanente aumento de los costos de los combustibles a nivel global.
4. La alta eficiencia para generar electricidad con recursos ilimitados y el bajo mantenimiento de un sistema de bombeo solar.

1.2. OBJETIVO.

Se redacta el presente proyecto por encargo de D. Anónimo, con domicilio en Linares, en la Av. Arrayanes y con CIF 00000000 X, para la realización y legalización de la instalación solar fotovoltaica, aislada, que proyecta ejecutar en la finca situada en la Parcela 94 en paraje conocido como “Camino de Arrayanes” de la localidad de Linares, provincia de Jaén, procediéndose a la definición de las instalaciones reglamentarias para su puesta en funcionamiento y a efectos de su adecuación y acondicionamiento para su utilización en la instalación de bombeo de agua que dispone en este emplazamiento.

El objetivo del proyecto es el de adaptar el bombeo mediante una bomba de gasoil que había anteriormente a un sistema de bombeo eléctrico alimentado con un generador de placas fotovoltaicas. La instalación de bombeo se usará para regar unas 2 hectáreas donde acogen 300 olivas aproximadamente, para el cual se requiere esta instalación FV, está formada por una bomba sumergible con una potencia de 4CV (3kW) y otros equipos auxiliares inevitables para que la planta solar funcione correctamente.

1.3. EMPLAZAMIENTO.

La planta fotovoltaica, aislada, se localizará en el Término Municipal de Linares provincia de Jaén, y se encuadra en la siguiente finca:

Parcela: 94

Topónimo: Camino de Arrayanes.

En la tabla 1 se muestran las coordenadas geográficas del lugar:

Altitud	419 m
Latitud	38°127 N
Longitud	3°63 W

Tabla 1. Coordenadas geográficas del municipio.

A continuación, se le ofrecerá el plano de emplazamiento del proyecto:

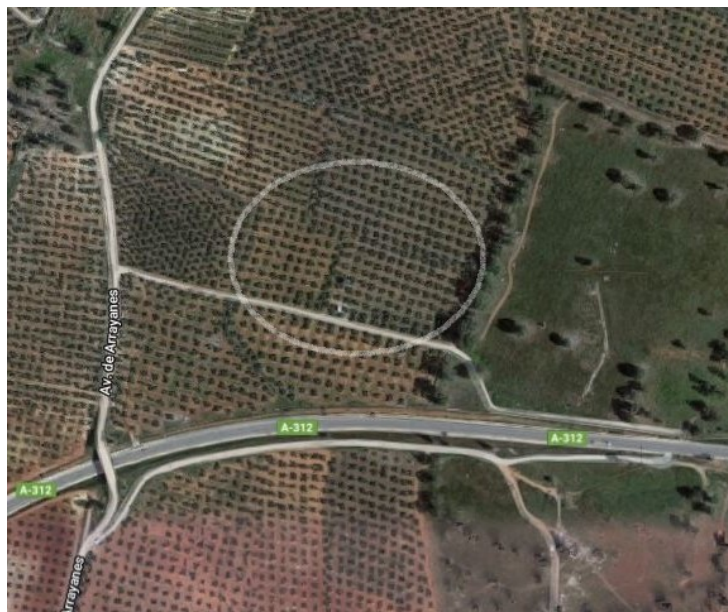


Imagen 1. Emplazamiento del proyecto.

1.4. REGLAMENTACIÓN A TENER EN CUENTA.

En la redacción del presente proyecto se ha considerado la reglamentación en vigencia que seguidamente se expone:

- Real Decreto 900/2015, 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo.
- RD 413/2014, regula la actividad de producción de energía eléctrica a través de fuentes de energía renovables.
- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Licencia de obras. Solicitar la pertinente licencia de obras al Ayuntamiento de Linares en suelo agrario, suelo no urbanizable.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, N°40. Ministerio de Industria y Energía.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 21.186:2011, Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Norma UNE 20 572.Efecto de la corriente al pasar por el cuerpo humano.
- Norma CEI 664 1, Coordinación de aislamiento para equipos en sistemas de Baja Tensión.
- Ordenanzas y Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbanística de la localidad de Linares.
- Legislación propia sobre bombeo solar no existe, este tipo de instalaciones están incluidas dentro del Real Decreto 900/2015 sobre autoconsumo, el conocido como Real Decreto de los “peaje al Sol”. Bombeo solar aislado o conectado a un grupo electrógeno no le afecta la normativa. Si para conseguir más horas de riego empleamos un generador de gasoil, nuestro bombeo solar se sigue considerando instalación aislada. En caso de bombeos solares que están conectados a red para su funcionamiento, si que les afectará el peaje al Sol si su potencia es superior a 10kW.

1.5. FINALIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO.

El fin de una planta solar autónoma para riego directo se basa en la disminución de los costes que asumen alimentar un motor de gasoil, que proceden además de energías no renovables y son contaminantes, es a tener en cuenta viéndolo desde una posición ecológica. Además, otro punto positivo en favor al autoconsumo es que la energía generada significará que no habrá que comprarla a la compañía eléctrica.

Esta planta solar está constituida por un conjunto de dispositivos que aseguran el correcto funcionamiento de la planta, su fiabilidad y durabilidad. Estas placas fotovoltaicas se orientarán al sur con una inclinación de la estructura donde residen de 30°.

Las placas fotovoltaicas entregan corriente continua y el variador de frecuencia se encargará de transformarla a corriente alterna para alimentar a la bomba. Por la noche la instalación no funcionará, (la instalación fotovoltaica) a no ser que el cliente quiera seguir trabajando con un grupo electrógeno en paralelo.

1.6. DETALLADO GENERAL DE LA PLANTA SOLAR.

La planta solar estará formada por placas fotovoltaicas donde se llevarán a cabo en el emplazamiento que se explicó en el apartado 1.3. de este proyecto. El cuadro eléctrico donde irá situado el variador de frecuencia (VFD) y los demás componentes se instalarán dentro de una caseta de obra con suficiente espacio y ventilación para su correcto funcionamiento. Tanto las protecciones de cc (corriente continua) y ca (corriente alterna) y aquellos elementos de conexión viene registrado en la legislación vigente (Real Decreto 1663/2000) y Norma básica sobre técnicas de conexión para productores en régimen especial, editada por Endesa.

La configuración de la instalación estará formada por los siguientes elementos:

1.6.1 Generador solar.

La producción eléctrica que se obtenga de la planta solar serán la energía que las placas fotovoltaicas logren de la irradiancia que reciban las mismas situadas al sur con una inclinación determinada (inclinación que se obtendrá para su mejor aprovechamiento). También los parámetros a tener en cuenta para el cálculo será la potencia pico de la placa como su tensión y su corriente.

Una placa fotovoltaica está formada por celdas fotovoltaicas que recogen la irradiancia del sol (energía lumínica) para transformarla en corriente continua, el material que se utiliza sílice o arseniuro de galio. Hay de dos tipos: paneles monocristalinos o paneles policristalinos. Se escogerá un panel policristalino por ser más económica y por su rápida absorción del calor ya que estamos en un clima cálido.

Como se dijo en el punto 1.5, los paneles los paneles se orientaran al sur con una inclinación de 30°. Aunque en cada época del año las placas presentan un tipo de inclinación optima para su mejor aprovechamiento de la energía, se elegirá una estructura fija para el soporte de estas placas, es decir, no se cambiará la inclinación en ningún momento. Pero se adoptará una inclinación óptima del año, pensando más en la estación de verano.

Las placas fotovoltaicas es el mecanismo que genera la electricidad, así como una tensión y una corriente nominal según como ordenes el conjunto de placas. Esa disposición de placas serie o paralelo lo limitará el variador de frecuencia donde en su placa de características vendrá el rango el cual trabaja con un máximo de tensión y un máximo de corriente.

La planta solar se constituye por 21 placas fotovoltaicas de 250 W, cada uno, de la marca BAUER BS 6P4.1 (240W-250W) o similar, con una potencia total instalada de 5,25 kWp.

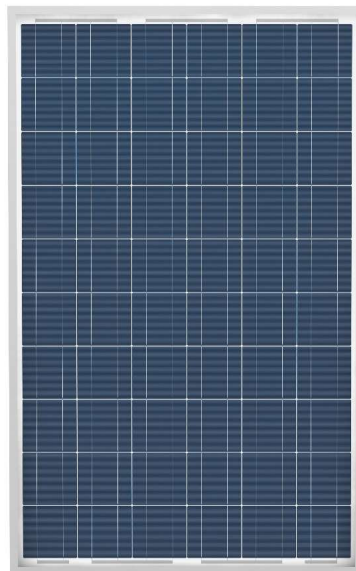


Imagen 2. Módulo solar BAUER BS 6P4.1.

Las especificaciones de estas placas se señalan en la Tabla 2 anexa:

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO BAUER		Modelo: BS 6P4.1	
Características Eléctricas		Características Generales y Dimensiones	
Potencia Máxima (Wp)	250 W	Células por Módulo	60
Tolerancia	0 / +3%	Tipo de Célula	Policristalina
Eficiencia	15,4%	Dimensiones Célula	6" x 6"
Vmpp: Tensión a potencia máxima	30,14 V	Dimensiones del Módulo	1640 x 990 x 40 mm
Impp: Corriente a potencia máxima	8,29 A	Peso del Módulo	19,5 Kg.
Voc: Tensión de circuito abierto	37,60 V	Marco del Módulo	Aluminio anodizado
Isc: Corriente de corto circuito	8,74 A	Caja de Protecciones	IP 65
Tensión de aislamiento	1000 Vcc	Caja de Conexiones	IP 65
		Enchufe	MultiContact tipo 4

Tabla2. Placa de características de una placa fotovoltaica.

1.6.2 Estructura.

Para este tipo de instalación se usará una estructura elevada, con la razón lógica de no producir sombras a los paneles por el olivar. La estructura tiene la labor de sujetar y mantener protegidas el conjunto de placas de los distintos imprevistos meteorológicos que puedan ocasionar: como vientos, lluvias, fuertes tormentas, etc.

La estructura será la encargada de darle la inclinación a las placas que se haya elegido, por lo que será construida con unas dimensiones e inclinación determinada para su mayor eficiencia. La estructura se compone de perfiles soldados o atornillados (acero inoxidable) y con tratamiento de galvanizado por lo que no requiere ningún tipo de mantenimiento y pintado.

Como hemos dicho anteriormente, al situarse el emplazamiento en una zona de vientos donde soplan con intensidad, el factor viento hay que tenerlo en cuenta. Por lo que el fabricante de las estructuras deberá certificar las pruebas de ensayo pertinentes que establecen la normativa de estructuras. Como último apunte, el soporte deberá ir conectado a tierra como se muestra en la imagen 3:



Imagen 3. Estructura ENERPRO.

1.6.3 Variador de velocidad CC/CA.



Imagen4. Variador de velocidad CC/CA.

Marca: Fe Fuji Electric.

Con el fin de alimentar la carga, se prevé la instalación de un variador de velocidad, donde la entrada es la salida de los paneles solares. Se instalará un variador de la marca Fuji modelo FRN0012E2E-4GA, para una potencia máxima del motor de 5,5 kW y con separación galvánica en su configuración. Similar al convertidor DC-AC (inversor), pero con la diferencia

que permite variar la frecuencia. Cuando varia la frecuencia varía la velocidad del motor y así puede aumentar la velocidad del motor y

como consecuencia aumentando el caudal de la bomba.

Las características principales de este variador de velocidad se señalan en la Tabla 3:

VARIADOR DE VELOCIDAD FUJI – FRENIC-Ace		Modelo: FRN0012E2E-4GA	
Características Eléctricas		Características Generales y Rendimientos	
Potencia Nominal	5,5 kW	Temperatura	-25 a +70º C
Potencia salida	9,1 kVA	Humedad relativa	5 a 95% HR
Intensidad salida	12 A	Presión trabajo	86 a 106 kPa
Rango tensión cc	335 – 700 V	Dimensiones	86 x 100 x 110
Tensión entrada	380 – 480 V	Peso	2,4 kg.
Máxima corriente de entrada	16,8 A		

Tabla3. Placa de características del variador de velocidad.

En el Anexo V de este documento se incluye un catálogo, desarrollado, de las características de este variador de velocidad.

1.6.4 Protecciones.

Protección contra rayo y sobretensiones

En el caso de que el variador de frecuencia llevase esta protección integrada no haría falta el uso de la misma, por seguridad se instalará en el proyecto.

En el caso de utilizar este tipo de dispositivo de protección para las sobretensiones como un rayo, se incluirá en la caja de continua o caja de String, donde por un conductor de tierra irá al terreno próximo a la estructura mediante una pica de cobre.



Imagen 5. Limitador de sobretensión.

Los descargadores de sobretensiones a utilizar, en su caso, irán situados entre fase y fase y entre fase y tierra. Por tanto, será necesario un descargador de sobretensiones para el conjunto señalado.

Disyuntor (guardamotor) en carga

Se trata de un magneto-térmico diseñado para la protección de la bomba eléctrica. En caso de que la bomba trabaje en condiciones extremas, como por ejemplo, en vacío, es decir, cuando no haya agua. El guardamotor cortara el suministro de la bomba y esta parará antes de avería.



Imagen 6. Guardamotor (protección para la bomba) marca CHINT y placa de características.

Interruptor General AC

En la línea de entrada del variador, se instalará, para protección, un interruptor magnetotérmico, tripolar, con una intensidad de $I_n = 16$ A.

De igual modo, se prevé la instalación de un interruptor general manual, tipo magnetotérmico, marca MERLIN GERIN, modelo Compact NS250/N/TM200D, de cuatro polos de 16 A y 440 V ca.

Este interruptor irá situado junto al cuadro de conexión a la bomba. De este modo, la función principal de este interruptor es la de servir como interruptor de protección de la línea que alimenta la carga prevista en la instalación.

Relé de Vigilancia de Tensión

La vigilancia y el aseguramiento de la tensión generada en la planta estarán protegidos por los elementos de control y protección incluidos en el Variador previsto en la instalación. Con esta vigilancia, se asegura que la tensión de salida del variador se acomoda a la definida por la carga y, su rango, está en el intervalo aceptado para su correcto funcionamiento.

En el caso de disponer de variadores que no dispongan de estos equipos de vigilancia de tensión, se incluirá, en cada fase, un relé de vigilancia de tensión, de la marca FANOX, modelo U1, o similar. Las características más sobresalientes de este equipo se especifican en la tabla 4:

RELÉ DE VIGILANCIA DE TENSIÓN	FANOX U1
Valores Técnicos	
Tensión nominal	230 V
Frecuencia	45-66 Hz
Ajuste por mínimo de tensión	0,7 – 1,1 Un
Ajuste por máximo de tensión	0,9 – 1,3 Un
Tiempo de disparo	0 – 20 seg
Histéresis	6 – 8%

Tabla 4. Placa de características del relé FANOX U1.

Relé de Vigilancia de Frecuencia

Al igual que se ha señalado en el relé de vigilancia de tensión, el variador proyectado en esta instalación, está provisto de un sistema de vigilancia de frecuencia que asegura que los valores obtenidos para la onda de salida del mismo, coincide con el demandado por la carga conectada a la instalación.

En el supuesto de que el variador instalado no dispusiese de este sistema de vigilancia de la frecuencia generada en la onda de salida del mismo, se incorporará, en cada fase, un relé de vigilancia de frecuencia de la marca FANOX modelo H, o similar, con las características principales detalladas en la tabla 5:

RELÉ DE VIGILANCIA DE FRECUENCIA	FANOX H
Valores Técnicos	
Rango de control	Hz > de +0,5 a +3,5 Hz. Escalones de 0,5 Hz ($\pm 0,1\%$) Hz de -0,5 a -3,5 Hz. Escalones de 0,5 Hz ($\pm 0,1\%$)
Histéresis	$\leq 0,5 \%$
Retardo a la conexión	Ajustable de 0,2 a 30 seg $\pm 5\%$
Grado de protección/peso	IP 20 / 0,3 Kg
Temperatura de funcionamiento	15° - 60 °C

Tabla 5. Placa de características del relé FANOX H.

Protecciones incorporadas en el Variador de velocidad

Las protecciones incorporadas en el variador hacen referencia a los valores límites permitidos por las especificaciones de frecuencia y de tasas de distorsión de armónicos. El fabricante del variador asegura el cumplimiento de estos valores, como puede verse en el anexo de esta memoria.

Para propiciar la separación galvánica entre la red de distribución en baja tensión y la instalación fotovoltaica, no será necesario disponer de un transformador de aislamiento, puesto que el variador elegido ya garantiza este aislamiento galvánico, según se refleja en el certificado expedido por el fabricante.

El variador llevará incorporado:

- . Protección contra sobrefrecuencia.
- . Protección contra infrafrecuencia.
- . Protección contra sobretensión CA.
- . Protección contra infratensión CA.
- . Protección contra sobrecorriente CA.
- . Protección contra sobrecorriente CC.
- . Protección contra sobretensión CC.

El equipo variador incorporará sistema de ventilación forzada y una salida analógicas para monitorización de la planta fotovoltaica.

Relé de nivel

Dentro de las protecciones de la bomba, tenemos el relé de nivel o relé de sondas. El cuál lleva tres sondas cada uno a un nivel del pozo distinto que detecta el agua del pozo. En el caso que ninguno de los tres detecte agua, este relé le dará orden al variador de parar para no dañar a la bomba.

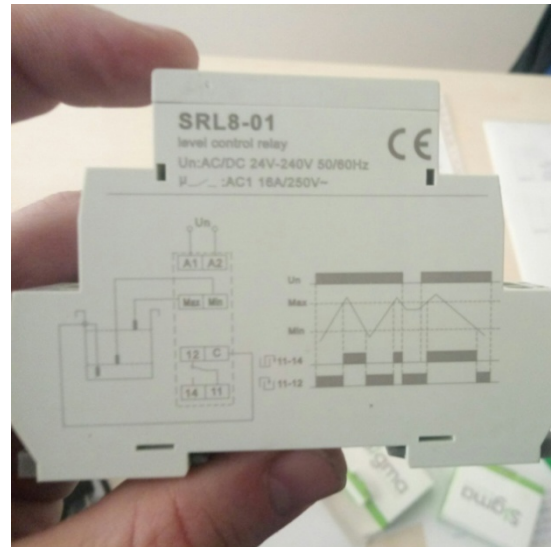


Imagen 7. Relé de nivel, marca Sigma.

1.6.5 Cuadro de conexiones.

Se describirá los distintos cuadros y líneas eléctricas que existen en esta instalación:

Cuadro de Corriente Continua (String)

El cuadro String protegerá a la conexión de corriente continua, es decir, protegerá la parte de instalación de generación en placas. Al final de las placas nos encontramos una caja de conexión String con dos fusibles, uno para el polo positivo y otro para el polo negativo. Dentro del cuadro irá ubicado la protección contra rayos y sobretensiones, explicado

Este cuadro irá situado en junto a la estructura metálica que conforma la instalación y con el variador y demás elementos de protección de línea.

A la salida del variador se prevé la inclusión de un interruptor magnetotérmico de 16 A tripolar para seriar el polo positivo, de forma que mediante su corte se permitirá manipular sin riesgo el variador, durante las labores de mantenimiento y/o reparación.

