



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA PARA CUATRO VIVIENDAS ADOSADAS

Trabajo final de grado

Alumno: Alejandro Pulido Moreno.

Profesor: Miguel García Martínez.

01/07/2018

Contenido

1. MEMORIA	3
1. OBJETO DEL PROYECTO	4
2. JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO.....	5
2.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	5
2.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	5
2.3 JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	5
3. EMPLAZAMIENTO Y CLIMATOLOGÍA.....	8
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	18
4.1 PANELES FOTOVOLTAICOS:	19
4.2 REGULADORES.....	20
4.3 INVERSORES.....	22
4.4 BATERÍAS	25
4.5 ESTRUCTURAS.....	26
4.6 CÁLCULO SOMBRAS.....	27
4.7 SUPERFICIE OCUPADA POR LOS PANELES	28
4.8 CABLEADO	29
4.9 PUESTAS A TIERRA.....	34
4.9.1 PROTECCIONES.....	35
5. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	36
5.1 PANELES FOTOVOLTAICOS	36
5.2 REGULADORES.....	37
5.3 BATERÍAS	37
5.4 INVERSORES.....	39
6. GARANTÍA.....	40
7. SEGURIDAD Y SALUD	41
7.1 ORDEN DE PROCESOS A SEGUIR.....	42
7.2 DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS.....	43
7.3 RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE MÁQUINAS	45
7.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN	46
7.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	47
9 AMORTIZACIONES	48

9.1 CÁLCULO DEL COSTE DE LAS FACTURAS.....	48
9.2 AMORTIZACIÓN.....	49
9.3 COSTE A 25 AÑOS	52
9.4 COSTE 40 AÑOS	54

1. MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como finalidad la desconexión de la red de 4 viviendas adosadas situadas en un pequeño pueblo del interior de la Comunidad Valenciana. Este pueblo es Jalance y pertenece al Valle de Ayora-Cofrentes.

La situación geográfica del municipio que se encuentra en el fondo del valle hace que reciba una gran cantidad de sol durante los días. Las viviendas en cuestión están situadas en la calle Sur números 4, 5, 6 y 7

Para el diseño de la instalación fotovoltaica en primer lugar hemos realizado la previsión de cargas de las viviendas para averiguar los consumos mes a mes. Una vez realizado el estudio hemos calculado el mes más desfavorable y a partir de ahí hemos calculado el número de paneles solares (198). Los paneles seleccionados son de 320wp obteniendo así una potencia instalada de 63360wp (Marca Jinko solar)

Se ha considerado la instalación de las 4 viviendas como una sola a la hora de efectuar los cálculos. Se seleccionan reguladores de 100A y obtenemos una cantidad de 9 reguladores (marca Victron energy)

En cuanto a la selección de las baterías hemos decidido usar OPzS 1800-2v | 20 RES OPzS 2920 SUNLIGHT de 2 voltios e ir asociando hasta conseguir 5 días de autonomía que es lo estándar en este tipo de proyectos.

Cabe mencionar que 5 días son más que suficientes en este emplazamiento debido a las condiciones meteorológicas pero así nos aseguramos al 100 % el suministro de energía.

En cuanto al número de inversores hemos decidido usar 9 (marca Victron energy) de 8000W cada uno. Así garantizamos cierto margen a la instalación en caso de conectar algún aparato más a la red.

Obtenemos un coste de 3.45€/wp Amortizaremos la instalación en 14 años sin contar el cambio de los componentes.

2. JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO

2.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

El objetivo académico de este proyecto es lograr la producción de energía suficiente para abastecer las 4 viviendas adosadas. Para ello hemos realizado dos estudios:

- Estudio de previsión de cargas. Suponemos la mayoría de los aparatos que tienen habitualmente este tipo de viviendas

- Estudio de la radiación en el emplazamiento. Mediante el PVGIS medimos la radiación anual

2.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El coste económico siempre es un factor importante en este tipo de instalaciones por tanto hemos realizado una búsqueda exhaustiva a los proveedores para conseguir el material al mejor precio

2.3 JUSTIFICACIÓN LEGAL

Legislación que afecta a nuestra instalación fotovoltaica son

- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

- RD 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Decreto 177/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula el procedimiento administrativo aplicable a determinadas instalaciones de energía solar fotovoltaica.
- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión. B.O.E 26-05-07.
- Circular 3/2014, de 2 de julio, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RD 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Guía Técnica de aplicación BT-40.

Además, podrían servir las siguientes normativas:

- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

- RD 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

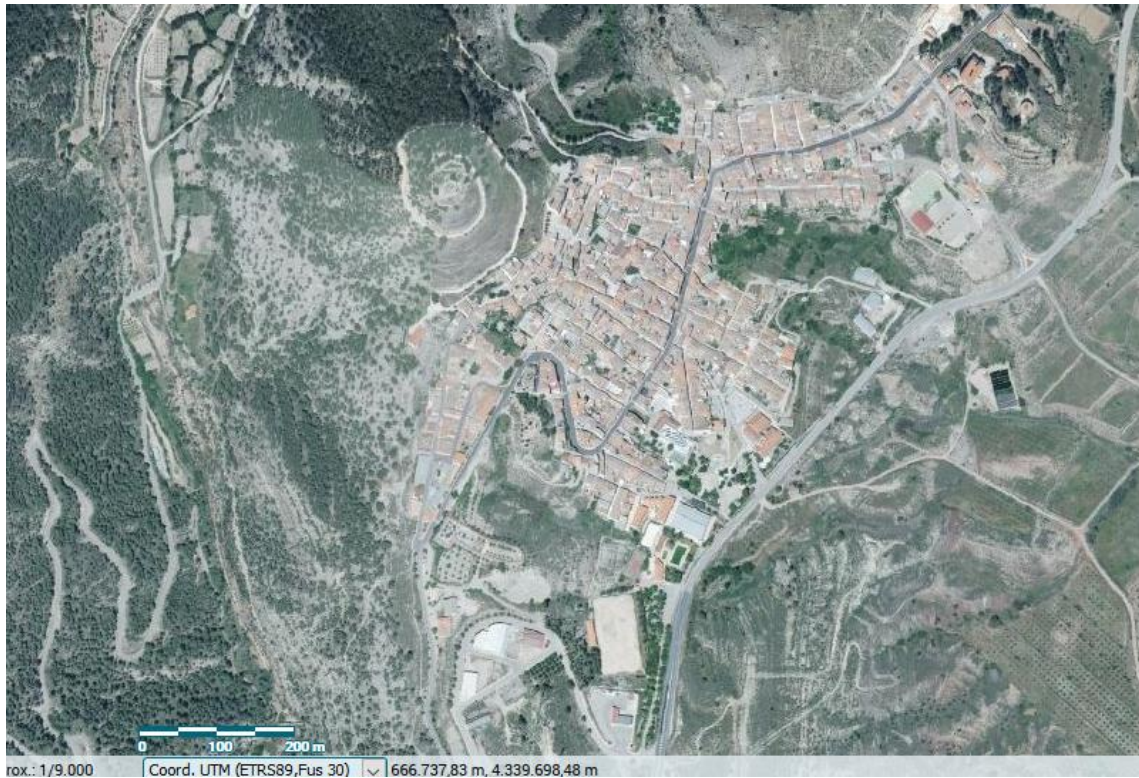
- RDL 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

- Orden IET/1168/2014, de 3 de julio, por la que se determina la fecha de inscripción automática de determinadas instalaciones en el registro de régimen retributivo específico previsto en el Título V del RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos.