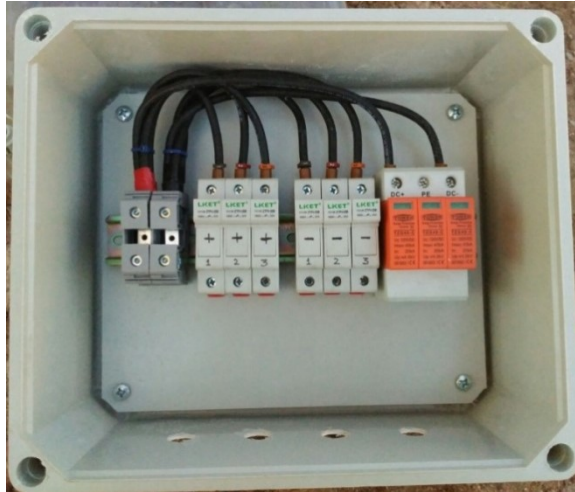


Imagen 8. Caja de continua (String)

Todos los empalmes se harán en el interior de cajas estancas IP65, mediante las correspondientes bornes de conexión.

Cuadro eléctrico

En el cuadro eléctrico se montara las interconexiones de la línea procedente del conjunto proveniente del variador de los módulos de paneles fotovoltaicos. El cuadro eléctrico en la caseta de obra a la salida de la instalación de placas, a tal fin definido y contará con los siguientes elementos:

- **Variador de frecuencia:** o variador de velocidad de la marca Fe Fuji Electric de 5,5 kW de potencia.
- **Conexión de los paneles:** donde se encuentran los bornes para la conexión de la polaridad positiva de las placas y también los bornes de la polaridad negativa de las placas.
- **Guardamotor o disyuntor:** en el cuadro de alterna también se encuentra la protección de la bomba. El guardamotor será de la marca CHINT. O similar.
- **Relé de sondas:** dentro del cuadro encontraremos también el relé de sondas, que determinará el nivel de agua que se haya en el pozo para que trabaje la bomba.
- **Un Interruptor general manual:** interruptor magnetotérmico onnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 kA. Este interruptor tiene por objeto de poder realizar la desconexión manual.
- **Un Interruptor automático diferencial:** Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.

- **Un Interruptor automático de la interconexión:** interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la carga existente, accionado por relés de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 U_m , respectivamente, y menos de 0,5 segundos de tiempo de actuación) y de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente durante más de 5 periodos).



Imagen 9. Cuadro eléctrico de alterna.

Para la selección del cableado y la disposición tanto de las mismas como de las canalizaciones se ha tenido en cuenta la guía del Reglamento Electrotécnico para baja tensión (REBT).

Para que las personas no puedan acceder al cableado se tomarán las siguientes medidas disponiendo así de los dispositivos necesarios para que esto no ocurra:

- a) El **cableado** para llevar la energía eléctrica de las placas hasta el variador será de 4 mm^2 de cobre del tipo **PV ZZ-F**, usualmente fabricado para instalaciones fotovoltaicas. Los conductores que recorren las placas para el interconexión irán situados en la parte trasera de las placas fotovoltaicas y sujeto con bridas a la estructura del soporte. Para la protección de estos conductores (grado 7 de protección UNE 20324) irán bajo tubo de PVC hasta el cuadro eléctrico de altera. Las zanjas tendrán una profundidad de 0,60 m.
- b) Desde el variador a la bomba eléctrica se llevará a cabo por un conductor muy utilizado para este fin que rige la norma (UNE 21123) como es el R-K 0,6/1kV de 2,5 mm^2 con aislamiento termoplástico, como en el apartado anterior también irán en zanjas de 0,60 m de profundidad:

RV-K 0,6/1kV 4 CP 2,5 mm^2

- c) *Si por razones de espacio* fuese necesario instalar un cuadro auxiliar en el lugar del punto de conexión, se instalará el cuadro correspondiente normalizado por la Compañía Sevillana de Electricidad, con un nivel de aislamiento capaz de soportar la tensión transferida ante un defecto a tierra en alta tensión. Si ésta es inferior a 10 kV, se adoptará el valor recomendado por UNESA de 10 kV.

1.6.6 Toma de tierra.

En cuanto a la protección de una red eléctrica continua se revisará el Real Decreto del 30 de septiembre del 2000 para la normativa a establecer. Habrá dos tomas de tierra una para la red en continua y otra para la alterna.

La toma a tierra es una parte importante de la instalación ya que evita el riesgo de producir daños por la presencia de personas en el caso de que haya una falla por cortocircuito o sobrecarga, dejando si hiciese falta fuera de servicio a la instalación si hubiera riesgo eléctrico a personas cerca.

Según la ITC-18 para baja tensión, los conductores equipotenciales deben tener una sección no inferior a la mitad de una fase del conductor mayor, con un mínimo de 6 mm^2 . Pudiendo ser la sección de 2,5 mm^2 siendo el conductor de cobre.

Para el diseño de una buena tierra deben tenerse en cuenta algunos aspectos a tratar:

- La resistividad del suelo se define como la capacidad que tiene un terreno de conducir electricidad. Esta debe ser lo bastante capaz de conducir por si hubiera un cortocircuito. Por lo tanto, medir la resistencia del terreno.
- Pica de cobre. Es un objeto conductor a través del cual su misión es establecer una conexión directa a tierra. Por lo general, la línea principal de tierra suele ser de cobre de 35 mm^2 . Por lo tanto, medir la resistencia del electrodo, desconectándolo previamente.

La humedad y la temperatura del terreno involucran a la resistividad de la misma. Por lo que en estos casos se mide la resistividad del terreno para saber con certeza donde es mejor establecer la toma de tierra.

Una vez tengamos la instalación de la puesta a tierra de la instalación el operario deberá hacer las comprobaciones que sean encuentren convenientes para la puesta en marcha. Ya sea comprobando con picas por resistividad del terreno o con caída de potencial.

Es importante plantear una buena tierra ya que nos puede proporcionar seguridad frente a cargas estáticas o cargas atmosféricas. Para cumplir con una puesta a tierra debe caracterizarse por:

- Una resistencia baja
- Una buena conductividad de la electricidad.

En la tabla 6, se mostrará el efecto de la corriente en las personas y el tiempo de actuación para no producir ningún daño para un valor máximo de 5 segundos.

Estado de la piel de humedad normal BB1			Estado de piel mojada BB2		
Tensión de contacto(V)	Tiempo máximo de corte (s)		Tensión de contacto(V)	Tiempo máximo de corte (s)	
	C.Alterna	C.Continua		C.Alterna	C.Continua
< 50	5	5	25	5	5
50	5	5	50	0.48	5
75	0.60	5	75	0.30	2
90	0.45	5	90	0.25	0.80
120	0.34	5	110	0.18	0.50
150	0.27	1	150	0.12	0.25
220	0.17	0.40	230	0.05	0.06
280	0.12	0.30	280	0.02	0.02
350	0.08	0.20			
500	0.04	0.10			

Tabla 6. Valores admisibles para el contacto eléctrico con el cuerpo humano. Fuente: energía

En resumen, para la protección tanto de personas como de animales que pasen por la zona ya que es un paraje natural deben cumplir todas las normas que representan la legislación vigente que marca la Puesta a tierra. Como se explico anteriormente la estructura ira conectada a tierra mediante una pica de cobre tal y como se ve en la imagen 10.



Imagen 10. Enterramiento de una puesta a tierra.

1.6.7 Bomba trifásica.

ELECTROBOMBAS SUMERGIBLES

CAPRARI

El grupo Caprari es una de las principales realidades internacionales en la producción de bombas y electrobombas centrífugas y en la creación de soluciones avanzadas para la gestión del ciclo integrado del agua.

Fundada en 1945 por Amadio Caprari, la empresa ha ampliado y diversificado constantemente su actividad, para responder con productos y servicios innovadores a las exigencias específicas y variables del mundo del agua, construyendo así una colaboración con la clientela cada vez más estrecha y especializada.

Gracias a su know-how exclusivo y diversificado, la empresa ofrece hoy las soluciones mejores y más eficientes para las principales exigencias hídricas: desde las captaciones en los pozos profundos hasta la aspiración de aguas residuales y de drenaje, desde el abastecimiento y la distribución hídrica en los sectores civil, industrial y agrícola, hasta las más diversas aplicaciones en el tratamiento de las aguas.

Electrobombas sumergidas multicelulares de elevada eficiencia con amplia gama, para una elección perfectamente centrada en el punto de trabajo. Compactas e inoxidable, conjugan potencia y fiabilidad, gracias a la calidad de los materiales utilizados y a las innovadoras soluciones constructivas (tres patentes exclusivas). Han sido proyectadas para resistir a la corrosión galvánica, gracias al sistema de pasivación DEFENDER®. El sistema de desmontaje EASY-CHECK permite un fácil mantenimiento.

RIEGO

Toma del agua desde capas subterráneas, lagos o ríos y sucesivo traslado hacia la superficie o directamente hacia las áreas a regar. Con una amplia gama de bombas y electrobombas, Caprari logra satisfacer todas las exigencias de riego, desde aquellas de los particulares o las de los consorcios agrícolas.

Los materiales de alta resistencia garantizan larga durabilidad de la bomba en zonas con un contenido máximo de sustancias sólidas de 150 g/m³.

IMPORTANTE

Electrobomba para aguas limpias.

La empresa instaladora no se responsabiliza de posibles averías por acumulación de tierras o lodos.



Imagen 11. Características de la bomba.

La bomba será la parte de la instalación que se encargará de extraer y elevar el agua del pozo al sistema de riego. En la siguiente Tabla 7, se incluirán diferentes tipos de bombas eléctricas de la marca *Caprari* (monofásicas y trifásicas):

MOTORES CAPRARI			Potencia Nominal		Corriente nominal (A)				Máx. arranques	Parámetro pozo seco
					Plena carga		En vacío			U 194
			KW	HP	230 V	400V	230 V	400 V	Nº	%
MONOFÁSICA	MC405		0,37	0,5	1,9		1,3		20	
	MC4075		0,55	0,75	2,6		2,08		20	
	MC41		0,75	1	3,64		2,08		20	
	MCH415		1,1	1,5	4,9		3,46		20	
TRIFÁSICA	MCH42		1,5	2		4,4		2,98	20	35%
	MCH43		2,2	3		6,27		4,4	20	35%
	MCH44		3	4		8,47		5,34	20	40%
	MCH455		4	5,5		10,45		6,57	15	40%
	MCK42		1,5	2		4,4		2,93	20	35%
	MCK43		2,2	3		6,27		4,4	20	35%
	MCR44		3	4		8,03		5,6	20	35%
	MCR455		4	5,5		11,44		8,8	15	30%
	MCR475		5,5	7,5		14,3		9,4	15	40%
	MCR410		7,5	10		18,59		11	15	45%

Tabla 7. Bombas eléctricas de la marca Caprari.

1.7. SEGURIDAD Y SALUD EN LAS AREAS DE TRABAJO.

El R.D. de abril del 1997 (BOE de 23-04-97) establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los lugares de trabajo.

A efectos de este R.D., se entiende como lugar de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo.

La normativa de referencia señala las condiciones que deben cumplir cualquier instalación referente a la seguridad funcional de las construcciones, sobre la iluminación de los lugares de trabajo, las características y requisitos que han de cumplir los Servicios higiénicos y los locales de descanso así como la ventilación de las dependencias, al igual que tipo y capacidad. Se incluyen los servicios higiénicos y locales de descanso.

Si bien la instalación objeto de este documento estará situada a la intemperie, ésta se acondicionará de modo que permita un fácil y cómodo acceso a los diferentes puntos de la misma tanto para la realización de las tareas de mantenimiento como las de revisión y reposición.

Las características de los acabados de estas zonas así como su distribución se definen y determinan en los documentos de mediciones y planos que conforman este documento.

Así, se señalan las medidas de los aseos y la solución adoptada para su cumplimiento.

. Orden, limpieza y mantenimiento.

Para que haya un correcto funcionamiento tanto equipos como de personal la instalación y herramientas deberán ser limpiadas periódicamente para que haya unas condiciones higiénicas idóneas.

. Condiciones ambientales de los lugares de trabajo.

También una buena climatización tanto de la caseta como del lugar del trabajo evita que se creen temperaturas y humedades extremas, pudiendo ocasionar algún problema tanto al operario que trabaje como a la instalación.

. Iluminación de los lugares de trabajo.

La iluminación utilizada y determinada para las distintas casetas se adecua a cada una de los usos a que se destinan así como a las necesidades requeridas.

. Material y locales de primeros auxilios.

Siempre es bueno disponer de un botiquín de primeros auxilios que contengan los utensilios mínimos de medicina como: apósitos, vendaje, desinfectante, gasas esterilizadas, tijeras, etc. Para poder usarlo en cualquier incidente que se tenga en la zona de trabajo.

1.8. JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA AMBIENTAL

La actuación que se proyecta y consistente en la instalación y montaje de una planta de producción de energía eléctrica mediante la utilización de paneles fotovoltaicos no se encuentra recogida en ninguno de los Anexos y epígrafes de la Ley de Protección Ambiental de Andalucía (Ley 7/1994 de 18 de mayo de Protección Ambiental), lo que supone el no tener que realizar ninguno de los documentos exigidos en función de su clasificación para poder proceder a su tramitación administrativa.

Según la IDAE: la energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales, tales como, el efecto invernadero provocado por las emisiones de CO₂ o la lluvia ácida provocada por las emisiones de SO_x.

Los valores de la tabla 8 se han calculado reflejando las emisiones de CO₂ que se hubiesen vertido a la atmosfera si la energía de nuestra planta solar la hubiera generado una central de carbón convencional, sabiendo según Endesa, que un kWh de energía producido por una central convencional produce 0,33 kg de CO₂.

Emisiones a la Atmósfera			
Mes	Energía mensual generada	Emisiones evitadas a la atmósfera	
	(kWh/mes)	CO ₂ (kg)	SO _x (kg)
Enero	724,16	238,97	1,37
Febrero	787,90	260,01	1,61
Marzo	1054,62	348,02	2,11
Abril	1066,20	351,84	2,12
Mayo	1139,25	375,95	2,37
Junio	1176,60	388,28	2,50
Julio	1228,84	405,52	2,67
Agosto	1194,74	394,26	2,53
Septiembre	1023,90	337,89	2,14
Octubre	932,48	307,72	1,93
Noviembre	734,10	242,25	1,47
Diciembre	690,06	227,72	1,33
Total	11131,85	3673,47	24,15

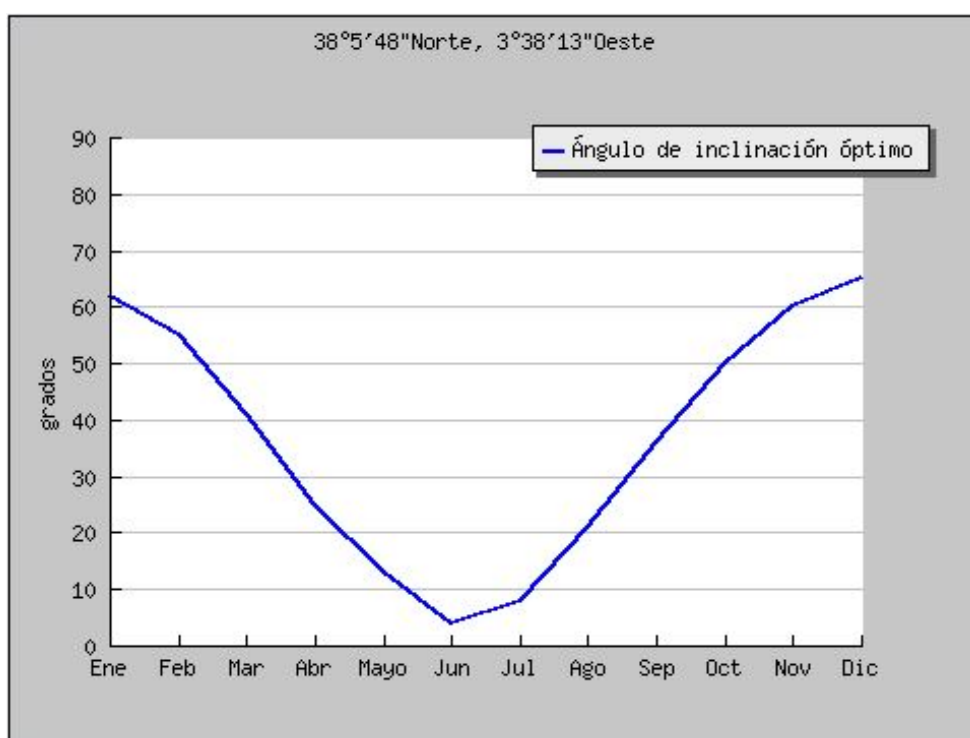
Tabla 8. Estudio de emisiones a la atmosfera producidas por una central de carbón convencional.

1.9. ESTIMACIÓN DE LA INCLINACIÓN DE PLACAS SOLARES.

Para determinar el tipo de inclinación de las placas solares nos apoyaremos de la herramienta “PVGIS”. Como hemos descrito en el punto 1.6.2, la estructura del soporte será fija por lo que se debe establecer ángulo de inclinación a nuestro sistema FV.

Según la base de datos de PVGIS se recomienda que el ángulo óptimo de inclinación sea de 34° . Este ángulo es el ángulo óptimo en el cómputo de todo un año. Sin embargo, se escogerá una inclinación de 30° en dirección al sur.

Se ha escogido este ángulo ya que se le va dar más importancia a los meses de verano que a los de invierno ya que algunas de las razones que se basa son: llueve menos que en invierno, hay más horas de radiación solar, el cliente también tiene interés en regar más en verano, etc. Esto explicado anteriormente se puede mostrar en la gráfica donde indica el ángulo óptimo para cada mes del año.



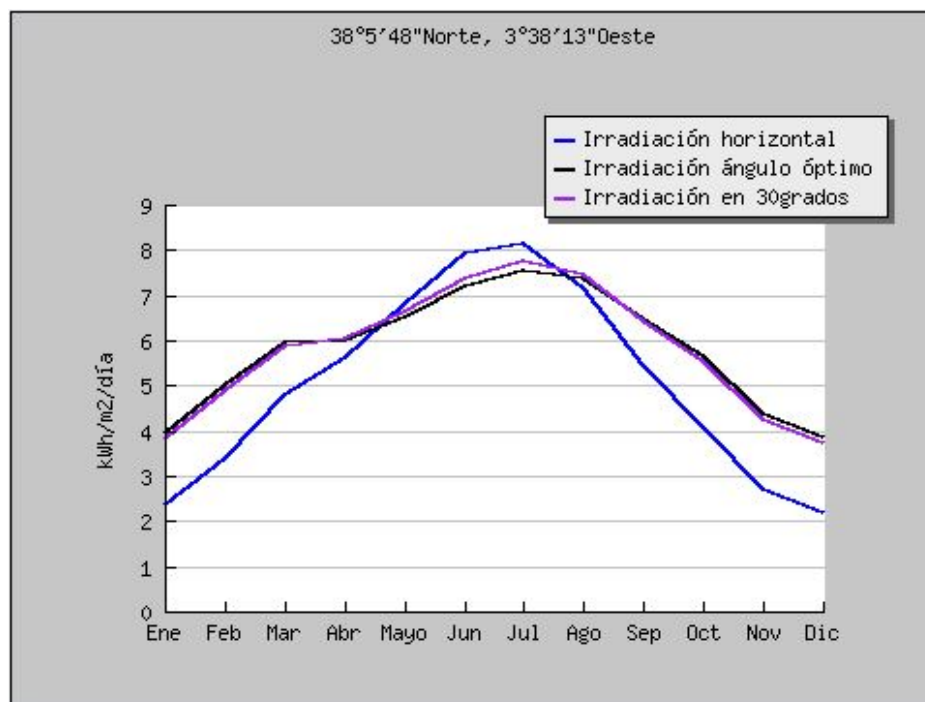
Gráfica 1. Ángulo óptimo en Linares en cada mes. Fuente: PVGIS

En la siguiente tabla 9, se comparará la irradiancia de los siguientes tres planos: un plano horizontal ($H_h(Wh/m^2/dia)$), un plano con la inclinación óptima marcada por PVGIS ($H_{34^\circ} = H_{opt}(Wh/m^2/dia)$), un plano de 30° que se acordó anteriormente ($H_{30^\circ}(Wh/m^2/dia)$), y por último la inclinación optima (en grados) de cada mes que ya se vio en la gráfica 1.

Mes	H_h	H_{opt}	$H(30)$	I_{opt}
Ene	2370	3960	3820	62
Feb	3400	5030	4900	55
Mar	4800	5950	5890	41
Abr	5620	6010	6040	25
Mayo	6790	6500	6630	13
Jun	7940	7180	7380	4
Jul	8150	7550	7740	8
Ago	7140	7350	7440	21
Sep	5420	6460	6430	36
Oct	4070	5660	5550	50
Nov	2700	4390	4250	60
Dic	2190	3860	3720	65
Año	5060	5830	5820	34

Tabla 9. Irradiancia producida sobre 3 planos. Fuente: PVGIS.

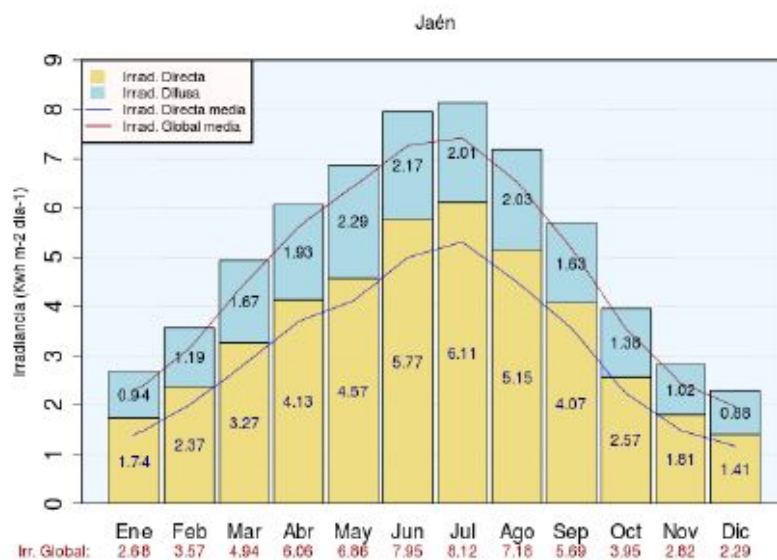
Y para que sea más visual a continuación en la gráfica 2 se mostrará la curva de irradiación de cada plano durante todo el año.



Gráfica 2. Radiación en nuestro plano H_{30° , en el plano óptimo H_{opt} y en el plano horizontal H_h . Fuente: PVGIS

Como se observa en la gráfica, frente al ángulo óptimo de 34° (calculado en la base de datos de PVGIS) perdemos un poco de irradiancia en los meses de invierno pero la ganamos en los meses de verano que era nuestro objetivo.

Si se observa en el atlas de radiación solar en España por la Agencia Estatal de Meteorología, se diferencia los distintos tipos de irradiancia (directa, difusa y global) en Jaén.



Gráfica 3. Distintos tipos de irradiancia en Jaén. Fuente: Agencia estatal de Meteorología.

1.10. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA PARA EL BOMBEO.

La instalación solar fotovoltaica está formada por un conjunto de paneles solares con las siguientes características:

- Número de generadores fotovoltaicos: 21
- Potencia de cada panel: 250 Wp
- Potencia total instalada: 5,25 kWp
- Variador de velocidad instalado: 5,5 Kw.
- Potencia de la bomba sumergible instalada: 4 CV (3KW)

Como puede verse, la potencia fotovoltaica instalada supera la demanda de la bomba de agua existente. Esto se justifica para conseguir un mayor aprovechamiento de la irradiación solar y conseguir en definitiva incrementar el número de horas en las que está funcionando la bomba.

Según los cálculos previstos, la energía generada por el sistema fotovoltaico es de 11131,85 kWh/año con la distribución indicada en las tablas y gráficos del punto anterior.

Obtendremos los parámetros que determinan el consumo y producción de energía de la instalación, tomando en cuenta la potencia de la bomba instalada y que se conectará a la instalación solar (3 kw), así como la potencia fotovoltaica instalada.

Es interesante tener en cuenta que según se puede ver en la tabla y gráficos de distribución de irradiación mensual, la mayor cantidad de estas horas se producirán en los meses estivales, justo cuando más necesaria es su función, por lo que se justifica la implantación de esta instalación solar fotovoltaica para el uso indicado.

Por otro lado, la flexibilidad de la instalación, así como el uso al que se destina, permite no depender de una necesidad perentoria de disponer de energía en un momento determinado -día concreto-, pues su uso, así como la disponibilidad de medios de almacenamiento de agua intermedios, permiten regular y dosificar el suministro de agua para el riego conforme a la disponibilidad de energía y de uso de la instalación lo permitan.

Potencia bomba: 3kW

Caudal: 2.4 m³/h

Altura manométrica: 160 m

En la siguiente tabla 10, se muestra una tabla representativa de trabajo donde tenemos las horas solar pico donde trabaja la bomba a potencia nominal (sacado según un estudio de las horas que se aprovechan de sol al día), la energía producida del generador solar al día según esas horas de sol pico, el caudal de la bomba en (m³/día) y los metros cúbicos que se podrán sacar de agua.

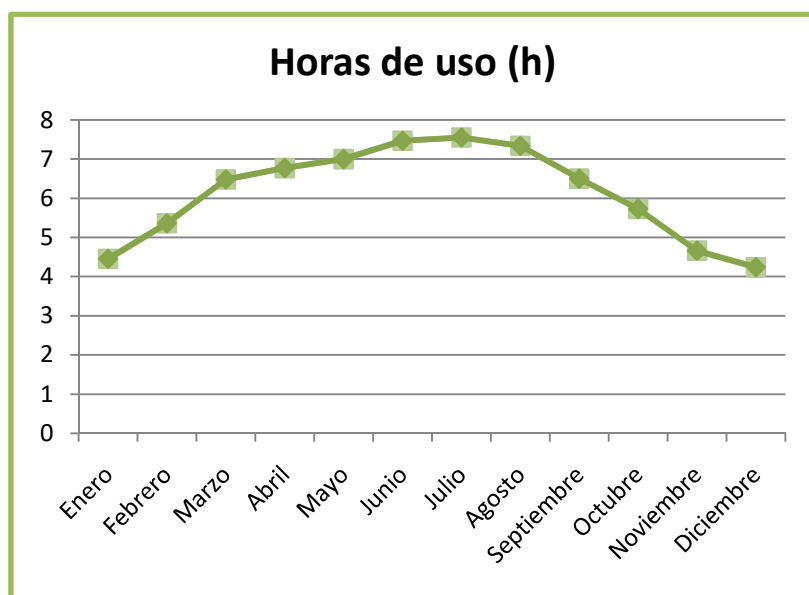
	SISTEMA FOTOVOLTAICO				
	30	Paneles	Bomba		
	H.S.P	E producida (kWh/día)	Q(m ³ /día)	Horas de uso	m ³ /día
Enero	4,45	23,36	2,4	4,45	10,68
Febrero	5,36	28,14	2,4	5,36	12,864
Marzo	6,48	34,02	2,4	6,48	15,552
Abril	6,77	35,54	2,4	6,77	16,248
Mayo	7	36,75	2,4	7	16,8
Junio	7,47	39,22	2,4	7,47	17,928
Julio	7,55	39,64	2,4	7,55	18,12
Agosto	7,34	38,54	2,4	7,34	17,616
Septiembre	6,5	34,13	2,4	6,5	15,6
Octubre	5,73	30,08	2,4	5,73	13,752
Noviembre	4,66	24,47	2,4	4,66	11,184
Diciembre	4,24	22,26	2,4	4,24	10,176

Tabla 10. Consumo de energía frente al volumen de agua extraído.

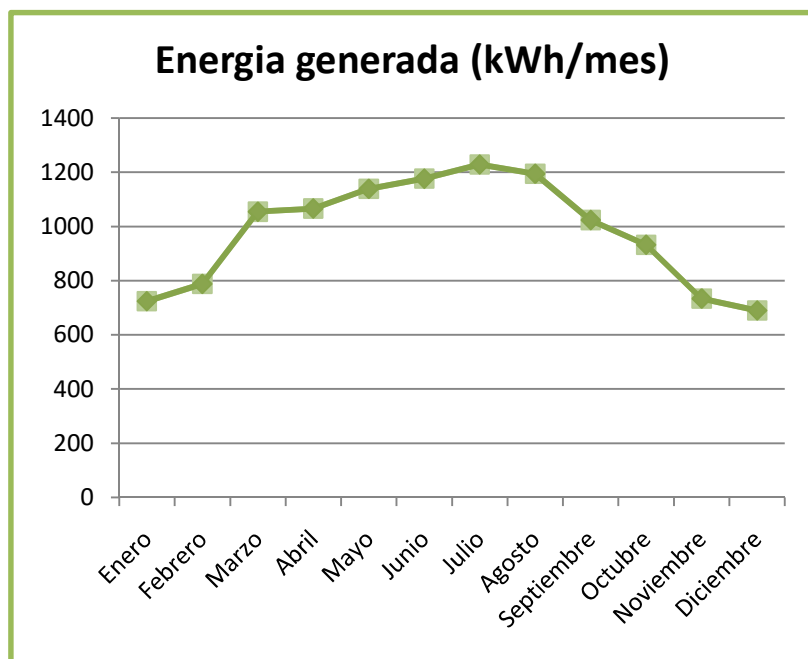
*HSP son las horas a las que la bomba trabaja al 100%

* El caudal es estimado ya que no se tienen en cuenta la climatología y el nivel del pozo.

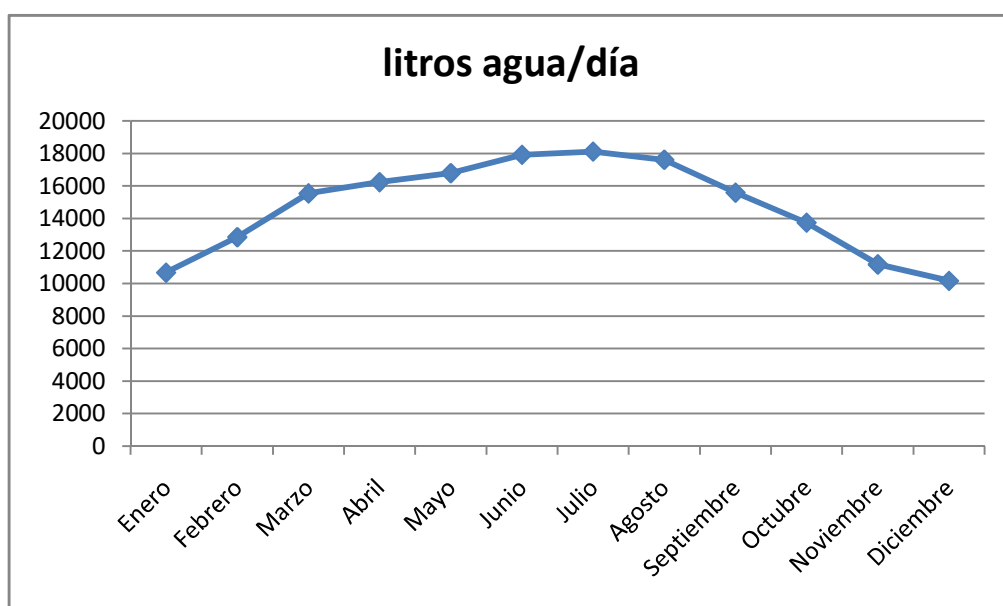
A continuación, representaremos en las graficas 3, 4 y 5 algunos aspectos de la tabla 9 para que sean más representativos de cara al lector:



Gráfica 3. Horas de uso cuando la bomba trabaja al 100%



Gráfica 4. Energía generada en placas de todo el mes en todo el año.



Gráfica 5. Litros de agua en un día de cada mes del año.

1.11. ASPECTOS DE MONTAJE.

A. Etapas en el proceso de instalación.

- i. Planteamiento y diseño en el montaje
- ii. Montaje de la estructura al terreno y el montaje de paneles a la misma.
- iii. Instalación del cuadro eléctrico, variador, dispositivos de protección bomba, etc.
- iv. Conexión del cableado entre todos los elementos de la instalación y toma de tierra.
- v. Comprobación y prueba de la instalación.
- vi. Puesta en marcha.

B. Desarrollo previo al montaje.

Es crucial que el ingeniero visite la zona con el fin de plantear y diseñar donde hacer la instalación le puede salir más rentable y a su vez que sea óptimo. Sabiendo que si existe una caseta del cliente es lógico que este cerca del pozo, el lugar idóneo para montar el generador solar sea cerca de este pozo con el fin de que la caída de tensión sea la menor posible. Si no existe una caseta se montaría una caseta prefabricada para la ubicación del cuadro eléctrico.

Para una buena planificación del proceso montaje de la instalación fotovoltaica se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Es aconsejable que todos los dispositivos que se puedan montar en el taller, cuadros eléctricos, acoplamientos..., para llevarlos una vez allí, ya que se ahorraría mucho tiempo en el montaje.
- Los equipos, equipos, etc., deben ser de calidad y teniendo en cuenta su garantía.
- La REBT (*Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*), Normas UNE, etc. Deben de ser analizadas en el montaje de la instalación para cumplir todas las normas que marcan las normas y legislación descrita anteriormente.

En la etapa del montaje de la estructura y colocación de paneles, se deben tener en cuenta:

- ✓ La fase de montaje de las placas a la estructura se debe garantizar que deben ser situados hacia al sur y con la inclinación que anteriormente hemos calculado para garantizar el mayor aprovechamiento de la energía de los paneles.
- ✓ Debe de haber un acceso fácil al montaje.

- ✓ Reducir los costes de cableado de la planta solar al cuadro eléctrico, reduciendo así la longitud mínima que debe haber entre ambos.
- ✓ Intentar estudiar un trazado de cables sencillo, es decir, con el menor número de curvas y con buena accesibilidad para poder trabajar en el montaje de los conductores.

Un factor importante para el instalador cuidando de esta forma la seguridad de los trabajadores, (Prevención de Riesgos Laborales).

C. Montaje sistema de generación de paneles solares.

Para el montaje de los paneles solares, los operarios trabajarán desde el suelo conectando las placas entre ellas y fijándolas a unas guías que posteriormente se ensamblaran en lo alto de la estructura por medio de una grúa que las eleva. Como explicamos en el apartado 1.6.2, la estructura está diseñada para proteger las placas contra todo pronóstico meteorológico adverso.

Una vez la grúa haya subido todas las hileras de placas y a su vez los operarios hayan terminado de fijar las guías al soporte de la estructura tocará terminar de conectar las placas que se hayan quedado desconectadas y a su vez conectar el positivo y el negativo de todo el sistema a la caja de continua o caja String, que se ubica en una de las columnas de la estructura.

Ubicado en la estructura, la caja String se conexionará a la caseta donde tenga el cuadro eléctrico de alterna. Como último paso, la estructura deberá ir conectada a tierra para terminar con el montaje del grupo generador solar.

D. Montaje del cuadro eléctrico.

El cuadro eléctrico ira colocado sobre una pared de la caseta con casi todos los elementos posibles montados. Y se terminarán de montar los dispositivos que falten como así en conexionado del cableado de todos los elementos del cuadro con los conductores previamente elegidos. En el cuadro se colocarán a la entrada los conductores que transporte la corriente continua (el rojo para el positivo y el negro para el negativo) y del mismo cuadro ya saldrán los conductores de corriente alterna que se dirigirán hacia la bomba.

Una vez todo este montado se realizará la puesta en marcha que consiste en una prueba para garantizar que la instalación está correctamente. Esto se efectuará cuando haya la suficiente radiación solar para probar la instalación fotovoltaica. Conectando todos los elementos de la instalación se comprueba si la bomba expulsa agua. En caso de que esto no ocurra habrá algún error en el montaje y se deberá revisar.

E. Mantenimiento.

En el mantenimiento aconsejamos los siguientes apartados:

- a. **Limpieza de placas.** Las partículas de polvo y tierra se depositan en las placas reduciendo la intensidad del sol, y al mismo tiempo, el rendimiento de las placas al igual que el efecto por sombras. También debemos tener en cuenta los depósitos de heces de las aves que se posa. Por eso, una limpieza con un chorro de agua basta para la limpieza y mantenimiento de los paneles y aseguramos el rendimiento de las placas que sea el óptimo. En el caso de los depósitos de aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, que impidan que estas se posen.
- b. **Revisión de las placas.** para detectar posibles incidencias:
 - Que el cristal que protege al panel este roto. Ya sea por accidente meteorológico o por causa humana.
 - Oxidación por soldadura.
- c. **Inspección de conexiones entre placas.** Se puede determinar de la siguiente forma:
 - Comprobando que los terminales están bien conectados en las placas y en la caja de terminales (*caja String*).
- d. **Protección a tierra.** Como sabemos el valor de la resistencia de la tierra varia durante el año, ya sea por el estado de los electrodos o el estado del terreno. Estas variaciones condicionan la protección a tierra.
El mantenimiento se estipulará:
 - a. Midiendo que la tierra tenga la resistividad dentro de los márgenes.
 - b. Midiendo los electrodos de tierra.
 - c. Comprobando que no haya masas metálicas que entorpezca a la instalación de tierra.

Al menos una vez al año se deberá hacer revisiones de la conexión a tierra del sistema (preferiblemente en verano) siendo suficiente midiendo la resistencia a tierra, midiendo cada electrodo una vez sean desconectados y midiendo los soportes metálicos o masas para comprobar la resistencia que ofrecen.

1.12. ESTUDIO TECNO-ECONÓMICO.

En este apartado se estudiará económicamente los sistemas de bombeo presentes: bombeo de gasoil y bombeo solar. Se hará un estudio con una previsión de 10 años y veremos qué tipo de sistema de bombeo será más económico y cuál será su periodo de amortización (en años) de nuestro bombeo solar frente al bombeo por gasoil. En términos generales se trata de comparar los dos modelos que hemos tratado. El antiguo modelo con el que el cliente regaba era con una bomba alimentada por gasoil a través de un grupo alternador-generator que se muestra a continuación:



Imagen 12. Grupo alternador-generator.



Imagen 13. Placa característica del grupo.

Para empezar, como se dijo al principio del proyecto el objetivo es regar una parcela de unas 2 hectáreas que acogen unas 300 olivas aproximadamente. Los datos recogidos por el cliente nos informan que en un día de verano de riego el motor bomba de gasoil podía consumir unos 25 litros/día. En un día regaba unas 9-10 horas aproximadamente durante los meses desde mayo a septiembre, incluso si algunos años empezaba ya apretar el calor en abril también regaban a finales de abril pero nosotros no lo tomaremos en cuenta.

Resumiendo, desde los meses de mayo a septiembre podían regar semana si semana no, llegando a regar todas las semanas el mes más caluroso del año (agosto). Se calculará el precio de coste de gasóleo para uso agrícola sabiendo que el gasóleo C esta a 0,92€/litro. El precio del gasóleo C sufrirá una inflación anual del 5% en los próximos 10 años de este estudio.

Combustible	Kg emitidos CO2/kWh	Toneladas emitidos CO2/año	Precio €/litro
Gasóleo C	0,27	3,63	0,92

Tabla 11. Tabla general de combustible para la motobomba alimentada por diesel.

Combustible	Kg emitidos CO2/kWh	Toneladas emitidos CO2/año	Precio €/Kw generado
Energía solar*	0	0	0

Tabla 12. Tabla de combustible para la motobomba alimentada por energía solar.

*No se ha tenido en cuenta las emisiones de CO2 que se producen al fabricar una placa fotovoltaica.