3. EMPLAZAMIENTO Y CLIMATOLOGÍA

Como se ha mencionado anteriormente, la instalación se encuentra en el municipio valenciano Jalance. Situada en la parte del interior de la provincia de Valencia. Las viviendas están situadas en las afueras del municipio por lo que el espacio para las placas no será ningún inconveniente.

A continuación mostramos dos capturas del visor cartográfico de la Comunidad Valenciana donde se realizará la instalación.



La climatología de esta zona está caracterizada por unos veranos muy calurosos y soleados y unos inviernos fríos y secos. Pocas precipitaciones a lo largo del año y muchas horas de sol.

- La media anual de precipitaciones en Jalance es de 401 mm al año por lo que como hemos citado antes, son escasas.
- La temperatura media se sitúa en los 15,3 grados. Caracterizado por una fuerte humedad debido en parte al río Júcar que pasa a escasos metros del pueblo. Las olas de calor son muy frecuentes en los meses de verano. Como está por debajo de 25 grados la temperatura media que es la temperatura de funcionamiento normal de las placas solares no hará falta sobredimensionar más del 20 % que es lo normal en una instalación de este tipo. Esto se hace porque mayor temperatura de 25 grados los paneles pierden producción



Sistema de Referencia: ETRS89-UTM Fus 30 | Escala = 1:1.129 | Coordenadas: X(min.)=-666.028,16 m. Y(min.)=-4.339.320,84 m. X(máx.)=-666.299,00 m. Y(máx.)=-4.339.535,25 m.

En negro podemos ver la situación donde se van a colocar las placas solares y en azul la caseta que vamos a construir para guardar los elementos de la instalación. El solar tiene unos 875 metros cuadrados mientras que la caseta unos 12.

Se realizará una zanja desde la caseta hasta las viviendas por donde pasará una acometida que alimentará las viviendas de energía eléctrica.

- Riesgos naturales

Los riesgos naturales en Jalance desde siempre han sido las riadas y las crecidas del Júcar. Al cambiar el curso del río y la posterior subida del pueblo a la montaña evitó situaciones de inundaciones por crecidas. Sin embargo sigue el riesgo presente de riadas, la situación del pueblo en un terreno muy accidentado hace que ante fenómenos meteorológicos como la gota fría provoquen fuertes trombas de agua en las calles.

Como hemos dicho antes las fuertes olas de calor hacen disparar los termómetros en los meses de verano llegando a alcanzar los termómetros 40 grados centígrados. Los veranos se suelen batir máximos de temperatura debido a la situación del municipio que al estar en la parte más baja del valle hace que las temperaturas aumenten considerablemente.

- Irradiancias

Estos valores son imprescindibles para saber la inclinación óptima que deben tener nuestras placas y así producir el máximo de energía en nuestra instalación. Hemos cogido los datos del PVGIS de diferentes radiaciones según el ángulo de inclinación. Seleccionamos 15 y 60 porque son los ángulos típicos de fotovoltaica obteniendo los siguientes resultados: (Datos en ($h/m^2 / dia$)

Radiación 60	Radiación 15
4300	3080
5000	4010
5660	5380
5220	5920
5150	6760
5270	7520
5600	7770
5740	6920
5550	5600
5390	4600
4460	3310
4000	2770

Pasados estos valores a $\left(\frac{kwh}{m^2}\right)$ para calcular el cmd

Rad 60 kw	Rad 15 kw
133,3	95,48
140	112,28
175,46	166,78
156,6	177,6
159,65	209,56
158,1	225,6
173,6	240,87
177,94	214,52
166,5	168
167,09	142,6
133,8	99,3
124	85,87

Ahora hallamos los consumos

Para calcular el número de elementos es necesario hacer un estudio de consumos de los aparatos eléctricos que encontramos en cada vivienda. Hemos realizado la previsión de cargas teniendo en cuenta la potencia de los aparatos, su número y la cantidad de horas que están conectadas al mes.

A continuación enumeramos los aparatos que tienen estas viviendas y el número total de aparatos que son :

- 4 Aires acondicionados por conductos de una potencia de 6'8 kw. Estos aires se utilizan tanto en los meses de invierno como de verano
- 4 Hornos de una potencia de 1,5 kw
- 4 microondas de 1 kw

- 8 televisores con una potencia de 300 w

- 4 ruters de 12 w

- 4 lavadoras de 1.142 kw

- 4 Secadores de pelo de 50 W

- 4 ordenadores de una potencia de 1200 W

- Iluminación LED 96 bombillas de 18 W cada una

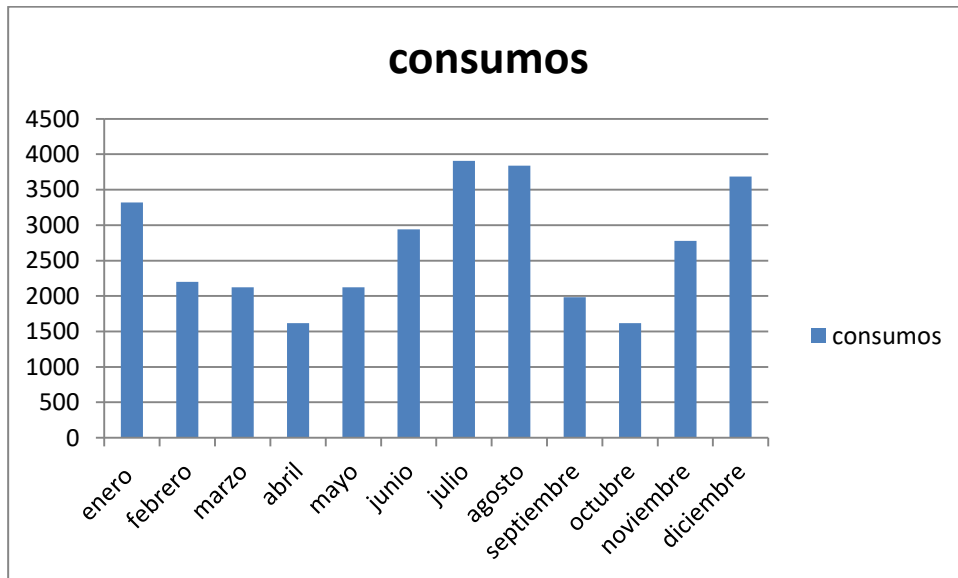
- 4 neveras de 1.42 kw.

Una vez hemos tenido claros los aparatos y los consumos hemos realizado una estimación de horas por mes del uso que le podemos dar a cada aparato para así hallar los consumos mensuales de cada aparato.

Mostramos ahora una tabla de consumos mensuales que nos quedarían después de tener en cuenta las horas y las potencias de los aparatos por mes:

Mes	Consumo
enero	3321,848
febrero	2201,696
marzo	2122,208
abril	1616,256
mayo	2124,608
junio	2938,896
julio	3905,776
agosto	3838,576
septiembre	1984,128
octubre	1616,256
noviembre	2777,408
diciembre	3683,456

Los cálculos están realizados mediante una hoja Excel.



Observamos que el mayor consumo se encuentra en los meses de verano e invierno debido a la climatización de la vivienda que se realiza mediante un aire acondicionado por conductos.

Una vez obtenidos estos datos nos dirigimos al PVGIS para obtener la irradiancia y así calcular el coeficiente del mes más desfavorable y así poder dimensionar la instalación acorde a él.