En las siguientes tablas comparativas de los dos sistemas descritos se reflejarán el gasto económico con los datos que hemos facilitado en este apartado:

BOMBA ALIMENTADA POR GASOIL											
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
COSTE FIJO	Inversión	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subvención	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inversión total	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTES VARIABLES	Coste de combustible	1932,00	2028,60	2130,03	2236,53	2348,36	2465,78	2589,06	2718,52	2854,44	2997,17
	Coste de mantenimiento	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
	TOTAL	1982,00	2078,60	2180,03	2286,53	2398,36	2515,78	2639,06	2768,52	2904,44	3047,17

Tabla 13. Tabla de gasto económico de riego por gasoil que se ha tenido en 10 años.

BOMBA ALIMENTADA POR ENERGÍA SOLAR											
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
COSTE FIJO	Inversión	7997,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subvención	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inversión total	7997,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTES VARIABLES	Coste de combustible	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Coste de mantenimiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL	7997,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablas 14. Tablas de gasto económico de riego por energía solar que se ha tenido en 10 años.

Con las tablas 13 y 14 se puede ver que una inversión para una instalación de bombeo solar frente al tradicional de riego por gasoil se empezará a amortizar a partir del cuarto año.

Sabiendo que los nuevos modelos de placas solares te dan una garantía de unos 20 años de vida útil (aunque podría durar algunos años más con un rendimiento algo más bajo) y viendo que en las tablas se amortiza en pocos años una instalación de bombeo solar sería una buena inversión para un riego alternativo con el que se mira el bolsillo del cliente a largo plazo y no se emite toxinas al medio ambiente para producir la energía.

2. BIBLIOGRAFÍA

-
-
- PVGIS
- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx
- ENERPRO
- <http://www.enerproyec.com/>
- Caprari.
- Grundfos
- Agencia Estatal de Meteorología
- www.bauer.com
- <http://www.fujielectric.com/>
- Sede Electrónica del Catastro
- BOE (Boletín Oficial del Estado)
- Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.
- Moisés Rodríguez Cohard. Instalación fotovoltaica para autoconsumo.
- Miguel Pareja. Energía solar fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada. Marcombo, 2016.
- Antonio Colmenar, David Borge, Eduardo Collado Y Manuel-Alonso Castro. Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes.
- Juan M. Suárez. Protección de instalaciones y redes eléctricas.
- Schneider Electric. Guía de diseño de instalaciones eléctricas.
- <http://www.idae.es/>
- Endesa
- Fusibles Cooper Bussmann
-
-

II. ANEXOS. CÁLCULOS A LA MEMORIA.

Anexo 1

CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS FOTOVOLTIACAS

ANEXO I

**CÁLCULO PARA DIMENSIONAR EL GRUPO GENERADOR DE LOS
PANELES SOLARES.**

En el pliego de condiciones del IDAE se incluyen las ecuaciones necesarias para el dimensionado del sistema fotovoltaico. Para el diseño generador de este proyecto (conjunto de placas fotovoltaicas) se utilizará la siguiente expresión:

$$Pp, \min(KWp) = \frac{E_D \cdot G_{STD}}{G(\alpha, \beta) \cdot PR} \quad [\text{ecuación 1}]$$

Donde;

E_D = energía consumida por la instalación (Wh/día); G_{STD} = potencia solar en España ($1000W/m^2$); $G(\alpha, \beta)$ = Factor de irradiancia ($Wh/m^2/dia$); PR = Factor de pérdidas debido: perdidas en el variador, suciedad de módulos, aumento de temperatura, cableado.

Mes	H_h	H_{opt}	$H(30)$	I_{opt}
Ene	2370	3960	3820	62
Feb	3400	5030	4900	55
Mar	4800	5950	5890	41
Abr	5620	6010	6040	25
Mayo	6790	6500	6630	13
Jun	7940	7180	7380	4
Jul	8150	7550	7740	8
Ago	7140	7350	7440	21
Sep	5420	6460	6430	36
Oct	4070	5660	5550	50
Nov	2700	4390	4250	60
Dic	2190	3860	3720	65
Año	5060	5830	5820	34

Tabla-Anexo1, 1. Irradiancias sobre los tres planos (horizontal, optimo y 30°) en $Wh/m^2/dia$. Fuente: PVGIS

E_D = Al ser la bomba de 3000W y según la tabla 10 al utilizarse un máximo de 7,55h la energía diaria máxima será de 22.650W.

$G(\alpha, \beta)$ = Sobredimensionamos al criterio del peor mes de irradiancia que será el de 5550 $Wh/m^2/dia$ que corresponde a Octubre, que engloba a los meses de marzo a octubre (ambos inclusive)

PR = Aunque el variador tiene un rendimiento muy alto no es del 100% y eso favorece a que haya pérdidas y las tendremos en cuenta. El variador que se escogió tiene una eficiencia del 97-98% (mirar anexo 5) se escogerá el más negativo, 0,97. Aparte, existen perdidas por suciedad en los paneles, aumento de temperatura, etc. Se tendrá en cuenta un 20% para el factor de perdidas.

$$Pp, \min(KWp) = \frac{22650 \cdot 1000}{5500 \cdot 0,97 \cdot 0,8} = 5156,91Wp$$

Ahora se sabe que la potencia pico mínima a instalar es 5156,91Wp

$$N_{\text{módulos}} = \frac{Pp}{P_{\text{módulo}}} = \frac{5156,91 Wp}{250 W} = 20,62 \text{ placas}$$

Por lo que se tomarán 21 placas de 250Wp de la marca BAUER para el generador solar.

Anexo 2

CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

ANEXO II

**CÁLCULO PARA DIMENSIONAR LA BOMBA ELÉCTRICA PARA EL
POZO.**

En este anexo para el dimensionado del motor bomba eléctrica se calculará la energía necesaria (Energía hidráulica, E_H), que vendrá dado por la potencia necesaria para mover un volumen (V) diario de agua hasta cierta altura (h), utilizando la siguiente expresión:

$$E_H = \frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot V}{3600} [Whd] \quad [\text{ecuación 2}]$$

Donde;

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$; $g=9,8 \text{ m/s}^2$; h= altura manométrica máxima que tiene que recorrer el agua;
V=volumen de agua medido en ($\text{m}^3/\text{día}$)

Sustituyendo la densidad, la gravedad y operando con el denominador esta expresión se puede simplificar de la siguiente forma:

$$E_H = 2,725 \cdot h \cdot V [Whd] \quad [\text{ecuación 3}]$$

Sabiendo que el Q_{diario} es $2,4 \text{ m}^3/\text{día}$ (Mirar en la tabla 10) y la altura manométrica corresponde a 160 metros. Por otra parte, en dicha ecuación habría que incluir la eficiencia del motor bomba debido a que hay unas pérdidas debido a la conversión de la energía eléctrica a energía mecánica. El valor de la eficiencia de una motobomba (η_{MB}) varía entre un 25% y un 60% para corriente continua y un 40% para corriente alterna.

Además, según el IDAE, para tener en cuenta las pérdidas de carga que se producen en las tuberías de conducción del riego, se debería sobredimensionar la altura manométrica un 10% más de los datos obtenidos, es decir:

$$h_{\text{final}} = h \cdot 1,1 = 176 \text{ m}$$



Ilustración-Anexo 2, 1. Esquema detalle de la altura manométrica para el riego.

Por consiguiente, la energía necesaria para el bombeo de agua que se necesita corresponde al cociente entre la energía hidráulica (E_H) entre el rendimiento de la motobomba (η_{MB}), se mostrará en la **ecuación 4**:

$$E_{potencia_{max\ bomba}} = \frac{2,725 \cdot h \cdot V}{\eta_{MB}} = \frac{2,725 \cdot 176 \cdot 2,4}{0,4} = 2877,6 \text{ Wh/dia}$$

La bomba seleccionada será un motor bomba de 3kW (4CV) de la marca Caprari

Anexo 3

CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

ANEXO III

CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

1. INTRODUCCIÓN

En los anteriores apartados de la Memoria vimos todos los componentes de la instalación, en el presente *Anexo III*, se calculará las secciones del cable que conectan todos los componentes vistos. El cálculo de las secciones se calculará ayudándonos de la guía de baja tensión ITC-19 entre otros reglamentos, definiendo un porcentaje máximo de pérdidas de tensión y partir de ahí se obtendrán los resultados de las distintas secciones.

Para este cálculo dividiremos la instalación en 2 tramos:

- Tramo en corriente continua: desde el grupo generador solar hasta el variador.
- Tramo de corriente alterna: desde variador a la bomba.

Para este cálculo, debemos tener en cuenta el reglamento de baja tensión y calcular la sección mínima normalizada que satisfagan simultáneamente los 3 condiciones criterios:

- ✓ Criterio de intensidad máxima admisible.
- ✓ Criterio de caída de tensión.
- ✓ Criterio de la intensidad de cortocircuito.

2. CÁLCULO DE SECCIONES

2.1 Corriente continúa.

En primer lugar, para la instalación de continúa se utiliza un cable tipo **PV ZZ-F**, de cobre fabricado para instalaciones fotovoltaicas, con doble aislamiento y gran resistencia al intemperie ya que están diseñados para este tipo de proyectos.

Para todos los tramos de continua como era de esperar disponemos de dos cables, uno positivo y otro negativo. La expresión que utilizaremos para el cálculo de la sección en continua es la siguiente:

$$S = 2 \cdot \frac{l \cdot I_{sc}}{\gamma \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)} \quad [\text{ecuación 5}]$$

Donde:

l = longitud del cable en m; I = intensidad en A; γ = conductividad para una temperatura de 70 °C para **termoplásticos** (PVC) que para el cobre es $48,5\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ y U = caída de tensión entre sus extremos.

Donde la corriente se puede mirar de la placa de características de una placa solar como solo hay una rama ya que están todas conectadas en serie la corriente de trabajo sería la intensidad de una placa o:

$$I_{placas} = \frac{P_{placas}}{U} \text{ (A)} \quad [\text{ecuación 6}]$$

$$I_{placas} = \frac{5250W}{633V} = 8,29A$$

En los tramos de continua, digamos que tenemos en total 30 metros de distancia entre las placas y variador. Y suponiendo una caída de tensión recomendada del 0,5% de la tensión de trabajo con la expresión de la sección:

$$S = 2 \cdot \frac{30 \cdot 8,74}{48,5 \cdot 3,165} = 3,416 \text{ mm}^2$$

	mm ²
	1,5
	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
	240
	300

Tabla-Anexo 3, 1. Secciones comerciales de cable de cobre para fotovoltaicas. Fuente: www.sfe-solar.com

En nuestro caso, escogemos la sección siguiente de 4 mm²

Para el criterio de de la intensidad máxima admisible o calentamiento, nos vamos a la tabla de intensidades máximas admisibles de la guía de ITC-BT 19:

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 ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾									3x PVC ¹⁾		
Cobre			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			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	66	70	-	80	91	105
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123
			35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	154
			50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	188
			70			149	160	171	188	202	224	244	244
			95			180	194	207	230	245	271	296	296
			120			208	225	240	267	284	314	348	348
			150			236	260	278	310	338	363	404	404
			185			268	297	317	354	386	415	464	464
			240			315	350	374	419	455	490	552	552
			300			360	404	423	484	524	565	640	640

Tabla-Anexo 3, 2. Intensidades máximas admisibles del cobre. Fuente: reglamento baja tensión, ITC 19

Al ser dos terminales (PV-ZZ) se supone que el cableado va sobre pared estaríamos eligiendo la instalación “tipo C” de cable unipolar con aislamiento de PVC estamos en el caso de la columna 6, donde la intensidad máxima admisible es de 30 A muy por debajo de los 8,29 A que circularía en nuestro sistema de paneles.

Cumplimos por intensidad máxima admisible y seguimos escogiendo nuestra sección de **4 mm²**

Calculamos por caída de tensión el tramo de continua con la sección seleccionada para comprobar si cumplimos, sabiendo que, la caída de tensión máxima es el 1% de la tensión del trabajo y la caída de tensión recomendada es el 0,5% de la tensión de trabajo. Con la expresión de caída de tensión sabiendo que el 0,5% de 633V son 3,165V:

$$\Delta u = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot U \cdot S} \quad [\text{ecuación 7}]$$

Donde:

P= potencia en W del sistema; l = longitud del cable en m; γ = conductividad para una temperatura de 70 °C (PVC) para el cobre sería 48,5 m/ Ωmm^2 y U= tensión del sistema en voltios y S = sección elegida en mm^2 .

$$\Delta u = \frac{5250 \cdot 30}{48,5 \cdot 633 \cdot 4} = 1,28V < 3,165V$$

Cumplimos esta hipótesis y la sección seleccionada es la de 4 mm²

Por último, comprobamos por *intensidad de cortocircuito*. Donde se comprobará la sección mínima que aguante una corriente de cortocircuito con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{I_{sc} \cdot \sqrt{t}}{k} \text{ (mm}^2\text{) [ecuación 8]}$$

Donde;

S= sección en mm^2 ; I_{sc} = corriente de cortocircuito en A; t = tiempo de cortocircuito (5 segundos); k = constante que depende del material del conductor para secciones menores de 300 mm^2 (para PVC una k de 115)

$$S = \frac{8,74 \cdot \sqrt{5}}{115} = 0,17 \text{ mm}^2$$

Como está muy por debajo de la sección seleccionada y cumplimos nuestro último criterio, por tanto nuestra sección para corriente continua es de 4 mm^2

Diseño de fusible

La protección de los elementos de c.c. (corriente continua) contra sobrecargas se regulan con el uso de los fusibles. Donde se calculará el poder de corte del fusible elegido que se instalará a la salida de placas para proteger el cuadro eléctrico.

Según la ITC-22 para el cálculo de la corriente del fusible debe de superar dos criterios:

- 1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

I_B =corriente calculada del circuito; I_n = corriente del fusible; I_z =corriente admisible del cable que elegimos para los conductores de continua (4 mm^2)

Primera condición:

$$8,29 \text{ A} \leq I_n \leq 30 \text{ A}$$

Se elige un fusible de $I_n = 10 \text{ A}$ de la marca Cooper Bussmann.

Segunda condición:

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 14,5 \text{ A}$$

$$14,5 \text{ A} \leq 43,5 \text{ A}$$

Cumplimos la dos condiciones y el fusible de sección mínima a utilizar es de 10 A

2.2 Corriente alterna.

Ahora nos toca calcular la sección que tendrá nuestro cable del variador a la bomba de 4cv en c.a. (corriente alterna), con una longitud aproximada de 60 metros en este tramo y suponiendo una caída de tensión del 1%. Para el desarrollo matemático del cálculo se va a utilizar las siguientes expresiones:

Intensidad Nominal:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} \text{ (A) [ecuación 9]}$$

Donde:

P = Potencia a transportar en W; U = tensión nominal en Voltios; $\cos\phi$ = Factor de potencia del 0,8 inductivo.

$$I = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 5,41A$$

Sabemos que la sección debe aguantar el arranque de la bomba que es 25% que se sobredimensiona de la corriente nominal del motor:

$$I_{bomba} = I \cdot 1,25 = 6,77A$$

Teniendo en cuenta que la corriente calculada es 6,77 A y que vamos a emplear conductores de cobre según la tabla 2 de este anexo nos dice que para un montaje tipo B2 para una sección de 1,5 mm² soportaría 13 A siendo mayor la corriente admisible a la calculada.

Sin embargo, según el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) nos dice que la sección mínima para cualquier circuito de fuerza debe ser de 2,5 mm². Con una intensidad máxima admisible (para un montaje tipo B2 con aislamiento de PVC) de 17,5 A.

Comprobamos esta sección por caída de tensión según nos dice el REBT que para circuitos de fuerza la caída de tensión no debe superar el 5% de la tensión de línea. Que para este caso el 5% de 400 V son 20 V de caída de tensión que no debemos superar.

$$\Delta u = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot U \cdot S} \text{ [ecuación 7]}$$

Donde:

P= potencia en W de la bomba; l = longitud del cable en m; γ = conductividad para una temperatura de 70 °C (PVC) para el cobre sería 48,5 m/Ωmm² y U= tensión del sistema en voltios y S = sección elegida en mm².

$$\Delta u = 3,71V < 20V$$

Cumplimos esta hipótesis y seleccionamos la sección de $2,5\text{mm}^2$ para nuestro cableado en c.a.

Según la el REBT el neutro debe ser de $2,5\text{mm}^2$ siendo de la misma sección que las fases. Y para el tubo de PVC que debe proteger los conductores de cobre se mira en la ITC-21 del REBT donde está la siguiente tabla:

Sección nominal de los conductores (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

Tabla-Anexo 3, 3. Diámetros exteriores de los tubos según número de conductores. Fuente: reglamento baja tensión, ITC 21

Como hay más de tres conductores el diámetro del tubo a escoger es de 20 mm.

Anexo 4

CARACTERISTICAS PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

BAUER

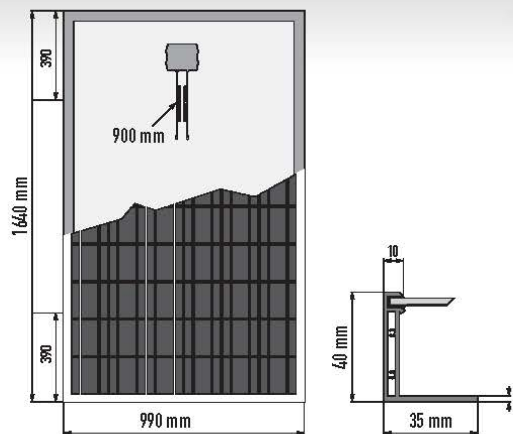
Solartechnik GmbH

DELIVERY SOLELY WITH POSITIVE
POWER OUTPUT TOLERANCE!