Seleccionamos los ángulos típicos para invierno y verano. 60 y 15 respectivamente.

Observamos que el mayor consumo se encuentra en los meses de verano e invierno debido a la climatización de la vivienda que se realiza mediante un aire acondicionado por conductos.

Una vez obtenidos estos datos nos dirigimos al PVGIS para obtener la irradiancia y así calcular el coeficiente del mes más desfavorable y así poder dimensionar la instalación acorde a él.

Seleccionamos los ángulos típicos para invierno y verano. 60 y 15 respectivamente.

Radiación 60	Radiación 15	Rad 60 kw	Rad 15 kw
4300	3080	133,3	95,48
5000	4010	140	112,28
5660	5380	175,46	166,78
5220	5920	156,6	177,6
5150	6760	159,65	209,56
5270	7520	158,1	225,6
5600	7770	173,6	240,87
5740	6920	177,94	214,52
5550	5600	166,5	168
5390	4600	167,09	142,6
4460	3310	133,8	99,3
4000	2770	124	85,87

Pasamos nuestros consumos calculados en la previsión de cargas a Ah

$$\frac{\text{consumo (w)}}{\text{rendimiento del inversor} \times v \text{ instalación}}$$

Siendo seleccionada la tensión de instalación en 48 voltios para reducir pérdidas y consideramos un rendimiento del inversor del 90%

Calculamos el cmd dividiendo el consumo por la radiación obtenida en el PVGIS (kw)

cmd 15	cmd 60
805,35	576,85
453,91	364,04
294,55	279,98
210,66	238,91
234,69	308,05
301,55	430,30

375,35	520,80
414,21	499,36
273,39	275,85
262,37	223,91
647,45	480,51
992,96	687,62

Los resultados obtenidos son estos

enero	60 grados
febrero	
marzo	
abril	15 grados
mayo	
junio	
julio	
agosto	
septiembre	
octubre	60 grados
noviembre	
diciembre	

Planteamos una doble inclinación para así no ir tan justos en los meses centrales del año y así obligamos a realizar un control cada 6 meses de la instalación.

Se sobredimensiona la instalación en un 20 % para asegurar el suministro de nuestra instalación.

Para el cálculo del número de placas primero calculamos el número que necesitamos en serie. Como nuestra instalación es de 48 voltios y nuestras placas son de 24 voltios necesitaremos poner 2 placas en serie.

Para el número de placas en paralelo tenemos esta fórmula:

$$\frac{\text{cmd} \times \text{coeficiente de sobredimensionamiento}}{I_{\text{pico placa}}}$$

Este resultado nos da unas 96 placas pero redondeamos a 99 placas para así poder tener luego una distribución equilibrada con los reguladores.

Esto nos da un total de 198 placas y como cada una son de 320wp obtenemos una potencia instalada de 63360w

En cuanto al cálculo de los reguladores tenemos las siguientes fórmulas:

$$I_{\text{máxima regulador}} = I_{\text{pico}} \times \text{número de placas en paralelo}$$

$$\text{número de líneas por regulador} = \frac{\text{Intensidad regulador}}{I_{\text{pico placas}}}$$

$$\text{número de reguladores} = \frac{\text{Número de placas en paralelo}}{\text{número de líneas por regulador}}$$

Tenemos 9 reguladores según los resultados que nos arrojan estas fórmulas en las hojas de cálculo.

En cuanto al cálculo del número de baterías usamos las siguientes fórmulas:

Calculamos los amperios horas de la batería con la siguiente fórmula:

$$Ah \text{ batería} = \frac{\frac{Ah}{\text{día}} \times \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga}}$$

Esta operación da 19646 Ah

Y con este dato calculamos el número de baterías en paralelo

$$\text{número de baterías en paralelo} = \frac{19646}{\text{capacidad batería}}$$

Esto nos da 6,75 y redondeamos a 7.

Como son vasos de 2 voltios necesitamos poner 24 en serie por lo que el total de baterías es de 168.

Enlace PVGIS:

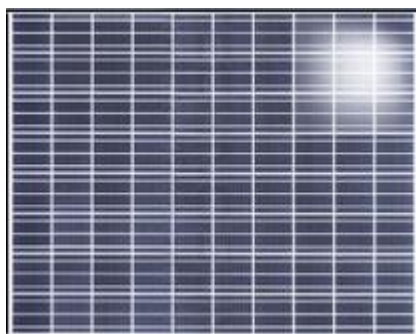
(<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>)

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La instalación fotovoltaica está dimensionada para las 4 viviendas adosadas que ya hemos nombrado antes. Son viviendas familiares habitadas por 2 ò 3 personas cada una. La instalación fotovoltaica tiene como finalidad la desconexión a red y el suministro de energía eléctrica. La decisión ha sido tomada por el incremento del precio de la electricidad año tras año y con el fin de obtener una energía limpia como es la fotovoltaica.

Nuestra instalación está compuesta por los siguientes elementos:

4.1 PANELES FOTOVOLTAICOS:



Panel solar JINKO SOLAR- 320 W

198 paneles fotovoltaicos de la marca "JINKO SOLAR" de 320w cada uno esto nos hace una potencia instalada de 63360w. Estos paneles han sido seleccionados debido a su gran relación calidad precio. A continuación mostramos una tabla con sus características

Características placa solar JINKO SOLAR 320	
Potencia nominal (Pmax)	320 W
Tensión circuito abierto	42,8 V
Intensidad de cortocircuito	8,85 A
Eficiencia del módulo (%)	15,84
Tensión de máxima potencia	38,9 V
Máximo de fusibles en serie	15
Temperatura de funcionamiento normal de la célula solar	45±2 °C
Tensión máxima de trabajo	1000 V
Dimensiones (mm)	1620*992*48

4.2 REGULADORES



Regulador Maximizador Blue Solar 100 A – 12/24/48V – MPPT 150/100 Tr-Victron

Los reguladores son los encargados de dejar pasar la electricidad a las baterías para cargarse o dejarla pasar al inversor directamente según el momento en el que se esté produciendo electricidad a la vez que consumiéndose. También es el encargado de cuando las placas no están produciendo dejar pasar la corriente de las baterías para alimentar la instalación. Tras una búsqueda exhaustiva nos hemos decidido por usar reguladores del modelo citado anteriormente

Nueve reguladores serán los encargados de controlar el paso de la corriente eléctrica de nuestras placas y baterías. A continuación dejamos su tabla de características:

Características regulador victron	
Tensión nominal batería	12, 24, 48, 60 V CC
Tensión máxima de funcionamiento	140V
Tensión máxima del circuito abierto	150V
Intensidad de cortocircuito	100A
Peso kg	8kg
Dimensiones(mm)	475*219*342
Montaje	Vertical en pared

Obviamente todos estos datos son todos en corriente continua ya que son alimentados por las placas.

4.3 INVERSORES



Inversor Cargador QUATTRO 48/8000/110-100/100 -VICTRON

El inversor es el encargado de transformar la corriente continua en alterna, son necesarios debido a que la gran mayoría de aparatos funcionan en corriente alterna.

Para la elección del número de inversores hemos recurrido a la previsión de cargas realizadas para las viviendas. Hemos calculado la potencia instalada mes a mes y hemos previsto que potencia será la máxima que entre en la vivienda. Todos los aparatos no estarán conectados nunca a la vez así que hemos previsto que habrá un máximo de 63728 w demandados a la vez por las 4 viviendas.