BAUER BS 6P4.1 240 W - 250 W



Polycrystalline solar module



Dimensions

Length	1640 mm
Width	990 mm
Height	40 mm
Weight	19,5 kg

Performance data

- positive power output tolerance $+3/-0$ %
- min. 90% output over a 10-year period
- min. 80% output over a 25-year period
- 10 years product guarantee

www.bauer-solarenergie.de

Test parameters (excerpt)

- Simulation of temperature cycles (200 cycles ranging from -40°C to +85°C)
- Vapour heat test in the climatic chamber (1.000 hours at 85°C and 85% relative humidity)
- Front and back panel load test (simulated wind load of 5.400 Pa, equivalent to 5.400 N/m² or 550 kg/m²)
- Simulated impact of hailstones (25 mm in diameter at 23 m/s from a distance of one meter)

Technical specifications

Frame	Silver, torsionally rigid, aluminium alloy mounting frame
Cells	60 polycrystalline cells (156 mm x 156 mm) connected in series
Connectors	Double insulated, UV-resistant 4 mm ² cable with weatherproof solar plugs
Diodes	2x3 bypass diodes protecting the module when in shade
Assembly	Front: highly translucent, toughened glass Back: white TPT film, embedding material: EVA

Electrical characteristics	BS-240-6P4.1	BS-245-6P4.1	BS-250-6P4.1
Nominal power P (Wp)	240	245	250
Voltage at Pmax Vmp (V)	29,90	29,96	30,14
Current at Pmax Imp (A)	8,03	8,18	8,29
Short-circuit current Isc (A)	8,58	8,66	8,74
Open-circuit voltage Voc (V)	37,27	37,43	37,60
Efficiency (η)	14,8%	15,1 %	15,4%
Max. system voltage V (V)	1.000		
Temperature coefficient of Isc	+0,045 %/K		
Temperature coefficient of Voc	-0,292 %/K		
Test condition (STC)	1.000 W/m ² , 25°C, AM 1,5		
NOCT	45°C ± 2°C		
Reverse current overload (A)	20		

Qualifications and certificates

- IEC 61215
- IEC 61730



BAUER

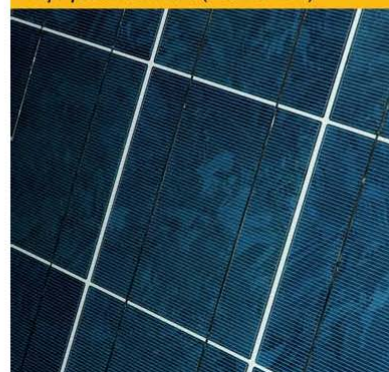
Solartechnik GmbH

Hinter der Mühl 2
55278 Selzen | Germany
Tel. +49 (0) 6737 - 80 81-0
Fax +49 (0) 6737 - 80 81-10
info@bauer-solartechnik.de
www.bauer-solartechnik.de

BAUER BS 6P4.1



Polycrystalline module (detailed view)

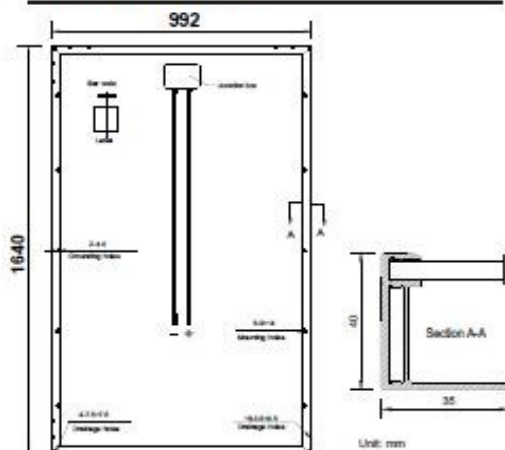




Módulo policristalino	250W	255W	260W
Referencia	8.250P(60)	8.255P(60)	8.260P(60)
Condiciones estándar de medida (STC)			
Tensión de Máxima Potencia - U_{mp} (V)	30.15	30.33	30.53
Intensidad de Máxima Potencia - I_{mp} (A)	8.29	8.41	8.52
Tensión en circuito abierto - U_{oc} (V)	37.52	37.69	37.88
Intensidad de cortocircuito - I_{sc} (A)	8.81	8.89	8.97
Eficiencia de módulo - η (%)	15.37	15.67	15.98
Tensión Máxima de sistema - U_{max} (V)	1000 V DC (IEC)		
Máxima Tolerancia de Potencia	0 to +3%		

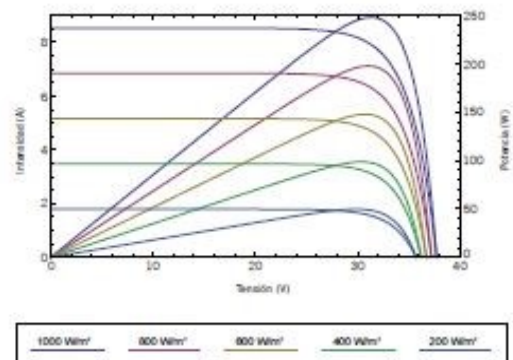
STC: Irradiancia de 1000 W/m², espectro solar de AM 1.5, temperatura del módulo a 25 °C

Diseño de ingeniería



www.833solar.com • info@833solar.com

I-V y V-P curvas 8.250P(60)



PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO BAUER		Modelo: BS 6P4.1	
Características Eléctricas		Características Generales y Dimensiones	
Potencia Máxima (Wp)	250 W	Células por Módulo	60
Tolerancia	0 / +3%	Tipo de Célula	Policristalina
Eficiencia	15,4%	Dimensiones Célula	6" x 6"
Vmpp: Tensión a potencia máxima	30,14 V	Dimensiones del Módulo	1640 x 990 x 40 mm
Impp: Corriente a potencia máxima	8,29 A	Peso del Módulo	19,5 Kg.
Voc: Tensión de circuito abierto	37,60 V	Marco del Módulo	Aluminio anodizado
Isc: Corriente de corto circuito	8,74 A	Caja de Protecciones	IP 65
Tensión de aislamiento	1000 Vcc	Caja de Conexiones	IP 65
		Enchufe	MultiContact tipo 4

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO 8:33		Modelo: 8.250P(60)	
Características Eléctricas		Características Generales y Dimensiones	
Potencia Máxima (Wp)	250 W	Células por Módulo	60
Tolerancia	0 / +3%	Tipo de Célula	Policristalina
Eficiencia	15,37%	Dimensiones Célula	6 x 10
Vmpp: Tensión a potencia máxima	30,15 V	Dimensiones del Módulo	1640 x 992 x 40 mm
Impp: Corriente a potencia máxima	8,29 A	Peso del Módulo	18,5 Kg.
Voc: Tensión de circuito abierto	37,52 V	Marco del Módulo	Aluminio anodizado
Isc: Corriente de corto circuito	8,81 A	Temperatura operativa	-40°C – 85°C
Tensión de aislamiento	1000 Vcc	Conectores	MC4 compatible
		Caja de conexión/diodos	IP65/3

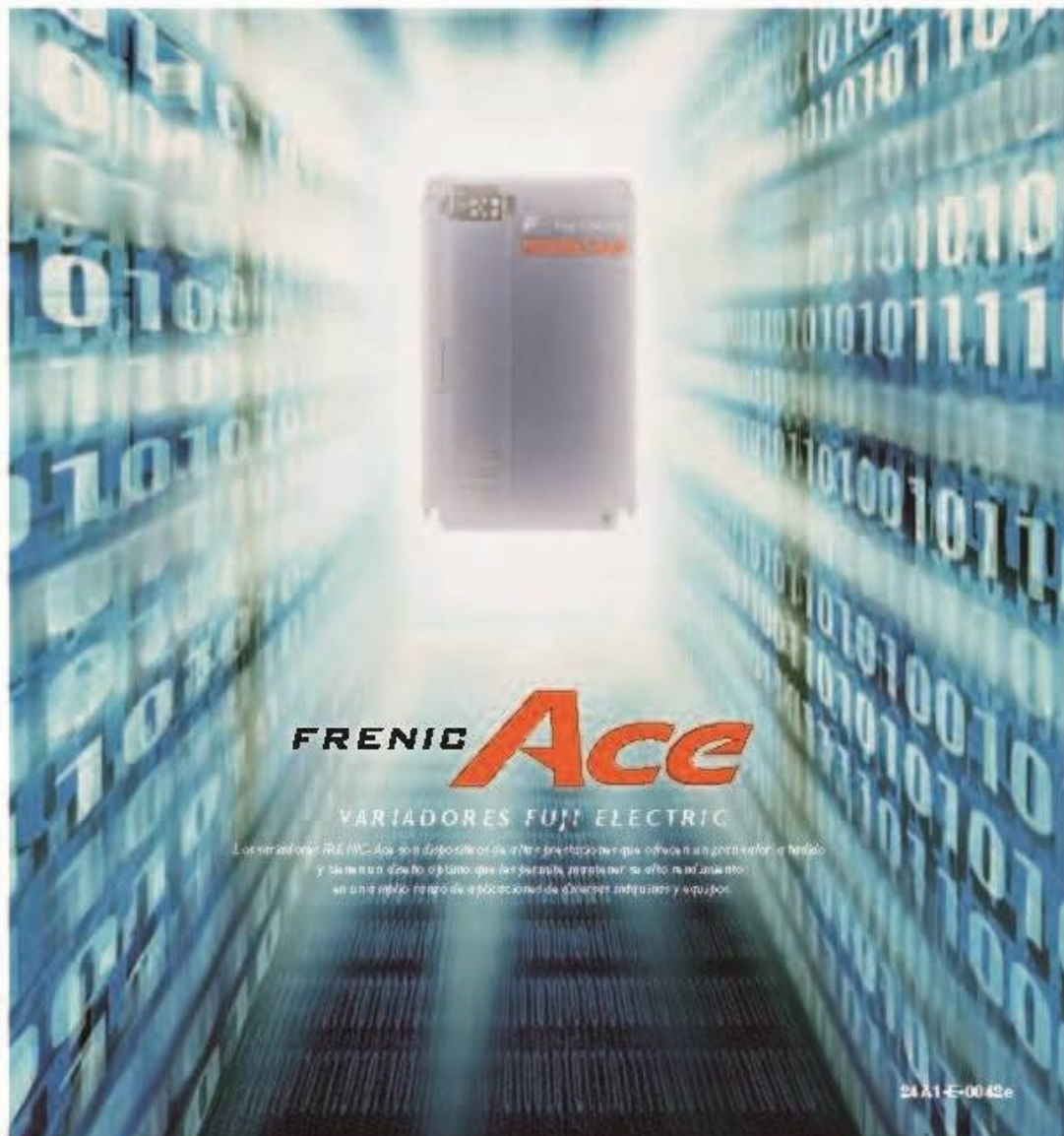
PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO CSUN		Modelo: CSUN 250 60P	
Características Eléctricas		Características Generales y Dimensiones	
Potencia Máxima (Wp)	250 W	Células por Módulo	60
Tolerancia	0 / +3%	Tipo de Célula	Monocristalina
Eficiencia	15,40%	Dimensiones Célula	156 x 156 mm
Vmpp: Tensión a potencia máxima	29,9 V	Dimensiones del Módulo	1640 x 990 x 40 mm
Impp: Corriente a potencia máxima	8,36 A	Peso del Módulo	19 Kg.
Voc: Tensión de circuito abierto	37,3 V	Marco del Módulo	Aluminio anodizado
Isc: Corriente de corto circuito	8,81 A	Temperatura operativa	-40°C + 85°C
Tensión de aislamiento	1000 Vcc		

Anexo 5

CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR

Variador de alto rendimiento

FRENIC-Ace **Nuevo**



FRENIC Ace
VARIADORES FUJI ELECTRIC

Los variadores FRENIC-Ace son dispositivos de alta tecnología que ofrecen un gran valor a través
y tienen un diseño optimo que les permite proporcionar su alto rendimiento
en una amplia gama de aplicaciones de diversos industries y equipos.

24A1-E-0042e

VARIADORES DE FRECUENCIA

Monofásico de 200 V

Marca	FUJI – FRENIC SOLAR ACE		
Modelo	FRN0022E2E-4		
Voltaje máximo de entrada (Vco)	360	VCC	
Voltaje mínimo de entrada (Vmp)	180	VCC	
Voltaje recomendado CC	280 - 330	VCC	
Voltaje nominal de entrada CA	Trifásico 200-240 VCA 50/60Hz		
Voltaje nominal de salida CA	Trifásico 200 VCA		
Frecuencia de salida	0 - 400	Hz	
Eficiencia (variador de frecuencia)	97 – 98	%	
Ventilación	Natural/mediante ventilador interno		
Potencia de entrada recomendada	1.2 veces la capacidad de la bomba (mínimo)		
Garantía	3 años		
Filtro CEM / Salida motor	Incorporado/opcional a partir de distancias superiores a 50m		

Trifásico de 400 V (Este será nuestro variador)

Marca	FUJI – FRENIC SOLAR ACE		
Modelo	FRN0022E2E-4		
Voltaje máximo de entrada (Vco)	800	VCC	
Voltaje mínimo de entrada (Vmp)	400	VCC	
Voltaje recomendado CC	550 - 620	VCC	
Voltaje nominal de entrada CA	Trifásico 380-480 VCA 50/60Hz		
Voltaje nominal de salida CA	Trifásico 400 VCA		
Frecuencia de salida	0 - 400	Hz	
Eficiencia (variador de frecuencia)	97 – 98	%	
Ventilación	Natural/mediante ventilador interno		
Potencia de entrada recomendada	1.2 veces la capacidad de la bomba (mínimo)		
Garantía	3 años		
Filtro CEM / Salida motor	Incorporado/opcional a partir de distancias superiores a 50m		

1. INTRODUCCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.

Entre las diferentes funciones para bombeo que incorpora el variador Fuji Electric, destacan:

Función MPPT. Adapta la velocidad del motor a la irradiancia disponible en ese momento. De esta forma, se obtiene el máximo rendimiento de las placas.

Función de detención de pozo seco. Protege la bomba en caso que el pozo se quede sin agua.

Función de auto-rearme de pozo seco. Permite al usuario configurar un rearme automático para la alarma de pozo seco.

Función bajo caudal. Detiene la bomba si no hay la irradiancia suficiente para impulsar el agua. De esta forma alarga a vida de la bomba.

Detención de cambios bruscos en las condiciones de irradiancia. Automáticamente adapta la velocidad de la bomba, en el caso de que cambien las condiciones de irradiancia brusca (aparición de nubes).

Función control de presión. Regula la presión de la bomba para adaptarse a la configuración del propietario.

Función grupo electrógeno/red. Permite trabajar con tensión alterna que viene o de la red o de un grupo electrógeno. O también podemos trabajar con tensión continua de las placas solares de forma automática.

1.1 Descripción de funcionamiento

Una vez ha arrancado el sistema, automáticamente se inicia la búsqueda del máximo punto de potencia, este proceso se va repitiendo hasta alcanzar la velocidad máxima de la bomba. Su objetivo, es girar a la máxima velocidad sin que la tensión en los paneles caiga de manera vertical. En el caso en que aparezca una nube, el sistema reducirá automáticamente la velocidad para adaptarse a las nuevas condiciones solares, llegando a pararse si detecta una caída de tensión muy grande.

Si el equipo se alimenta a través de la red eléctrica o de un grupo electrógeno, **la función de MPPT** quedará anulada y se trabajará velocidad fija.

2. PUESTA EN MARCHA

2.1 Configuración de los parámetros con el teclado del variador.

Para que la instalación funcione, se debe configurar en el variador los datos de la bomba de su placa de características:

Para utilizar las funciones de los parámetros de nuestro variador, realizaremos los siguientes pasos:

Primer paso: Pulsar , para acceder en modo programación.

Segundo paso: Para cambiar un dato del parámetro del motor de la bomba, por ejemplo. Con las flechas de arriba y

abajo,  , hasta buscar el parámetro 1F (parámetro del motor).

Tercer paso: Para entrar en ese parámetro presionamos el

botón, .

Cuarto paso: Buscamos la variable a corregir, nosotros pondremos el ejemplo de variar la Frecuencia máx. de giro

[F03], Buscamos con las flechas de arriba y abajo, 

, respectivamente, hasta encontrar el parámetro deseado. Y accedemos a este parámetro volviendo a

presionar .

Quinto paso: Con las flechas de arriba y abajo,  , cambiamos la frecuencia que ya está configurada por la frecuencia deseada a configurar.



Sexto paso: Una vez tengamos el nº escrito en pantalla y estando el valor aún

intermitente pulsar  para grabar el dato: y aparecerá en pantalla **SAVE**. Ya habremos guardado nuestro nuevo parámetro en el variador.

Por último, para retroceder al menú principal del variador tan solo con presionar

, volvemos hacia atrás.

Observaciones

- ✚ Si el nº es grande, para cambiar las centenas o para ir más rápido, pulsar , se puede utilizar y cambiar la posición del nº que se edita.
- ❖ Para salir del modo programación , y volver a la pantalla de inicio pulsar tantas veces como sea necesario hasta que NO estén encendidos al mismo tiempo los dos leds HZ y kW.
- ✚ Si nos hemos equivocado o perdido y no queremos modificar un nº que estamos viendo o editando pulsamos , para volver “atrás” y no grabar un dato.
- ❖  Es similar al “Enter” de un ordenador y  como “escape”. Como hemos explicado anteriormente.

2.2 Autotuning

Es obligatorio realizar el proceso de autotuning, para conseguir una óptima regulación del motor de nuestra bomba y por otra parte un mayor aprovechamiento de nuestras placas fotovoltaicas.

- Se consigue realizando los siguientes pasos:

Empezaremos con el parámetro, F02=2 (Orden de marcha con el teclado “RUN” sentido de giro “FWD”)

Para realizar autotuning es necesario dar orden de marcha al variador. Normalmente la orden de marcha se realiza mediante la entrada digital FWD (por defecto [F02= 1]). Se explica cómo realizarlo mediante el teclado del variador.

1) P04=1 (Autotuning estático)

Al configurar P04= 1 y presionar el botón  quedará el 1 parpadeando en la pantalla de una orden en marcha, si pulsamos el botón STOP o no se da orden de marcha el variador se bloqueará con la alarma (Er 7).

2) Pulsamos tecla RUN (El proceso durará entre 20 y 30 seg)

Una vez finalizado el autotuning se mostrara en pantalla el parámetro P05, si el proceso es erróneo se mostrara en la pantalla de display (Er 7)

3) F02= 1 (Orden de marcha por terminales, valor por defecto)

Aclaración

En condiciones de baja irradiancia, puede que muestre error (Er 7) si no hay suficiente energía en los paneles solares.



2.3 Test para saber el sentido de giro y velocidad mínima.

Con el fin de conocer las características de la bomba, se le realizará un test manual.

Primero, F02=2 (Orden de marcha con el teclado “RUN” sentido de giro “FWD”)

Segundo, F03= velocidad máxima durante el test. (Por ejemplo 30 Hz)

Para encontrar la frecuencia a la cual la bomba impulsa el agua, se limitará la frecuencia de salida. En función de la bomba y de la profundidad a la que esté instalada podrá ser de 30 Hz, de 35 Hz, etc.

Y por último, tenemos que pulsar la tecla de RUN.

Aclaración

Si el sentido de giro no es el correcto, se deben permutar dos fases del motor.

2.4 Parámetros del variador.

Siguiendo un orden de las funciones del variador, les mostramos las funciones principales y que muestra el variador y su ajuste de fábrica:

Parámetro del variador de frecuencia	Descripción del parámetro	Valor del parámetro
<u>Parámetros del motor de la bomba</u>		
F03	Frecuencia máxima de giro (Hz)	50 Hz en Europa
F04	Frecuencia nominal del motor de la bomba (Hz)	Placa de características de la bomba
F05	Tensión nominal del motor (V)	400V motor trifásico/ 230V monofásico
P01	Nº de polos del motor de la bomba	Placa de características del motor
P03 y F11	Corriente nominal del motor (A)	Placa de características del motor
J15	Velocidad mínima para tener caudal en la bomba (HZ)	35

<u>Parámetros de las placas solares:</u>		
U126	Tensión en circuito abierto (Voc) del panel	Placa de características de la placa fotovoltaica
U127	Tensión Vpmp del panel	Placa de características de la placa fotovoltaica
U131	Función despertar. Tensión de despertar/dormir (Voc)	600V (Calculado)
<u>Parámetros para la regulación del tiempo:</u>		
U190 = 80 U194 = Valor de retardo	Retardo para despertar (seg). Para evitar muchos arranques del motor y un deterioro mesurado del mismo, se cambia al final de la puesta en marcha.	10 s, modificar al final de la puesta en marcha. Recomendable al menos 600 seg (10 min)
U190 = 78 U194 = Valor del retardo	Retardo para pasar a modo dormir si no hay suficiente potencia. (s). Se inicia cuando la frecuencia está por debajo de la frecuencia mínima puesta en J15.	35 seg
U190=48 U194 = Valor del retardo (s)	Entrada de control X1. Control lento de boyas. Retardo a la activación. (s). Una vez cerrado el circuito y pasado el tiempo de retardo, se parará.	15 seg

U190=49 U194= Valor del retardo (s)	Entrada de control X1. Control lento de boyas. Retardo a la desactivación. (s) . Una vez abierto el circuito y pasado el tiempo de retardo, arrancará si también se dan todas las condiciones de despertar. Recomendado varios minutos o incluso horas.	15 seg
<u>Parámetros para pozo seco:</u>		
U124	Función detección pozo seco. Desactivada	0.0
U190=14 U194= El %	% de potencia nominal del motor por debajo de la cual se puede activar la función de pozo seco.	30.0
U190=15 U194= Valor del retardo (s)	Tiempo (s) de retardo para la detección de pozo seco	15
<u>Otros parámetros:</u>		
H98	Protección fallo de fase del motor. Activada = 87	87
U00	Función bombeo solar activada	1
<u>Parámetros para control de presión:</u>		
E62	Entrada de sensor de presión 4...20mA 10.0 bar fondo escala	5
H91	Retardo detección fallo sensor presión.	0.0
U04	Fondo escala sensor presión.	10.0
U09	Máxima presión permitida (bar)	3.5
U10 y U14	Mínima presión permitida (bar)	3.0
U44	Máxima frecuencia permitida (Hz)	50.0
J15	Mínima frecuencia para la mínima presión (Hz)	35.0 (puede variar)
U190 =78 U194 = Valor del retardo	Retardo (s). Si la frecuencia está por debajo del mínimo durante este tiempo, se para.	40
F16	Valor fijo.	0.0

Tabla-Anexo 5, 1. Principales parámetros para la configuración del variador.

2.5 Función despertar

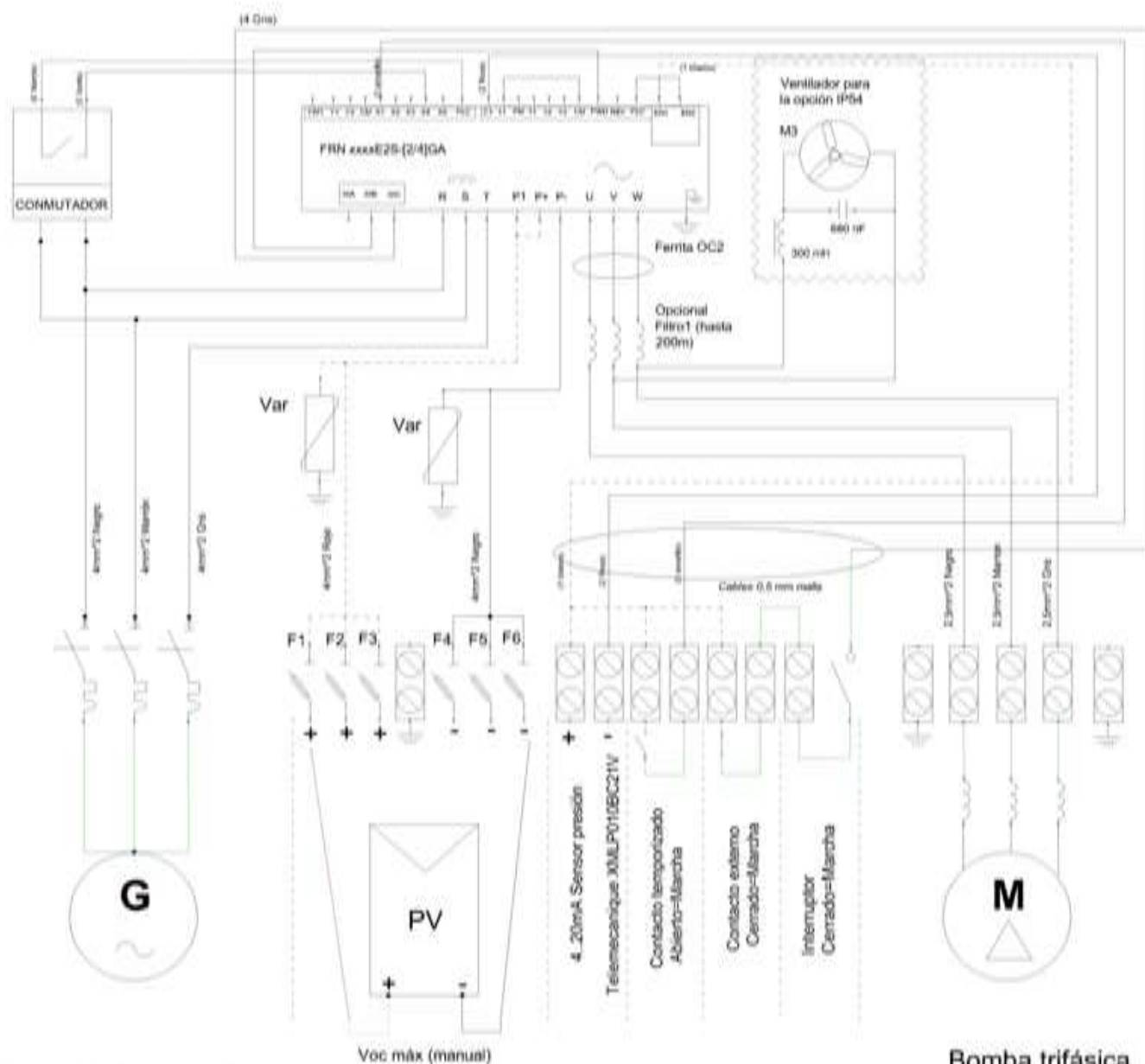
El parámetro U131 (Nivel CC para que la bomba empiece a funcionar) se debe ajustar la tensión mínima de las placas a la cual el variador deberá arrancar. Este parámetro es muy importante para que el variador no le dé la orden a la bomba para que arranque y no haya suficiente tensión en bornes de las placas. Evitamos tiempo de pérdida entre que arranque la bomba cada 10 minutos y un deterioro de la misma por hacerle más nº de arranques de la cuenta.

Calculamos la tensión del parámetro U131:

$$\begin{aligned} \mathbf{U131} &= V_{OC} \times n^{\circ} \text{ placas} \times 0.78 = \\ 37 \times 21 \times 0.78 &= 606 \text{ V} \end{aligned}$$

Por lo tanto, en el parámetro U131 de nuestro variador le indicamos el valor de 600 V.

III.PLANOS



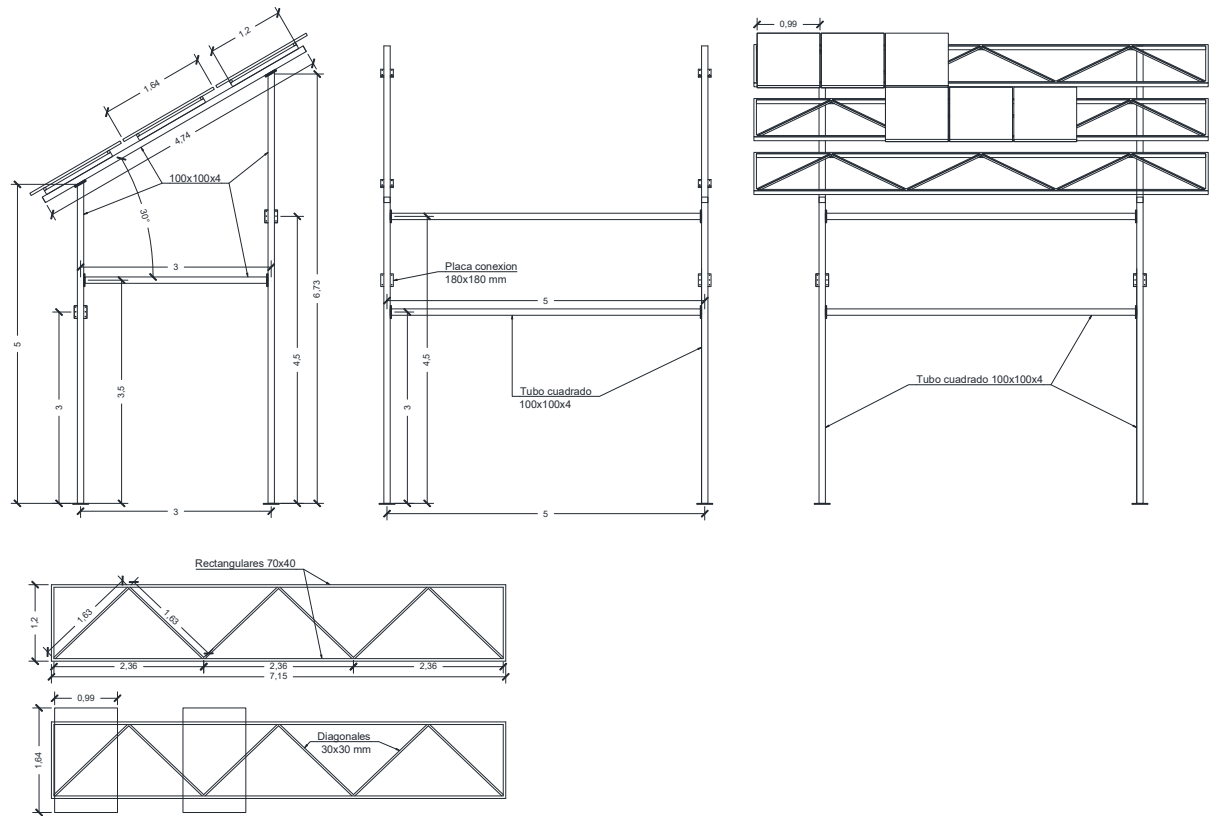
Grupo electrógeno /
Red eléctrica

Placas solares

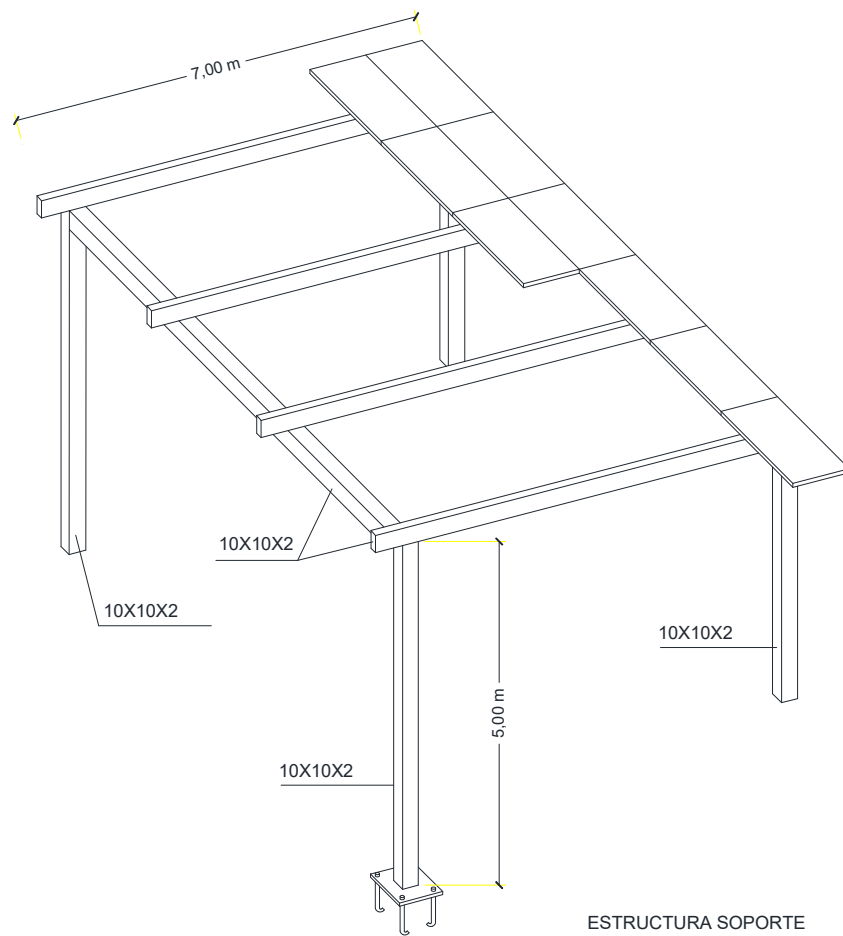
Bomba trifásica

LEYENDA DEL ESQUEMA ELÉCTRICO			
	INTERRUPTOR + FUSIBLE		PICA DE TIERRA A TIERRA
	CORRIENTE ALTERNIA		LÍNEA ELÉCTRICA
	LÍNEA DE 2 O MÁS LÍNEAS		INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	BOMBA		CONECTOR

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO		SAUL CASQUEL		
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
	ESQUEMA ELÉCTRICO			1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

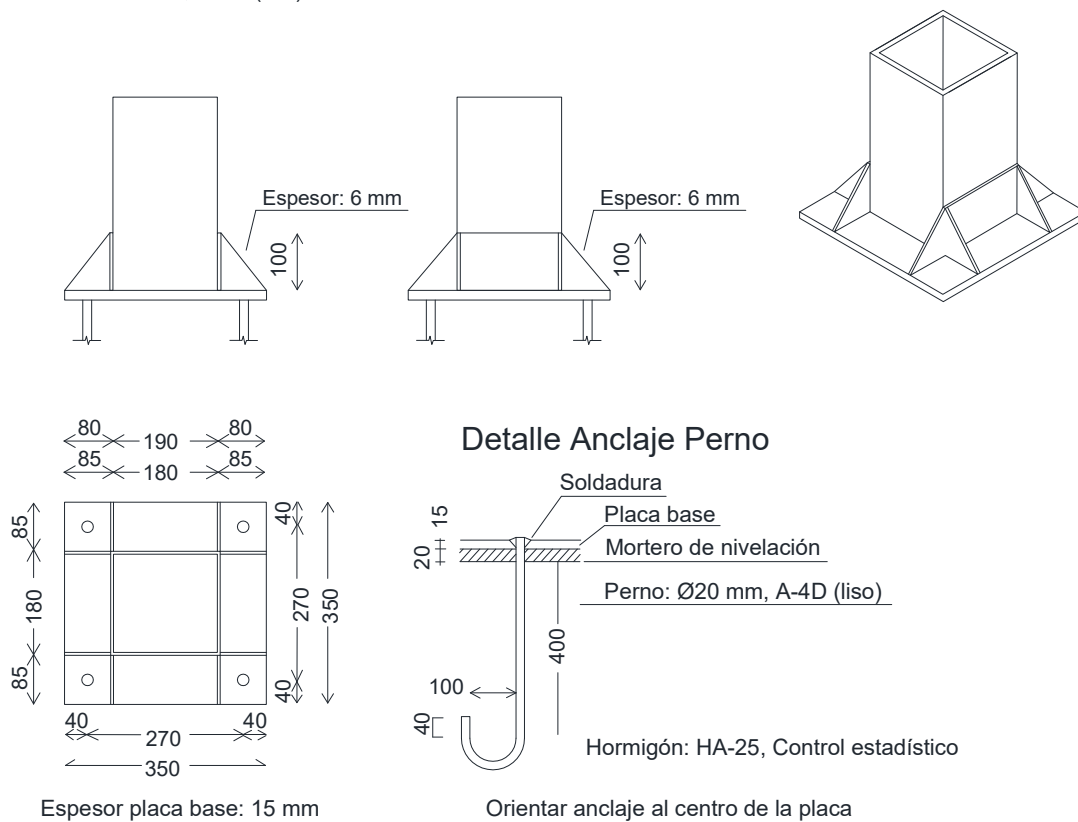


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		SAÚL		
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG VISTAS: ALZADO, PLANTA Y PERFIL ESTRUCTURA			Nº PLANO 2
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

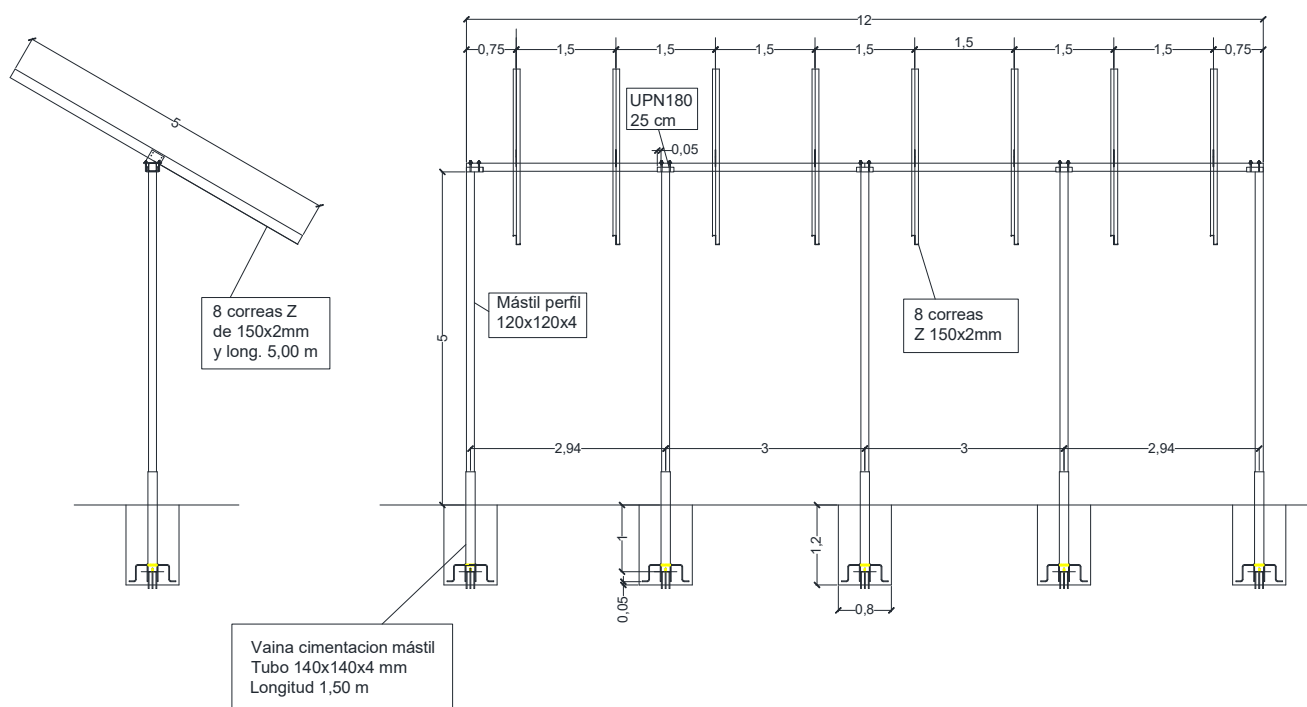


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		SAÚL		
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
	SOPORTE ESTRUCTURA			3
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Dimensiones Placa = 350x350x15 mm (Acero A42)
Pernos = 4Ø20 mm, A-4D (liso)



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		SAÚL			
COMPROBADO					
ESCALA:	Título del TFG ANCLAJE PERNO			Nº PLANO 4	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



ESCALA 1:75

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		SAÚL		
COMPROBADO				
ESCALA:	Titulo del TFG CIMENTACIÓN			Nº PLANO
ESCALA 1:75				5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

PLANTA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, AISLADA DE 4 CV EN EL T. M. DE LINARES (JAÉN)

TEMA I: DISPOSICIONES GENERALES

Capítulo 1. OBJETIVO DE OBRAS

Están sujetas a este Pliego de Condiciones todas las características de las obras como características de los elementos, planos, cálculos y presupuestos que se adjuntan en las partes del presente proyecto. Así, como todas las obras necesarias para dejar completamente terminada la obra con ayuda de planos y documentos adjuntos.

Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo sus necesidades. Cuando su importancia lo determine se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten.

Capítulo 2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en mitad de la obra hubiese imprescindible ejecutar alguna instalación que no venga detallado en el pliego de condiciones, el operario estará obligado a realizar los cambios pertinentes con el control y las órdenes del Director de Obra, detallándolo con posterioridad en el proyecto.

El ingeniero Director de Obra tendrá plena autoridades para modificar y añadir instalaciones ampliadas al proyecto, ya que si determina que puede haber algún defecto en la realización de la obra podría ser modificada con su consentimiento.

Capítulo 3. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que especifican las obras y que pueden tener carácter conceptual o meramente informativo. Estos documentos pueden ser: los planos, presupuestos, cálculos del proyecto, pliegos de condiciones y estos documentos se incluyen en el proyecto.