Los salidas de los inversores estarán todos conectados a una caja de conexiones para que en el caso de fallo de un inversor no dejemos la instalación sin suministro.

Los inversores estarán conectados entre sí mediante un cable Ethernet, El inversor está ubicado entre los reguladores y lo que será la acometida que suministre las viviendas.

Esta marca ha sido seleccionada porque de sobra es conocida la fiabilidad de la marca y la gran relación calidad precio de Victron energy.

Entre otras sus características son las siguientes :

Detalles

Dos entradas AC con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas AC

La salida principal dispone de la función “no-break” (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del Quattro le llega alimentación AC. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 10 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Diez unidades 48/8000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 80 kW/100 kVA y una capacidad de carga de 1400 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Hasta 10 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para proporcionar una potencia del inversor de 270 kW/300kVA y más de 4.000A de capacidad de carga.

PowerControl – En casos de potencia limitada del generador, del pantalán o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (16A por cada Quattro 5kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red del pantalán.

Energía solar: Potencia AC disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Una vez instalado, el Quattro está listo para funcionar. Si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un nuevo procedimiento de configuración del conmutador DIP. Con los conmutadores DIP se puede incluso programar el funcionamiento en paralelo y en trifásico sin necesidad de ordenador. Además, también se puede utilizar un VE.Net en vez de los conmutadores DIP. Y hay sofisticados programas disponibles (VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator) para configurar varias nuevas y avanzadas características.

Hemos seleccionado 9 inversores obteniendo así una potencia máxima de paso de 72000w por lo que aún tendremos margen por si las viviendas añaden algún aparato eléctrico no contemplado en la previsión de cargas.

Así aseguraremos nuestra instalación y no habrá que cambiar los inversores en un futuro si decidimos instalar en nuestra vivienda más aparatos. Además así obtenemos un rendimiento de 0,9 al ajustar a la potencia máxima de salida que es la que hemos supuesto a la hora de realizar los cálculos.

Así tenemos 9 reguladores y 9 inversores por lo que cada regulador va a 1 inversor y no tenemos ningún desajuste ya que están en la misma proporción.

Las dimensiones del inversor son las siguientes (432*326*235)mm

Su peso es de 29 kg

4.4 BATERÍAS



OPzS 1800-2v | 20 RES OPzS 2920 SUNLIGHT

La elección de las baterías se ha realizado mediante una búsqueda exhaustiva mediante proveedores. Usaremos vasos de dos voltios enseriando unos con otros hasta tener 12 vasos de 2 voltios cada uno que nos hace que tengamos una tensión de 48 voltios que es la de la instalación.

Como hemos seleccionado el número de días estándar para este tipo de instalación tenemos que hacer 7 líneas en paralelo de 12 vasos cada una. Esto nos resulta la cantidad de 84 baterías.

Las baterías irán situadas entre los inversores y los reguladores.

4.5 ESTRUCTURAS

Como vamos a plantear una doble inclinación necesitamos unos soportes que nos permitan cambiar el ángulo de las placas de 15 grados hasta los 60 grados. Estos paneles son barras de aluminio que son fácilmente ajustables desplazando sus anclajes.

Necesitaremos 11 filas que nos permitan colocar 18 placas por fila en la que irán conectadas en serie dos a dos para así tener una tensión de 48v ya que las placas son de 24v

Los paneles utilizados son "Suelo 18Panel FV915 1 Fila 24V". Son estructuras de aluminio para soporte de paneles fotovoltaicos en techo plano o suelo, estas estructuras de soporte son universales, por lo que se adaptan a cualquier marco y tipo de panel.(Máximas dimensiones admisibles 2000*1000 mm)



↘ SUJECIÓN EN Z FINAL



↘ PATA FRONTAL



↘ SUJECIÓN EN T



↘ PATA TRASERA



↘ UNIÓN CARRILES



↘ ANCLAJE TEJADO



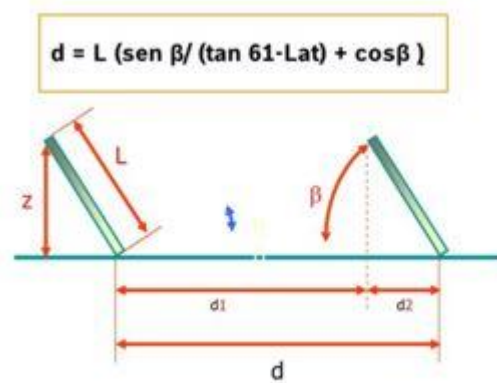
↘ CARRIL



El municipio donde realizamos la instalación está situado a 394 metros sobre el nivel del mar por lo que la nieve no debería suponer ningún problema de sobrecarga de nieve en estas estructuras cuando coloquemos los paneles.

4.6 CÁLCULO SOMBRAS

Debemos calcular el mínimo de distancia entre las placas para evitar el sombreado para ello realizamos la siguiente expresión



$$D = 1.620 \frac{\sin 30}{\tan 61 - 39.2} + \cos 30 = 0.84 \text{ metros}$$

Sería la distancia mínima entre placas. Nosotros consideramos 3 metros para aprovechar el espacio.

4.7 SUPERFICIE OCUPADA POR LOS PANELES

La superficie donde ocuparemos las placas ya ha sido mostrada en el punto anterior de este proyecto. El terreno es un antiguo bancal abandonado que precisará de trabajos de desbrozamiento y allanamiento para poder colocar las estructuras. Además, se realizará un cercado con valla metálica para evitar actos de vandalismo o hurtos que puedan provocar desperfectos en la instalación. Estos costes estarán incluidos al final del proyecto por lo que afectará directamente a la amortización y el coste de la instalación.

El terraplén donde se sitúan las placas tiene unas dimensiones de 25*35 metros haciendo un total de 875 metros cuadrados.

Las placas solares irán todas conectadas entre sí con un tipo especial de cable para placas solares ya que deben ir protegidos contra la intemperie. Este cable será de la misma sección en todos los tramos y la sección irá determinada por la corriente de salida de todas las placas.

Como tendremos 11 hileras de placas las separaremos entre sí 2,5 metros para evitar sombras entre ellos. La orientación de las placas será realizada hacia el sur para tener más horas de sol y producir más energía.

Se plantea la posibilidad de asfaltar el suelo debido a las características arenosas del terreno que pueden provocar nubes de polvo en días de viento perdiendo pues la producción de energía de las placas.

4.8 CABLEADO

Debido a que estamos en una instalación fotovoltaica necesitaremos un tipo especial de cables debido a las dos principales características que tiene esta instalación:

- Se presenta a la intemperie la conexión entre placas solares por lo que necesitamos un cable especial que resista muy bien a las condiciones climatológicas. Tanto el calor como la lluvia y la humedad es muy importante que este cable tenga un recubrimiento especial. Para ello hemos seleccionado el siguiente tipo de cable :



Usaremos una sección de 16mm^2 para conectar las placas entre sí que es lo que nos recomienda el fabricante para conectar las placas entre sí.

- A continuación mostramos los requisitos para realizar el resto del conexionado entre placas-regulador, regulador-baterías y regulador- inversor

1) Línea paneles-regulador:

La corriente generada por los paneles solares es corriente en continua. La intensidad a transportar dependerá del número de paneles y la forma cómo estén conectados (número de paneles en serie y en paralelo).

Este cable, o por lo menos parte de esta línea, suele estar a la intemperie por lo que se utilizarán cables resistentes a la degradación por la acción de la luz solar (se recomienda una tensión de aislamiento del cable de 0,6/1kV). También hay que tener en cuenta que a mayor temperatura, mayor es la resistencia, con lo que hay una mayor pérdida de tensión en la línea.

Se suele trabajar con una caída máxima de tensión en este tramo del 3%.

Nosotros trabajaremos con una caída de tensión del 1% para tener mayor fiabilidad

Cómo tenemos 22 placas por regulador (en serie dos a dos por lo tanto en paralelo 11 columnas) Cómo la intensidad en serie la misma y tenemos 11 placas en paralelo (en verdad son 22 pero como son 2 por línea y nos interesa la intensidad decimos 11 porque a efectos de cálculo es lo mismo) por lo tanto a la salida de los paneles tenemos una intensidad de $8'56 \times 11 = 96.4$ A

La tensión de la instalación es de 48 voltios para minimizar pérdidas

El conductor ha sido seleccionado de cobre debido a sus mejores prestaciones que el aluminio por lo que tenemos para calcular una constante de 56

La fórmula que utilizaremos para calcular la sección de los cables es la siguiente

$$S = \frac{(2 \times L \times I)}{56 \times V\%}$$

En todos los tramos tenemos los mismos datos excepto por la distancia que hay entre cada panel y cada regulador. A continuación mostramos una tabla resumen de cómo quedaría cada sección de cada panel-regulador

panel regulador	Nº de cables	Distancia	Sección teórica	Sección normalizada
panel1-reg1	1	10	0,69	1,5
panel2-reg2	1	10	0,69	1,5
panel3-reg3	1	8	0,55	1,5
panel4-reg4	1	7	0,49	1,5
panel5-reg5	1	5	0,35	1,5
panel6-reg6	1	7	0,49	1,5
panel7-reg7	1	8	0,55	1,5
panel8-reg8	1	10	0,69	1,5
panel9-reg9	1	10	0,69	1,5

2) Línea regulador-baterías-inversor:

La corriente sigue siendo en corriente continua y transporta la misma intensidad de corriente que en el tramo anterior.

En este tramo se suele utilizar una caída máxima de tensión del 1%.

Con una distancia de menos de 6 metros tenemos la misma sección que en los cables entre placas regulador de 1'5

3) Línea salida del inversor-consumos:

La corriente es ya en alterna, es la que va desde el inversor hasta el cuadro de protecciones que alimentará a la vivienda.

En esta línea, de salida del inversor, se suele utilizar una caída máxima de tensión del 3%.

Calcularemos la sección de la acometida que tenemos que realizar en función de la corriente máxima que nos puede proporcionar el inversor.

Así como hemos nombrado antes en caso de ampliar la instalación podremos tener la instalación asegurada.

La distancia desde donde se encuentra la caseta con los inversores hasta las viviendas adosadas son unos 25 metros. Recordamos que esta acometida irá enterrada. Usaremos del cable tipo RV 0'6/1 kV

Utilizaremos la siguiente fórmula

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I \cos \theta}{44 * V\%}$$

Esta fórmula viene dada por la ITC-BT-19

Donde L es la longitud en metros

I es la intensidad que circula por la línea

44 es la conductividad del cobre

V la caída de tensión que tendrá un máximo del 3%

El factor de potencia viene dado por el inversor y es 0'9

En esos 25 metros las líneas de cada inversor irán a parar a una caja de conexiones de la que saldrán las líneas a las viviendas adosadas.

Por tanto teniendo esta solución calcularemos el cable que sale de nuestra caseta. Limitamos la intensidad máxima del cable a la potencia máxima del inversor (8kw), para así en el caso de que un día queramos ampliar la capacidad de carga de nuestras viviendas como hemos nombrado antes nuestro cable resista.

Por tanto el primer cálculo de este conductor es

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 25 \times 0.9 \times \frac{8000}{230}}{44 \times 0.03 \times 230} = 4.46 = 6 \text{ mm}^2$$

Cumple con la intensidad máxima admisible.

Necesitaremos por tanto 9 cables de 6 para cada inversor hasta la caja de conexiones que se encuentra antes de las viviendas. Estos cables irán enterrados mediante zanjas.

Tendremos un cable que sale de esta caja de conexiones para alimentar a cada una de las viviendas. La máxima corriente que puede a travesar este cable es de 313,04 A ya que sería el máximo que podemos obtener de los inversores. Al igual que antes calcularemos la sección para este caso que es el más desfavorable. Como este conductor va hasta las 4 casas cogemos la distancia de la vivienda más alejada para calcular la sección. La longitud son 18 metros.

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 18 \times 0.9 \times \frac{8000}{230} \times 9}{44 \times 0.03 \times 230} = 28.93 = 35 \text{ mm}^2$$

Esta sección no cumple con la intensidad máxima admisible por lo que debemos buscar una sección superior que cumpla con esta intensidad en la ITC-BT-19 del REBT

El conductor seleccionado es 2 XLPE por lo tanto la sección que necesitaremos es de 150 milímetros cuadrados.

Para el cálculo del cableado teníamos diferentes formas de hacerlo. Podíamos haber asignado inversores por casa en vez de llevar todos a un punto común pero hemos preferido hacerlo así por comodidad a la hora de realizar la instalación

4.9 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Hemos seleccionado 4 picas de cobre de 2 metros de longitud. Se encontraran a 42 metros conectadas entre sí mediante conductores de cobre desnudo cuya sección será de 16 mm^2

Este dato ha sido obtenido del REBT de la ITC BT 18.

Debido a las características del terreno circundante a las viviendas consideramos una resistividad del terreno de $500 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$ debido a que es un terraplén poco fértil pero cultivable.

Como la pica será vertical calcularemos la resistencia de las picas mediante la siguiente fórmula dada por la ITC BT 18

$$R = \frac{\rho}{l} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

Igualmente calcularemos la resistencia del conductor horizontalmente

$$R = \frac{2\rho}{l} = \frac{1000}{42} = 23.8\Omega$$

Por tanto para hallar la resistencia de nuestro sistema de puesta a tierra hallaremos la resistencia de una pica y calcularemos la resistencia equivalente con la resistencia que hemos calculado del conductor.

$$R_{pica} = \frac{250}{4} = 62.5 \Omega$$

$$R_{pt} = \frac{62.5 \times 23.8}{62.5 + 23.8} = 17.24$$

4.9.1 PROTECCIONES

Como estamos diseñando la instalación fotovoltaica las únicas protecciones que tenemos que poner son en la parte de continua ya que la parte de baja tensión de la vivienda ya tiene sus protecciones diseñadas.

Cómo estamos trabajando en corriente continua las protecciones que vamos a usar son fusibles. Usaremos un fusible entre cada línea de placas y cada regulador. Cada regulador y batería y batería inversor.

Para seleccionar los fusibles nos guiaremos por la intensidad que tiene cada componente para poner el inmediato superior y así proteger nuestros componentes en caso de fallo de la instalación.

Como entre cada línea de paneles y regulador tenemos 94,16 A necesitaremos 9 fusibles de 100 A cada uno.

Como la intensidad es la misma usaremos el mismo tipo de fusibles entre reguladores y baterías y baterías inversor.