Cualquier cambio del planteamiento de la obra que indique un cambio trascendente respecto a lo que se ha indicado en el proyecto deberá ponerse de

manifiesto a la Dirección Técnica que lo apruebe, si procede y redacte el oportuno proyecto reformado.

Capítulo 4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS

Si existe irrelevancia entre lo redactado en el Pliego de Condiciones y los planos siempre tendrá más contundencia lo escrito en el Pliego de Condiciones.

Capítulo 5: DIRECCIÓN DE OBRA

El director de obra suele representarse por el Ingeniero Superior, el cual será el encargado tanto de la dirección y control de la obra para que todo salga como estipula el presente proyecto.

El contratista dará facilidades para que el Ingeniero Superior o sus operarios puedan llevar a cabo su trabajo con la mayor eficacia. No será responsable de la tardanza de Organismos competentes en las tramitaciones del mismo proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero director de obra. Que una vez adquiridos todos los permisos de obra dará comienzo la misma.

Capitulo 6. DISPOSICIONES GENERALES

- Ley 198/1963, de 28 de diciembre, de Bases de Contratos del Estado.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a tensión.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de Octubre de 1.966.

TEMA II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

Capítulo 7. REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado por el personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al

replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quién realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las señales y referencias que se dejen en el edificio como consecuencia del replanteo.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente Proyecto.

Capítulo 8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias. Asimismo se adoptarán las diferentes condiciones previstas en las siguientes normas:

NTE-ISS: "Instalación Eléctrica de Baja Tensión".

NTE-IEE: "Instalación Eléctrica. Alumbrado Exterior".

NTE-IEI: "Instalación Eléctrica. Alumbrado Interior".

NTE-IEP: "Instalación Eléctrica. Puesta a Tierra".

NTE-IER: "Instalación Eléctrica. Red Exterior".

Capítulo 9. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales, de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos. Se cumplirá lo establecido en las siguientes normas:

RSCIEI: "Condiciones de protección contra incendios".

NTE-IPF: "Protección contra el Fuego".

NTE-IPP: "Pararrayos".

Capítulo 10. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director, quien a su vez cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

TEMA III: COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Epígrafe I: MATERIALES UTILIZADOS EN LA INSTALACIÓN

Capítulo 11. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Estará constituido por módulos fotovoltaicos del tipo BS 6P4.1 del fabricante BAUER o similar. Las características nominales responderán a las especificadas en el proyecto.

Los conductores que conectan el generador solar con el variador se realizarán con cables que resistan a las acciones naturales al estar al intemperie, dando lugar a roedores del campo, aves, vientos, etc. Esto evitará que existan roturas, agrietamientos o fisuras en su cubierta exterior, las cuales podrían provocar fallos en el buen funcionamiento del sistema. Para ello la cubierta del cable debe responder plenamente a los ensayos que la recomendación UNESA RU-3309 prescribe.

La actuación del conexionado se regirá por lo apuntado en el capítulo 4 de este pliego de condiciones.

Capítulo 12. VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de velocidad utilizado para el accionamiento de la bomba sumergible utilizada en la instalación de bombeo será del tipo FRN0012E2E-4GA de la marca FUJI ELECTRIC, o similar. Las características son las apuntadas en el Anexo 5 de este proyecto.

Capítulo 13. PROTECCIONES

Las características de los elementos de maniobra y protección de la instalación serán los detallados y señalados en los documentos que integran este proyecto.

Capítulo 14. CAJAS DE CONEXIÓN

Las cajas de conexión que protegen a los elementos de la instalación serán de material aislante de clase A, con un mínimo de protección mínimo del tipo IP 659, según lo descrito en las normas UNE 20324.

Capítulo 15. LÍNEA DE CONEXIÓN

Los conductores de esta instalación serán de cobre y sus secciones mínimas vienen detalladas en este proyecto. El nivel de aislamiento será para conductores inferiores a 1kV. En el caso de la red alterna, las fases y el neutro deberán llevar sus distintivos para su fácil identificación.

Capítulo 16. COMPONENTES NO CONSIGNADOS EN ESTE PLIEGO DE CONDICIONES.

El resto de dispositivos deberán cumplir con las especificaciones detalladas en este proyecto, así como las normas a cumplir de esta aplicación.

Epígrafe II: MATERIALES

Capítulo 17. VERIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

No se admitirán materiales que no hayan sido elegidos en el presente proyecto y aceptados previamente por el Director de Obra.

Los materiales se han sometido a pruebas especificadas por el fabricante para asegurar su calidad y que satisfagan las exigencias acordadas por el proyecto.

Capítulo 18. PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se realizaran en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente cuanto se refiere a la forma de constitución y valores deseados para la resistencia de puesta a tierra.

Capítulo 19. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El contratista, salvo por medio de el Director de Obra, no podrá realizar ninguna modificación en la ejecución de la obra en relación en lo acordado con el proyecto. Además se ajustaran a las normas emendadas por los Organismos Oficiales.

Dado que existen riesgos eléctricos por las tensiones generadas, se tendrán presentes las siguientes normas:

- Los operarios en todo momento deberán usar guantes aislantes para dichas tensiones de la planta solar.
- Una vez instalada la red general de corriente continua con la protección anteriormente descrita, se permitirá el cableado de los distintos bloques que faltan.

- Las conexiones para corriente continua se realizará desde el extremo positivo al extremo negativo.

Capítulo 20. REVISIONES NORMALIZADAS

Después de realizar la obra se deberá por precaución hacer las pertinentes revisiones para asegurar el perfecto funcionamiento de la instalación:

• Pruebas eléctricas.

Todo elemento eléctrico debe estar fabricado para soportar unas determinadas tensiones que especifican en la hoja de características del fabricante, así como las normas UNE o especificaciones del proyecto a realizar.

El ingeniero jefe deberá exigir esas certificaciones al fabricante para verificar su calidad o en su defecto hacer el ensayo que proceda.

• Instalación de Tierra

Para acreditar el buen funcionamiento de las tomas de tierra, se deberá comprobar la resistencia de los electrodos y de la tierra donde se instalan. En cuanto a la base de la estructura metálica se debe verificar que no haya ninguna zona accesible a masas metálicas en contacto con el generador.

• Protecciones

Se deberá evidenciar que todos los dispositivos y relés de protección de los tramos del proyecto tengan un correcto funcionamiento.

• Calidad de la Onda

Si la calidad de onda no tuviese la calidad que las especificaciones del motor requieren, se le añadirá un filtro de onda que refuerza la onda para conseguir que sea más pura. Esto se realiza cuando la distancia entre el variador y la bomba es muy elevada. Se comprobará que la onda de alterna a la salida del variador cumple con las especificaciones del proyecto, como también a la entrada del motor.

• Módulos fotovoltaicos

Se ajustarán a las pruebas de aceptación del suministro de módulos a efectuar por el Instituto de Energía Solar.

Capítulo 21. CONDICIONES DE USO Y SEGURIDAD

Para un buen uso de la instalación y seguridad de la misma se darán unos consejos:

- Se deberá señalizar todos los elementos de la instalación y colocar señales de advertencias en los lugares que fuese necesario.
- El personal que tenga que realizar alguna maniobra de servicio deberá ser autorizado por la empresa encargada del proyecto.

- No se debe tocar ninguna parte de la instalación ninguna persona ajena a la instalación
- Para mayor seguridad, para el montaje de las partes eléctricas se aconseja instalarlas en franjas horarias de poca radiación solar.
- No se debe cambiar valores de ajuste de los dispositivos de protección, salvo algún cambio que haya sido justificado por el jefe de obra a posteriori.

TEMA IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Epígrafe I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

Capítulo 22. OFERTAS

Se solicitarán ofertas por la dirección técnica de la empresa a empresas técnicas del sector de las renovables para la algún tipo de instalaciones que especifique el presente proyecto y que la empresa principal no pueda realizar ellos mismo. En el caso que el que realice la oferta lo estime de interés deberá presentar las soluciones que recomiende para la resolución al problema de la instalación en cuestión.

El plazo máximo fijado para la admisión de ofertas será de un mes.

Capítulo 23. CONTRATISTA

Desde el principio de la obra hasta el fin de la misma, el contratista o representante de este, deberá residir cerca a la ejecución de la instalación. En el caso que el contratista no pueda estar presente en el tiempo de ejecución de la obra por alguna razón que se le pueda necesitar, este deberá dejar a una persona encargada para que lo sustituya para representar y hacerse cargo de sus funciones.

Capítulo 24. RECLAMACIONES POR PARTE DEL CONTRATISTA

Las demandas o reclamaciones que interponga el contratista hacia las órdenes del Ingeniero de obra, solo las podrá presentar ante el mismo si es de tema económico y de acuerdo a las condiciones marcadas en el Pliego de Condiciones. Si fuesen contra las instrucciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero de Obra no se admitirá reclamación alguna, pudiendo salvaguardar bajo su responsabilidad, si lo viera oportuno dirigirla al Ingeniero Director.

Capítulo 25. DESPIDO PROCEDENTE

El ingeniero de obra tendrá la obligación de realizar un despido y sustituir a sus operarios cuando haya incapacidad que comprometan o alteren el itinerario de las obras

establecidas. Así, como por insubordinación, incapacidad o mala fe de los operarios. El contratista podrá sustituir a sus operarios cuando el Ingeniero Director de obra lo exija.

Capítulo 26. DUPLICADO DE LOS PLIEGOS

El contratista podrá en el caso que lo desee tener copias, de todos los documentos que formen el proyecto, así como, presupuestos, planos, pliegos de condiciones y demás documentos. El contratista deberá solicitarlos al ingeniero jefe de obra, el cual este deberá autorizar tales copias.

Epígrafe II: TRABAJOS.

Capítulo 27. LIBRO DE ÓRDENES

El libro de órdenes será el cual se anotarán las que precise el Ingeniero de Obra en el transcurso de la misma, el cual tendrá lugar este libro en la oficina de la obra.

Es de cumplimiento obligatorio las órdenes procesadas en este libro para el contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

Capítulo 28. PLAZOS DE REALIZACIÓN DE OBRA

El contratista deberá informar al Ingeniero Director de Obra, obviamente por escrito, el comienzo de las obras, con un plazo de 24 horas de su inicio. Previamente se habrá registrado en el acta de replanteo el cual hemos citado en el capítulo 7. Las obras iniciaran en un plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación.

Y dará fin toda la planta solar en un plazo de 5 meses desde la fecha del replanteo. El contratista deberá cumplir todo lo que dicte el Reglamento Oficial del Trabajo.

Capítulo 29. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

En las normas establecidas por el *Pliego General de condiciones de la Edificación* como las *Condiciones Generales Técnicas* el Contratista deberá emplear los materiales, mano de obra y trabajos contratados de acuerdo con lo detallado a dichos documentos.

El Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de los fallos o defectos que estos puedan aparecer, por su mala fe, mala ejecución o la deficiente calidad de los materiales empleados o dispositivos eléctricos emplazados. Sin que pueda servirle de precedente de que el Ingeniero Director de obra le haya llamado la atención de que haya sido valorado en las certificaciones del proyecto.

Capítulo 30. TRABAJOS CARENTES

Como se explico en el capítulo anterior, si el Ingeniero de obra señala en el proyecto defectos como materiales mal empleados o defectuosos, o los elementos eléctricos no reúnen las características que se solicitan para la planta solar, ya sea en el curso de la obra o finalizado la misma, podrá dar la orden el Ingeniero Director para dismantelar y rehacer los cambios que crea necesarios para que la instalación que ha sido contratada obtenga la calidad optima.

Si este no estimase la resolución y se negase a que dismantelen lo construido se procederá al acuerdo que se acordó en el capítulo 35.

Capítulo 31. CORRUPCIONES

Si el Ingeniero Jefe de la obra sospecha que las obras ejecutas existiera algún tipo de vicio oculto o lucrativo tendrá el permiso de parar las obras en cualquier tiempo de la misma y antes del plazo final también de la misma, llegando incluso hasta echar para atrás todo lo instalado por el momento si cree que la obra no tiene la calidad acordada entre ambos por desperfectos de materiales o por recortar en los gastos establecidos.

Si se llega a la resolución de que el contratista ha tenido mala fe en la ejecución de la obra, este deberá abonar la cuantía que suponga la demolición de la obra y la restauración de la misma.

Capítulo 32. MATERIALES DEFECTUOSOS

Antes de utilizar los materiales para la colocación en la obra programada el Ingeniero Director deberá examinarlos y comprobar que son de buena calidad como marcan las normas para la exigencia del proyecto. Una vez que sean aceptados por el Ingeniero Director, en términos que se garantiza en el pliego de condiciones poniendo en conformidad al Contratista los modelos necesarios, que previamente se han diseñado y posteriormente se han comprobado con ensayos que rigen la norma aceptada para conseguir una máxima calidad en la obra.

Cuando estos no fueran de calidad requerida, el Ingeniero Director dará el aviso al contratista para que los sustituya por otros que se ajustan a las condiciones que requieran el proyecto.

Capítulo 33. MEDIOS AUXILIARES

El contratista deberá aportar todo aquellos materiales auxiliares que sean necesarios en la instalación así como andamios, cimbras, grúas y demás elementos auxiliares que sean de precisa utilización para la ejecución de los trabajos que se necesite. No se le podrá dar responsabilidades al propietario por cualquier avería o accidente que pueda ocurrir en las obras por falta de dichos medios auxiliares a la obra.

Será a cuenta del Contratista el que deba aportar dichos medios de trabajo y medios de auxiliares de protección provisional a la obra como vallados, señales de tráfico reglamentario, señales luminosas y todas las necesarias para evitar accidentes.

Epígrafe III. ADMISIÓN Y LIQUIDACIÓN.

Capítulo 34. ADMISIONES PROVISIONALES

Será necesaria la asistencia del propietario, del Ingeniero Director y el Contratista para la revisión provisional de las obras. Si la obra se encuentra en perfectas condiciones cumpliendo su curso establecido, se dará por cumplido este capítulo dando lugar una vez que acaben las obras a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que será considerará de 2 años.

Si en caso contrario las obras se encontrasen en un estado que rigen el curso estimado de las obras y en mala calidad con las condiciones que detalló el Ingeniero de obras el Contratista deberá remediar todos aquellos desperfectos que el Ingeniero de obras haya observado, fijándose un plazo de tiempo para poder subsanarlos. Cuando haya acabado este plazo se volverá a proceder a reconocer la obra por si hubiera algún defecto en marcha.

Capítulo 35. VENCIMIENTOS DE GARANTÍAS

Desde que se acabe completamente la fecha de fin de obra y se haya hecho la revisión final empezará a contar el plazo de garantía que será de 2 años. Durante este plazo de tiempo todos los problemas que vayan surgiendo será el contratista el que se haga cargo de las reparaciones que vayan surgiendo, como defectos o vicios ocultos.

Capítulo 36. CONSERVACIÓN DE LAS GARANTÍAS

Si durante este plazo de garantía el Contratista no se hiciera cargo de la conservación que requiere la planta solar, siendo su obligación, se dispondrá todo lo que sea de menester cubrir para su buena conservación de la instalación, pagando toda la cuantía por parte del Contratista.

Deberá dejarlo listo para la marcha de la planta solar en el plazo de tiempo que estime el Ingeniero Jefe de obra, siendo de obligación dejarlo en perfecto estado.

En todo caso, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa un vigilante de las obras que prestará sus servicios de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Capítulo 37. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si del nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Capítulo 38. LIQUIDACIÓN FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

Capítulo 39. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de rescisión.

Epígrafe IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Capítulo 40. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras ajenas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

TEMA V: CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Epígrafe I: BASE FUNDAMENTAL

Capítulo 41. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan las instalaciones del edificio y obra aneja contratada.

Epígrafe II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

Capítulo 42. GARANTÍAS

El ingeniero Jefe podrá reclamar al Contratista las condiciones que se requieren para el cumplimiento del Contrato. Las deberá presentar el contratista antes de la firma del contrato.

Capítulo 43. FIANZA

Se le podrá exigir al Contratista para que cumpla con el contrato y asegure una fianza del 10% del presupuesto final de la obra adjudicada.

Capítulo 44. REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO DE FIANZA

Si el contratista se negará a realizar los trabajos por medio de una fianza, el ingeniero jefe de obra, en representación del propietario, podrá dar orden de ejecutar la obra a un tercero, o a la administración abonando su importe de la fianza. En el caso de que el importe de la fianza no fuese suficiente el Propietario podría reclamar por acciones legales.

Capítulo 45. DEVOLUCIÓN DE FIANZA

El contratista se le dará de vuelta la fianza que entrego antes de la ejecución de la obra en un plazo que no rebase los 8 días hábiles una vez firmada el acta de admisión definitiva de la obra. Siempre que el contratista haya confirmado por medio de los certificados que el Alcalde del municipio.

Epígrafe III: PRECIOS Y REVISIONES

Capítulo 46. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si por algún motivo fuese necesario fijar otro presupuesto, se deberá estudiar si fuese viable o no acordando el modo de la siguiente forma:

- El interesado, según su criterio, deberá formular el nuevo coste que tenga la unidad bajo su firma.
- La oficina de Dirección de obra estudiará el caso según el criterio que deba utilizarse.

Si después de estudiarlo llegasen a un acuerdo o si hubiera una pequeña diferencia entre ambos y lo llegaran a resolver quedaría formalizado el acuerdo entre ambos el nuevo precio contradictorio.

Si no fuera posible llegar a un acuerdo, el Director de obra propondrá a la propiedad que escoja la resolución que vea favorable. La fijación del precio contradictorio habrá que prefijar el inicio de la nueva unidad estudiada, puesto que si hubiera ya comenzado el Adjudicatario estará impuesto a aceptar el nuevo precio que quiera ofrecerle el Director de Obra y que satisfaga la de él.

Capítulo 47. RECLAMACIÓN POR AUMENTO DE PRECIOS

Si el contratista antes de la firma del contrato no hubiese hecho las reclamaciones oportunas no podrá una vez pasada la firma reclamar el aumento de los precios fijados, ni modificar el cuadro general de presupuesto que se fijo para la instalación de la obra.

Las equivocaciones o errores matemáticos, en unidades de materiales o en su importe que venga reflejado en la memoria de la instalación por no servir este documento de base a la contratación. Si se podrán corregir en cualquier momento pero no se beneficiarán a los efectos de la rescisión del contrato señalados previamente en los documentos establecidos, sino en el caso que el Ingeniero de Obras hubiesen notado en el plazo de 4 meses contados desde la fecha de la adjudicación.

Capítulo 48. REVISIÓN DE PRECIOS

Dado la variación de precios continuos en jornales materiales, cargas sociales, etc., se admite la revisión de los precios contratados bien en la alza, en la baja o en anomalías de los precios de mercado. Por ello, el Contratista puede solicitar al Propietario cuando se produzca cualquier alteración de precios que repercuta en los contratos formalizados.

Ambas partes acordarán el nuevo precio unitario antes de comenzar o continuar la ejecución de la instalación en que intervenga el elemento en cuestión, cuyo precio de mercado ya sea justificada, especificada y acordada entre ambos. Si el Propietario no estuviese de acuerdo con el precio acordado del material en cuestión concertará entre las

dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes de la obra y los documentos donde se rigen los precios revisados. Después de estar de acuerdo las dos partes, el nuevo precio unitario contratado, se llevará un procedimiento parecido que el de los casos por alza de precios.

Capítulo 49. ELEMENTOS INCLUIDOS EN EL PRESUPUESTO

Cuando se fijan precios en las diferentes unidades de obra en el presupuesto se ha tenido en cuenta todos los elementos auxiliares de construcción: andamios, vallas, transporte, etcétera. Como también, indemnizaciones, multas o impuestos que tengan que realizarse por cualquier concepto.