En total necesitaremos 27 fusibles de 100 A

5. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento de la instalación se realizará dos veces al año de manera general ya que como hemos mencionado antes, hemos optado por una doble inclinación. Por tanto los operarios que vayan a realizar el cambio de inclinación se encargaran también de verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

A continuación entraremos en detalle de cómo se realizará el mantenimiento detallado de cada una de las partes de la instalación.

5.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Consiste en realizar la limpieza de cualquier tipo de objeto, suciedad, etc. que pueda afectar a la correcta producción de los paneles solares. El polvo acumulado o restos de polución también deben de ser eliminados.

La limpieza se debe realizar siempre con productos que no sean abrasivos, evitando así daños al panel, como por ejemplo: agua osmotizada, jabón con PH neutro, etc. y siguiendo en cualquier caso las recomendaciones de mantenimiento del fabricante.

Además de la limpieza del campo fotovoltaico mencionada en primera instancia, también se deberá realizar una inspección visual de los paneles en búsqueda de anomalías.

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos suele estar fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería en acero inoxidable, por lo que no suelen necesitar

mantenimiento anticorrosivo. No obstante, se deberá comprobar que no existen deformaciones o grietas, la estanqueidad de la cubierta y que el estado de fijación tanto de la estructura a la superficie como el de los módulos a la estructura es el óptimo.

Se deberá realizar una vigilancia activa y un control telemático de la instalación, además de verificar in-situ los componentes, la limpieza o recambio de filtros o cualquier pieza que pueda ser susceptible de error así como verificar el envejecimiento de todos los componentes para realizar las acciones correctivas adecuadas en cada situación.

5.2 REGULADORES

En cuanto a los reguladores de carga tenemos que comprobar periódicamente que el regulador e inversor no dan indicaciones de sobre-tensión o advertencias de fallas en el funcionamiento.

Durante el periodo de cambio de inclinación cada 6 meses debemos comprobar que el cableado está perfectamente fijado y no tiene signos exteriores de degradación, esto es muy importante porque las conexiones se pueden aflojar con el tiempo y producir puntos calientes. También es necesario comprobar que las tensiones e intensidades de llegada desde los paneles y de salida hacia las baterías están dentro de los límites correctos .

En el caso de una excesiva acumulación de polvo en los aparatos podremos encontrar problemas por sobrecalentamiento o cortocircuitos por contactos en el circuito electrónico provocado por el polvo. Por ello se procederá a limpiar la suciedad que pudiera haberse acumulado.

5.3 BATERÍAS

El principal mantenimiento de las baterías solares se deberá hacer en los modelos de ácido abierto, más conocidos como la batería solar monoblock, y la batería de vasos OPZS y TOPZS. Estos precisan de un control y mantenimiento periódico del nivel de agua destilada de su interior, ya que en su reacción química se evaporará agua con lo cual se deberá añadir para mantener el buen funcionamiento de la batería. En el plástico exterior de la batería, el fabricante habrá indicado unas líneas referentes a los límites

máximo y mínimo del líquido electrolito. Hay que evitar que los usuarios se olviden de reponer el agua para que las baterías de la instalación no terminen dañándose irremediablemente.

La temperatura de lugar donde se encuentren instaladas las baterías influirá en su rendimiento y determinará su capacidad. Para funcionar de la mejor manera las baterías necesitan una temperatura lo más estable posible alrededor de los 20°C. A temperaturas menores se irá perdiendo paulatinamente capacidad de carga, mientras que a mayores temperaturas se conseguirá que el electrolito se evapore de forma más rápida, con lo cual su mantenimiento deberá ser más frecuente.

Nunca se deberá encender un fuego o fumar dentro de la caseta de las baterías.

Los bornes de la batería se deberán limpiar con un pañuelo seco y limpio antes de realizar las conexiones y de forma periódica una vez al año en el cambio de inclinación.

Es muy importante no tocar a la vez con las manos los polos positivo y negativo de una batería solar. Será obligatorio hacer siempre la limpieza de los bornes de uno en uno para evitar cualquier accidente.

Se debe evitar que en los bornes se produzca una capa blanca de sulfatación, resultado del poco mantenimiento del nivel de electrolito y que perjudicara en el contacto y paso de la corriente. Para ello se deberán raspar los bornes con un cepillo con pelos de latón hasta que queden completamente limpios.

Para una mayor seguridad, en el momento de desconectar los bornes se deberá empezar por el polo negativo seguido del polo positivo. Mientras que para su conexión se deberá empezar por el polo positivo seguido del polo negativo.

Con el paso de los meses es importante controlar el estado del cableado y de las conexiones, principalmente entre las baterías y el inversor de corriente. Puede que algunas conexiones se aflojen y sea necesario apretarlas de nuevo. Además, se deberá ver el estado del cableado y si ha habido algún calentamiento o quemadura del plástico protector en alguna parte del recorrido. El sobrecalentamiento del cableado puede deberse a utilizar un cable demasiado delgado.

Para comprobar si una batería está funcionando correctamente, se deberá apartar del resto y cargarla con una fuente de energía externa como por ejemplo un grupo electrógeno o generador eléctrico.

Nunca se debe dejar que la carga de una batería solar se agote completamente ya que cuando esto ocurra no será suficiente inicialmente con el aporte procedente de los paneles solares.

5.4 INVERSORES

Aunque los inversores vayan a estar dentro de la caseta necesitaremos someterlos a un mantenimiento que se hará en el cambio de inclinación de las placas.

Cada vez que vayamos a hacer el mantenimiento del inversor realizaremos las siguientes operaciones:

- Limpieza de las esferas de los filtros de entrada de aire

- Inspección del estado de las rejillas protectoras en las entradas y salidas

- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos

- Revisar todas las conexiones del cableado eléctrico y comprobar que no estén dañadas y que hacen buena conexión

- Comprobar la oxidación de los elementos

- Comprobar funcionamiento de la parada de emergencia

6. GARANTÍA

La instalación fotovoltaica será reparada de acuerdo con las condiciones generales si ha habido una avería debido a un defecto de algún elemento o si a la hora de montarse la instalación hubo alguna negligencia.

La garantía no incluirá cualquier fallo que sea por culpa de la manipulación incorrecta de los usuarios de la instalación.

En caso de robo o sabotaje de la instalación la garantía se hará cargo de los gastos siempre que estos no hayan sido provocados por negligencias de alguno de los propietarios.

En caso de fallo de los componentes recurriremos que nos da el fabricante del material fotovoltaico.

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas de fábrica, así como la mano de obra.

En la garantía están incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante, etc.

La garantía podrá ser anulada cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, solo si han sido personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador

7. SEGURIDAD Y SALUD

Como consecuencia de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales el MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA ha aprobado el REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, publicado en el B.O.E. núm. 256 de 25 de Octubre de 1997.

En este Real Decreto se define el nuevo ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, así como el ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD y el PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. Según el artículo 17 de este Real Decreto, es obligatoria la inclusión del Estudio de seguridad y salud o del Estudio Básico de seguridad y salud en el proyecto de obra para poder visar dicho proyecto y también para la expedición de la licencia municipal y de otras autorizaciones y trámites por parte de las diferentes Administraciones públicas. La elaboración del Estudio de Seguridad y Salud será obligatorio en el caso de:

- El presupuesto de ejecución para contrata igual o superior a 451.000 Euros.
- La duración de la obra superior a 30 días laborables y presencia simultánea de más de 20 trabajadores en la obra.
- La suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. En el resto de proyectos de obras no incluidos en el apartado anterior, se tendrá que elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

En el resto de proyectos de obras no incluidos en el apartado anterior, se tendrá que elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

La obra objeto de este estudio son las instalaciones eléctricas, obras y montajes asociados para la instalación de un conjunto de placas fotovoltaicas para generación de energía eléctrica.