Por esta razón, no se acreditará al Contratista ninguna cantidad por estas percepciones. En los precios de todas las unidades van incluidas los materiales accesorios y operaciones precisas para dejar la instalación terminada y entregada al propietario.

Epígrafe IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LAS LABORES

Capítulo 50. VALORACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La valoración de la obra se obtendrá aplicando a las diversas unidades de la obra el precio que tuvieran en el presupuesto, añadiendo a este importe el tanto por ciento que corresponda al beneficio de la industria y descontando otra cantidad que le corresponda a la subasta realizada por el contratista.

La valoración fijada se realiza midiendo todas las unidades que se ha utilizado en la obra.

Capítulo 51. MEDICIONES

En presencia del Contratista se realizarán las mediciones parciales y de estas mediciones se realizan un duplicado de firmas por ambas partes. La medición final se realizará cuando haya acabado la instalación.

En el acta final, deberá aparecer el consentimiento del Contratista, por supuesto, después de haberse verificado las mediciones en los documentos de Mediciones. Sino legan a una conformidad entre ambos lo expone el Contratista con razones lógicas que a ello le obliga.

Capítulo 52. ERRORES DE PRESUPUESTO

El Contratista deberá estudiar el proyecto el cual ha sido entregado por el Ingeniero que realizó el proyecto, comprobando y asegurando los posibles errores que estos pueden contener. Si el contratista no hace ninguna reclamación al respecto se entenderá que todo está en perfecto estado. Si se ejecuta el proyecto y existe un mayor número de unidades que las que vienen en el proyecto, no tendrá derecho a ninguna reclamación. En caso contrario, si el número de unidades es menor se descontará del Presupuesto.

Capítulo 53. VALORACIÓN DE INSTALACIONES INCOMPLETAS

Si se diera el caso que una instalación se quedara a medias por anulación del contrato y fuese necesario un peritaje para dar una valoración, se aplicarán los costes del Presupuesto. No se deberá hacer una valoración distinta de una unidad de obra fraccionándola de forma diferente a lo que se estableció en los cuadros de descomposición de los costes.

Capítulo 54. REPRESENTACIÓN TEMPORAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Una liquidación parcial tendrá un carácter temporal. Estas liquidaciones no suponen certificaciones oficiales de aprobación o recepción de la instalación que comprenden. La propiedad se considera exclusivamente para hacer frente a las liquidaciones parciales. Siendo de obligación por el Contratista cumplir en todo momento los compromisos en los pagos que tenga pendientes en referente a la obra como jornales o materiales. Deberá entregar los comprobantes que se le exijan.

Capítulo 55. PAGOS

El Propietario se hará responsable de los pagos establecidos anteriormente, en los documentos establecidos por el Ingeniero Director determinarán el importe que le toca sufragar.

Capítulo 56. PAUSA POR RETRASO DE PAGOS

No se podrá suspender las obras por la parte del Contratista arguyendo en el retraso de los pagos. Tampoco podrá ejecutarlos a menor ritmo del que le corresponden en los plazos.

Capítulo 57. COMPENSATORIA POR RETRASO DE LA INSTALACIÓN

El Contratista deberá abonar una multa por razones de retraso no justificado, en el plazo que se estimaron para finalizar la obra contratada, será el cómputo de los daños originados por el impedimento de la marcha de la planta solar en el día previsto que se justifico en el pliego.

Capítulo 58. COMPENSATORIA POR DAÑOS AL CONTRATISTA

No se le indemnizará al contratista por razones de pérdidas, avería o daño causado en las obras, sino en los temas de necesidad. Para efectos de este pliego, se consideran los siguientes temas:

- a. Ocasionados por movimientos de tierra en donde está ubicado la obra.
- b. Los desatados por vientos huracanados y desbordamiento de los ríos que no se hayan previsto anteriormente y siempre que el Contratista tomara las medidas oportunas para que no ocurriera.
- c. Los incendios causados por rayos.
- d. Terremotos.

Esta indemnización constará del abono de las unidades de la obra ya instalados y materiales que hayan sufridos daños. No se abonará los daños de los medios auxiliares, maquinaria, etcétera, de la propiedad del contratista.

Epígrafe V: SEGUROS Y MEJORAS

Capítulo 59. MEJORA DE LA PLANTA SOLAR

En el caso que el Ingeniero de obra haya ordenado una mejora para la obra contratada de la realización de un trabajo por razón lógica que este contraste, no se admitirá que por cuenta del Contratista efectué mejoras en la instalación, desobedeciendo el proyecto entregado por el Ingeniero. Tampoco se aceptará aumento en las unidades proyectadas, salvo que haya una equivocación en las mediciones del proyecto.

Capítulo 60. SEGURO DE LA INSTALACIÓN

Es de obligación por el contratista que asegure la instalación que ha sido agenciada durante todo la época que dure su realización hasta la entrega al propietario. El precio acreditado por la compañía Aseguradora será ingresado a cuenta, a nombre del propietario, para que este, lo abone a la obra para que se edifique. El importe de la cuantía al Contratista se formalizará por certificación, siendo un documento público. Si Propietario dispone de dicha cuantía para gastos personales, será suficiente para el Contratista pueda rescindir del contrato preestablecido con devolución de la fianza y gastos producidos, incluso se le indemnizará por los daños causados al Contratista, en

proporción al pago de la compañía Aseguradora en relación al valor de daños causados a la instalación que serán valorados por el Ingeniero Director.

Capítulo 61. CANCELACIÓN DE LA CONTRATACIÓN.

Para una rescisión de la contratación acordada entre el Ingeniero Director y el Contratista se darán las siguientes causas de peso:

- a. Se podrá eliminar el contrato entre ambos en caso que el Contratista entre en quiebra. Si los herederos quisieran seguir con la obra con las condiciones anteriores, el Propietario podría aceptar o rechazar la propuesta sin derecho de indemnización.
- b. Por muerte del contratista
- c. Por incapacidad física o mental del Contratista.
- d. Por las razones que surgiesen si se suspende la obra comenzada y no se da comienzo en un plazo máximo de 3 meses desde la adjudicación se reintegrará la fianza automáticamente.
- e. El abandono de la instalación sin excusa alguna.
- f. No comenzar las obras en los plazos señalados.
- g. La mala fe de los trabajos ejecutados.
- h. El incumplimiento de las condiciones del contrato, con perjuicio de intereses propios.

V. MEDICIONES

CAPITULO 1: OBRA CIVIL

			Uds	Longitud	Latitud	Altura	Total
01.01	m2	Limpieza y desbroce de terreno, incluso p.p. de retirada de arbustos y árboles de poca entidad así como destocoado, con medios mecánicos incluso carga y transporte a vertedero de todas las materias obtenidas. Medida la superficie en verdadera magnitud.					
			1,00	6,00	6,00	1,00	36,00
		Total partida 01.01					36,00
01.02	m3	De apertura y cierre de zanja en zona terriza y a cielo abierto por medios mecánicos con extracción de tierras a los bordes, limpieza y compactación de fondos, extendido de lecho de arena de 10 cm de espesor posterior colocación de ladrillo de protección tipo taco coriano colocado a tizón, relleno de tierra procedente de la excavación, compactación de las mismas al 95% próctor, colocación de cinta señalizadora de "Peligro cables eléctricos"; así como retirada de sobrantes a vertedero. Medida la longitud ejecutada.					
			1,00	10,00	0,50	0,50	2,50
		Total partida 01.02					2,50
01.03	Ud	De arqueta tipo A2 homologada por CSE, incluso grava de foso para drenaje de la misma, p.p. de ayuda a la albañilería, marco y tapa de fundición homologada por C.S.E. UNE 124 250C. Medida la unidad instalada.					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 01.03					1,00

CAPITULO 2: INSTALACIÓN ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN

			Uds	Longitud	Latitud	Altura	Total
02.01	Ud	Cuadro de protección de módulos de 21 paneles fotovoltaicos, formado por caja IP65, protección magnetotérmica seriada 2x16A y protección diferencial 2x25A, 300 mA, Incluso conexionado de la misma y puesta a tierra, fusibles de protección de continua y descargadores unipolares conexionados a red de tierras general con conductor RZ1-K(AS) 2x4mm ² Cu. Medida la unidad instalada.					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 02.01					1,00
02.02	ml	De circuito de corriente continua instalado con cable de Cu de dos conductores de 4 mm ² de sección nominal aislado con tubo de PVC flexible de 16 mm de diámetro. Incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según NTE/IEB-43 y 45 REBT. Medida la longitud ejecutada.					
			1,00	10,00			10,00
		Total partida 02.02					10,00
02.03	Ud	Cuadro general de corriente alterna 400V y 50Hz, incluso equipos de protección, según esquema unifilar					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 02.03					1,00

CAPITULO 3: GENERADOR FOTOVOLTAICO

		Uds	Longitud	Latitud	Altura	Total
03.01	Ud	Módulo fotovoltaico compuesto para la generación de energía eléctrica de dimensiones 1650x990x60mm compuesto por 60 células de silicio policristalinas conectadas en serie y configuradas geométricamente e una matriz de 6"x6", con marco de aluminio anodizado y 18,2 kg de peso. Sus características principales son tensión nómina 24V, potencia máxima 250W, corriente de cortocircuito 5,2A y resto de características según la documentación que acompaña el presente documento. Medida la unidad instalada, incluso conexi��nada a módulos con conductor H07RN-F 6 mm ² Cu y p.p. de estructura metálica para soporte y ayudas de albañilería para anclaje al suelo.				
		1,00	21,00			21,00
		Total partida 03.01				
						21,00
03.02	Ud	Variador de velocidad de dimensiones 468x613x242 mm en caja de chapa metálica electrozincada grado de protección IP-65. Sus características principales son las que se señalan en los documentos que acompañan este proyecto. Potencia de salida 5.500 w. Medida la unidad instalada, incluso p.p. de estructura metálica para soporte y ayudas de albañilería para anclaje al suelo.				
		1,00	1,00			1,00
		Total partida 03.02				
						1,00

CAPITULO 4: DESMANTELAMIENTO Y REPOSICIÓN

			Uds	Longitud	Latitud	Altura	Total
04.01	ml	Demolición y cierre de zanja de 0,5x0,5 m en zona terriza a cielo abierto por medios mecánicos, incluso retirada de material sobrante a vertedero. Medida la longitud ejecutada					
			1,00	10,00			10,00
		Total partida 04.01					10,00
04.02	Ud	Demolición de arqueta tipo A2 homologada por CSE, incluso retirada de material sobrante a vertedero. Medida la unidad ejecutada.					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 04.02					1,00
04.03	ml	Desmontado de circuito de corriente continua instalado con cable de cobre de dos conductores de 6 mm2 de sección nominal, incluso carga y transporte a vertedero de material sobrante. Medida la longitud ejecutada					
			1,00	25,00			25,00
		Total partida 04.03					25,00
04.04	Ud	Desmontado de cuadro general de corriente alterna, incluso carga y transporte a vertedero de material sobrante. Medida la unidad ejecutada.					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 04.04					1,00
04.05	Ud	Desmontado de módulo fotovoltaico compuesto de dimensiones 1600x990x60, incluso elementos estructurales en acero laminado en caliente A42B, carga y transporte a vertedero de material sobrante, medida la unidad ejecutada					
			1,00	21,00			21,00
		Total partida 04.05					21,00

CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

			Uds	Longitud	Latitud	Altura	Total
05.01	Ud	Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado					
			1,00	1,00			1,00
		Total partida 05.01					1,00
05.02	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.					
			1,00	9,00			9,00
		Total partida 05.02					9,00
05.03	Ud	Casco de seguridad con desudador, homologado CE					
			1,00	3,00			3,00
		Total partida 05.03					3,00
05.04	Ud	Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CD					
			1,00	3,00			3,00
		Total partida 05.04					3,00
05.05	Ud	Mono de trabajo, homologado CE.					
			1,00	3,00			3,00
		Total partida 05.05					3,00
05.06	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.					
			1,00	2,00			2,00
		Total partida 05.06					2,00
05.07	Ud	Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE					
			1,00	2,00			2,00
		Total partida 05.07					2,00
05.08	Ud	Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.					
			1,00	3,00			3,00
		Total partida 05.08					3,00

VI.

PRESUPUESTO

CAPITULO 1: OBRA CIVIL

		Uds	Long.	Lat.	alt.	Medición	Precio	Importe
01.01	m2	Limpieza y desbroce de terreno, incluso p.p. de retirada de arbustos y árboles de poca entidad así como destocoado, con medios mecánicos icluso carga y transporte a vertedero de todas las materias obtenidas. Medida la superficie en verdadera magnitud.						
		1,00	6,00	6,00		36,00	0,74	26,64
		Total partida 01.01						
								26,64
01.02	m3	De apertura y cierre de zanja en zona terriza y a cielo abierto por medios mecánicos con extracción de tierras a los bordes, limpieza y compactación de fondos, extendido de lecho de arena de 10 cm de espesor porterior colocación de ladrillo de protección tipo taco coriano colocado a tizón, relleno de tierra procedente de la excavación, compactación de las mismas al 95% proctor, colocación de cinta señalizadora de "Peligro cables eléctricos"; así como retirada de sobrantes a vertedero. Medida la longitud ejecutada.						
		1,00	10,00	0,50	0,50	2,50	77,25	193,13
		Total partida 01.02						
								193,13
01.03	Ud	De arqueta tipo A2 homologada por CSE, incluso grava de foso para drenaje de la misma, p.p. de ayuda a la albañilería, marco y tapa de fundición homologada por C.S.E. UNE 124 250C. Medida la unidad instalada.						
	Variador	1,00	1,00			1,00	185,00	185,00
		Total partida 01.03						
								185,00
		TOTAL CAPITULO 01						
								404,77

CAPITULO 2: INSTALACIÓN ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN

		Uds	Long.	Lat.	alt.	Medición	Precio	Importe
02.01	Ud	Cuadro de protección de módulos de 21 paneles fotovoltaicos, formado por caja IP65, protección magnetotérmica seriada 2x16A y protección diferencial 2x25A, 300 mA, Incluso conexión de la misma y puesta a tierra, fusibles de protección de continua y descargadores unipolares conexiónados a red de tierras general con conductor RZ1-K(AS) 2x4mm ² Cu. Medida la unidad instalada.						
		1,00	1,00			1,00	131,58	131,58
		Total partida 02.01						131,58
02.02	ml	De circuito de corriente continua instalado con cable de Cu de dos conductores de 4 mm ² de sección nominal aislado con tubo de PVC flexible de 16 mm de diámetro. Incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según NTE/IEB-43 y 45 REBT. Medida la longitud ejecutada.						
		1,00	10,00			10,00	13,52	135,20
		Total partida 02.02						135,20
02.03	Ud	Cuadro general de corriente alterna 400V y 50Hz, incluso equipos de protección, según esquema unifilar						
		1,00	1,00			1,00	645,00	645,00
		Total partida 02.03						645,00
		TOTAL CAPITULO 02						911,78

CAPITULO 3: GENERADOR FOTOVOLTAICO

		Uds	Long.	Lat.	alt.	Medición	Precio	Importe
03.01	Ud	Módulo fotovoltaico compuesto para la generación de energía eléctrica de dimensiones 1650x990x60mm compuesto por 60 células de silicio policristalinas conectadas en serie y configuradas geométricamente e una matriz de 6"x6", con marco de aluminio anodizado y 18,2 kg de peso. Sus características principales son tensión nómina 30,14V, potencia máxima 250W, corriente de cortocircuito 8,74A y resto de características según la documentación que acompaña el presente documento. Medida la unidad instalada, incluso conexi�nada a módulos con conductor H07RN-F 6 mm2 Cu y p.p. de estructura metálica para soporte y ayudas de albañilería para anclaje al suelo.						
		1,00	21,00			21,00	116,10	2.438,10
		Total partida 03.01						2.438,10
03.02	Ud	Variador de velocidad de dimensiones 468x613x242 mm en caja de chapa metálica electrozincada grado de protección IP-65. Sus características principales son las que se señalan en los documentos que acompañan este proyecto. Potencia de salida 5.500 w. Medida la unidad instalada, incluso p.p. de estructura metálica para soporte y ayudas de albañilería para anclaje al suelo.						
		1,00	1,00			1,00	1045,00	1.045,00
		Total partida 03.02						1.045,00
		TOTAL CAPITULO 03						3.483,10

**CAPITULO 4: DESMANTELAMIENTO Y
REPOSICIÓN**

		Uds	Long.	Lat.	alt.	Medición	Precio	Importe
04.01	ml	Demolición y cierre de zanja de 0,5x0,5 m en zona terriza a cielo abierto por medios mecánicos, incluso retirada de material sobrante a vertedero. Medida la longitud ejecutada						
		1,00	10,00			10,00	2,63	26,30
		Total partida 04.01						26,30
04.02	Ud	Demolición de arqueta tipo A2 homologada por CSE, incluso retirada de material sobrante a vertedero. Medida la unidad ejecutada.						
		1,00	1,00			1,00	15,79	15,79
		Total partida 04.02						15,79
04.03	ml	Desmontado de circuito de corriente continua instalado con cable de cobre de dos conductores de 6 mm2 de sección nominal, incluso carga y transporte a vertedero de material sobrante. Medida la longitud ejecutada						
		1,00	25,00			25,00	3,07	76,75
		Total partida 04.03						76,75
04.04	Ud	Desmontado de cuadro general de corriente alterna, incluso carga y transporte a vertedero de material sobrante. Medida la unidad ejecutada.						
		1,00	1,00			1,00	109,65	109,65
		Total partida 04.04						109,65
04.05	Ud	Desmontado de módulo fotovoltaico compuesto de dimensiones 1600x990x60, incluso elementos estructurales en acero laminado en caliente A42B, carga y transporte a vertedero de material sobrante, medida la unidad ejecutada						
		1,00	21,00			21,00	8,55	179,55
		Total partida 04.05						179,55
TOTAL CAPITULO 04								408,04

CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

			Uds	Long.	Lat.	alt.	Medición	Precio	Importe
05.01	Ud	Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado							
			1,00	1,00			1,00	29,21	29,21
		Total partida 05.01							29,21
05.02	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.							
			1,00	9,00			9,00	2,74	24,66
		Total partida 05.02							24,66
05.03	Ud	Casco de seguridad con desudador,homologado CE							
			1,00	3,00			3,00	2,76	8,28
		Total partida 05.03							8,28
05.04	Ud	Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CD							
			1,00	3,00			3,00	2,28	6,84
		Total partida 05.04							6,84
05.05	Ud	Mono de trabajo, homologado CE.							
			1,00	3,00			3,00	12,82	38,46
		Total partida 05.05							38,46
05.06	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.							
			1,00	2,00			2,00	60,44	120,88
		Total partida 05.06							120,88
05.07	Ud	Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE							
			1,00	2,00			2,00	25,66	51,32
		Total partida 05.07							51,32
05.08	Ud	Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.							
			1,00	3,00			3,00	22,24	66,72
		Total partida 05.08							66,72
		TOTAL CAPITULO 05							346,37

RESUMEN DE PRESUPUESTO

El importe de ejecución de los trabajos que se describen en el presente documento, ascienden a las cantidades de:

CAPITULO 1: OBRA CIVIL		404,77
CAPITULO 2: INSTALACIÓN ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN		911,78
CAPITULO 3: GENERADOR FOTOVOLTAICO		3.483,10
CAPITULO 4: DESMANTELAMIENTO Y REPOSICIÓN		408,04
CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA		346,37
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		5.554,06
13% Gastos generales	722,03	
6% Beneficio Industrial	333,24	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		6.609,33
21% I.V.A.	1.387,96	
TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		7.997,28

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de SIETE MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y SIETE euros con VEINTIOCHO céntimos.

Linares (Jaén), septiembre 2018