7.1 ORDEN DE PROCESOS A SEGUIR

- Se procede con la implantación de sistemas de seguridad para la seguridad de los trabajadores
- Instalación de los soportes de las placas solares

- Colocación de las placas solares en los soportes
- Cableado y Conexiones de la puesta a tierra.
- Instalación de Inversores y tendido de líneas de corriente continua y corriente alterna.
- Instalación de cuadros.
- Pruebas y puesta en marcha.

7.2 DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS

Definimos los siguientes tipos de riesgos

7.2.1 RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que afectan a todas las personas que trabajen en las actividades objeto de este Plan, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caída de material sobre personas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Introducción de partículas en los ojos.

- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas, en manos o pies, por el manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos que puedan producir lesiones de espalda.
- Golpes y cortes por el manejo de herramientas.
- Heridas por objetos punzantes o cortantes.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

7.2.2 REISGOS ESPECÍFICOS

Referidos a los realizados por cada trabajador según su función específica dentro de la obra.

7.2.3 ALBAÑILERÍA

Probabilidad de lesiones con herramientas a la hora de aplanar el solar. Peligro de desprendimiento a la hora de la construcción de la caseta donde guardaremos inversores baterías y reguladores.

Posibles quemaduras debido a la exposición al sol y cortes a la hora de realizar el cercado de la instalación

7.2.4 TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA

- Desprendimiento y caída de la carga, o de una parte, por ser ésta excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes de la carga contra instalaciones.

7.3 RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE MÁQUINAS

Distinguimos los siguientes:

7.3.1 MÁQUINAS HERRAMIENTAS FIJAS Y CUADROS ELÉCTRICOS

- Los posibles riesgos de electrocución por contactos directos e indirectos
- Lesión por uso inadecuado de herramientas de corte y giratorias o por el defecto de las mismas.
- Cortes en las manos por uso de material en mal estado

7.3.2 – MEDIOS DE TRANSPORTE

Nos referimos en este apartado a los medios de transporte interno de materiales, tales como plataformas, camiones, etc. y a los riesgos previsibles tales como:

- Cualquier accidente o incidente que pudiera producirse por fallo de frenos, dirección señalización de maniobras, etc.

7.3.3 EQUIPOS DE SOLDADURA Y CORTE

Podrían darse las siguientes situaciones:

- Incendios.
- Quemaduras.

7.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

Se adoptaran las medidas preventivas propias de la obra, como son:

- Andamios metálicos
- Plataformas de trabajo
- En las fases de ayudas a paleta se tendrá un especial interés en arreglar las superficies de tránsito y evacuar los escombros.
- El montaje de aparatos eléctricos siempre se realizará con personal especializado.
- La iluminación con luces portátiles se hará mediante portalámparas estanco con mango aislante y reja de protección de la bombilla, alimentado a 220 V.
- No se podrán establecer conexiones de conductores en los cuadros provisionales de obra sin enchufes macho-hembra.
- Las escaleras de mano serán del tipo tijera, con zapatillas antideslizantes y cadena limitadora de la abertura.
- Se prohíbe expresamente la formación de andamios utilizando escaleras de mano.

- No se podrán utilizar escaleras de mano o andamios de capitel en lugares con riesgo de caídas desde una altura, si antes no se han instalado las redes o protecciones de seguridad correspondientes.
- Las herramientas a utilizar estarán protegidas con material aislante normalizado contra contactos con energía eléctrica.
- Se retiraran inmediatamente las herramientas con el aislamiento defectuoso, cambiándolas con otras en buen estado.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica se anunciarán por escrito antes de que empiecen a todo el personal de la obra, para así poder evitar posibles accidentes.
- Antes de conectar la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y uniones de todos los cuadros eléctricos y aparatos.
- Antes de la operación anterior se comprobará la existencia real en las salas del centro de transformación, del taburete y de las perchas de maniobra, extintores de polvo seco, carteles avisadores y botiquín. Los operarios tendrán que llevar los equipos de protección personal.

7.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Indicamos la indumentaria para la protección personal, siendo su utilización más frecuente en esta fase de la obra. A estos equipos se les denomina EPI (Equipos de protección individual) y son totalmente obligatorios de llevar

- Casco de polietileno homologado para utilizarlo dentro de la obra de forma permanente.
- Botas aislantes y de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Faja elástica para la sujeción de la cintura.
- Banqueta de maniobra aislante.
- Comprobadores de tensión.

- Herramientas aislantes.

9 AMORTIZACIONES

9.1 CÁLCULO DEL COSTE DE LAS FACTURAS

Para el cálculo de la amortización tenemos que tener en cuenta cómo funciona una factura eléctrica.

Una factura eléctrica consta básicamente de 5 partes

1) Potencia facturada

Es la energía que nos cobra la compañía por contratar una potencia instalada y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Potencia facturada} = \text{Potencia contratada} \times \text{número de días} \times \frac{0.124295\text{€}}{\text{kw}}$$

En nuestro caso las viviendas tenían de potencia instalada contratado a través de la compañía de 10 kw cada una.

Por tanto en 1 mes habrían pagado 38.53145 € cada una de las viviendas. Recordamos que, aún faltaría aplicar el IVA

2) Energía facturada

Es la energía que nos cobra la compañía eléctrica por lo que hemos consumido. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Energía facturada} = \text{consumo} \times \frac{0.153863\text{€}}{\text{kwh}}$$

Estos precios de energía facturada y potencia facturada corresponden a los revisados en mayo de 2018 en una factura eléctrica. Elegimos esta compañía porque es la que más peso tiene en la Comunidad Valenciana

3) Impuesto sobre electricidad

Es el 5,11269632% de la suma de la energía facturada y la potencia facturada

4) Alquiler de equipo de medida

Son 0.02663€ /día

5) Servicio de urgencias eléctricas

2.03 €/mes

Después de esto se le aplica el IVA y así obtenemos el coste de nuestra energía eléctrica

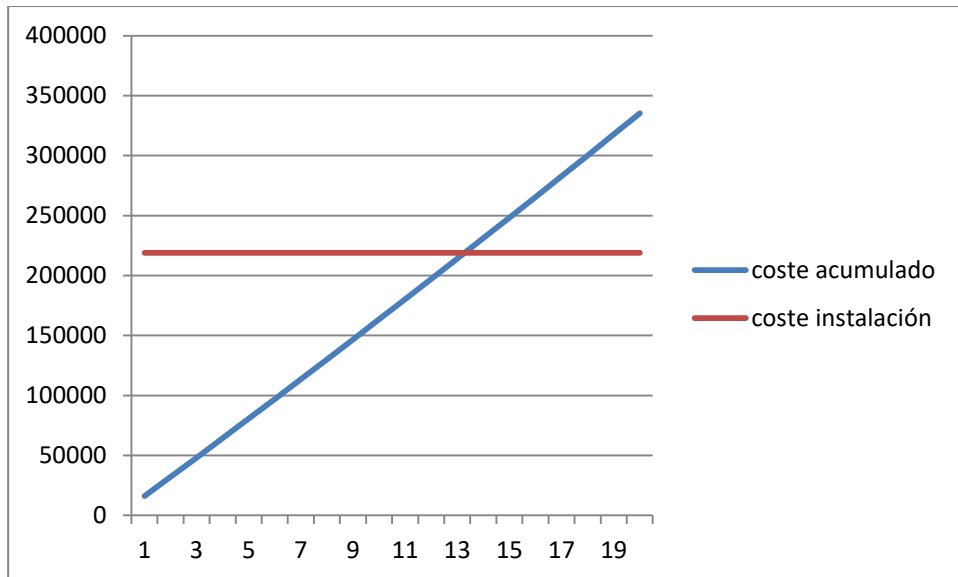
mes del año	consumo	energía facturada	cargos fijos	coste ANUAL
enero	3321,848	511,1094988	8261,741845	15978,69267
febrero	2201,696	338,7595516		
marzo	2122,208	326,5292895		
abril	1616,256	248,6819969		
mayo	2124,608	326,8985607		
junio	2938,896	452,1873552		
julio	3905,776	600,9544127		
agosto	3838,576	590,6148191		
septiembre	1984,128	305,2838865		
octubre	1616,256	248,6819969		
noviembre	2777,408	427,3403271		
diciembre	3683,456	566,7475905		

9.2 AMORTIZACIÓN

Ahora que ya sabemos el consumo de un año, vamos a ver en qué año amortizamos la instalación fotovoltaica.

El precio del kilowatio siempre puede variar así que vamos a suponer un incremento en el precio del kilowatio de la energía facturada

AÑO	coste	incremento 0,5%	acumulado
1	15978,6927	1,005	15978,69267
2	16058,5861	1,005	32037,2788
3	16138,8791	1,005	48176,15786
4	16219,5735	1,005	64395,73132
5	16300,6713	1,005	80696,40264
6	16382,1747	1,005	97078,57732
7	16464,0856	1,005	113542,6629
8	16546,406	1,005	130089,0689
9	16629,138	1,005	146718,2069
10	16712,2837	1,005	163430,4906
11	16795,8451	1,005	180226,3357
12	16879,8243	1,005	197106,16
13	16964,2235	1,005	214070,3835
14	17049,0446	1,005	231119,4281
15	17134,2898	1,005	248253,7179
16	17219,9613	1,005	265473,6792
17	17306,0611	1,005	282779,7402
18	17392,5914	1,005	300172,3316
19	17479,5543	1,005	317651,8859
20	17566,9521	1,005	335218,838



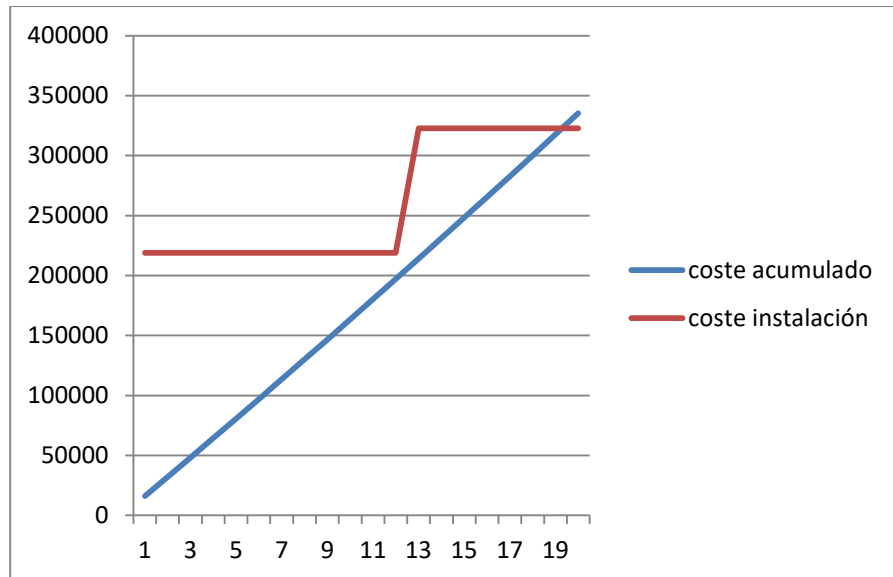
Como vemos la instalación se amortiza en un periodo de tiempo bastante corto como son trece años por lo que es muy rentable.

Como hemos mencionado antes tenemos en cuenta en los costes de la instalación todo lo que hemos mencionado anteriormente. Desde las placas solares hasta el coste del allanamiento y cercado del terreno donde vamos a instalar las placas.

A continuación vamos a calcular el coste de la energía a 25 años y a 40 años para ver como afecta esto al precio del kw

Tenemos que tener en cuenta los costes del reemplazo de los componentes.

Si ponemos que en el año 14 reemplazamos baterías inversores y reguladores obtendríamos que amortizamos en la instalación en 20 años



9.3 COSTE A 25 AÑOS

En este coste tenemos en cuenta los siguientes elementos:

- Coste inicial de la instalación.
- Coste total del cambio de elementos que debemos cambiar debido a que su tiempo de vida está llegando a su fin.
- Energía generada y energía aprovechada.

Cambiamos inversores, baterías y reguladores en el año 15:

Coste total sin IVA = Coste inicial + inversores + reguladores + baterías + manos de obra + Mantenimiento = 181009,264 + 29391.03 + 6666.66 + 67677.12 + 23609.904 + 4000 = 337745.01 €

Ahora calcularemos la energía producida en nuestra instalación. La calculamos con las horas solares picos por año que en nuestro caso son 1600 horas/año.

Energía producida = 63360 wp x 1600 horas/año x 0.9 x 25 años = 2280960 kWh

El coste por cada kWh generado será:

Coste kwh sin IVA = Coste total sin IVA / energía producida = 337745.01€ / 2280960 kWh = 0,149825 €/kwh = 14.98cts/kwh

Coste kwh con IVA = Coste total sin IVA / energía producida = 408671.46€ / 2280960 kWh = 0,1791 €/kwh = 17.91 cts/kwh

Ahora haremos un estudio más real ya que hemos usado la energía producida para ver el coste pero esto es debido a que no podemos hacer nada con la energía que nos sobra. Supongamos un consumo constante para los 25 años por lo que tendríamos la siguiente cifra : 32131,112 kw/año x 25 años = 803277,8 kw

Por tanto:

Coste kwh sin IVA = Coste total sin IVA / energía producida = 337745.01€ / 803277.8 kWh = 0.4204€/kwh = 42.04 cts/kwh

Coste kwh con IVA = Coste total con IVA / energía producida = 408671.46€ / 803277.8 kWh = 0,50875 €/kwh = 50.875 cts/kwh

9.4 COSTE 40 AÑOS

Coste total sin IVA = Coste 25 años + inversores + reguladores + baterías + manos de obra + Mantenimiento = $181009,264 + 29391,03 + 6666,66 + 67677,12 + 23609,904 + 4000 = 453480 \text{ €}$

Energía producida en 40 años = $63360 \text{ Wp} \times 1600 \text{ horas/año} \times 0,85 \times 40 \text{ años} = 3446784 \text{ kWh}$

Coste kWh sin IVA = Coste total sin IVA / energía producida = $453480 \text{ €} / 3446784 \text{ kWh} = 0,1315661 \text{ €/kWh} = 13,16 \text{ cts/kWh}$

Coste kWh con IVA = Coste total con IVA / energía producida = $548711 \text{ €} / 3446784 \text{ kWh} = 0,159 \text{ €/kWh} = 15,9 \text{ cts/kWh}$

