

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



industriales
etsii UPCT

Instalación fotovoltaica conectada a la red en régimen de cogenerador para bombeo y desalación de acuífero subterráneo.

Memoria Descriptiva

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tituación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Especialidad en Electricidad

Alumno: Antonio Jesús Paredes Roca

Director: Juan Martínez Tudela

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Cartagena, 1 de Octubre de 2013



ÍNDICE

1.- DATOS GENERALES	5
1.1.- Objeto del proyecto.....	5
1.2.- Titular de la instalación.	5
1.3.- Emplazamiento de las instalaciones.	5
1.4.- Descripción genérica de las instalaciones.....	5
1.5.- Legislación aplicable.....	5
2.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS	7
2.1.- Datos de partida.....	7
2.1.1.- Datos meteorológicos.	7
2.1.2.- Demanda energética prevista.	8
2.1.3.- Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica para cubrir la demanda.	9
2.1.4.- Estimación de la energía generada en instalación FV.....	10
- Performance ratio.	10
- Producción anual esperada.	12
2.2.- El generador fotovoltaico.	13
2.2.1.- Módulos fotovoltaicos.....	13
2.2.2.- Identificación de los módulos.	13
2.2.3.- Distribución de módulos por inversor.	13
2.2.4.-Conexionado.....	13
2.2.5.- Estructura del generador fotovoltaico.....	14
2.2.6.- Rango de funcionamiento entre los módulos y los inversores.....	14
2.3.- El inversor.....	15
2.3.1.- Protecciones del inversor.....	15
2.3.2.- Denominación de los inversores.	16
2.4.- Diseño del circuito eléctrico.....	16
2.4.1.- Clasificación de la instalación según el REBT.....	16
2.4.2.- Características específicas.	16
2.4.3.- Sistema de instalación elegido.....	16
2.4.4.- Línea de generador (L1).	17
2.4.5.- Líneas recolectoras (L2).	17
2.4.6.- Cuadro parcial.	18
2.4.7.- Líneas de inversor (L3).	21
2.4.8.- Cuadro de entrada de inversor.....	22
2.4.9.- Líneas de salida (L4).	23



2.4.10.- Cuadro de salida de inversor.	24
2.4.11.- Línea principal (L5).	25
2.4.12.- Cuadro principal.	26
2.4.13.- Caja de protección y medida.	28
2.4.14.- Acometida.	30
2.4.15.- Protecciones en corriente continua.	30
- Número de circuitos e identificación.	31
2.4.16.- Protecciones en corriente alterna.	32
2.5.- Línea de puesta a tierra.	35
2.5.1.- Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos.	35
2.5.2.- Tomas de tierra.	35
2.5.3.- Líneas principales de tierra.	36
2.5.4.- Derivaciones de las líneas principales de tierra.	37
2.5.5.- Conductores de protección.	37
2.5.6.- Red de equipotenciabilidad.	37
2.5.7.- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.	38
2.5.8.- Dispositivos de protección contra contactos indirectos.	40
- Protección por corte automático de alimentación.	40
- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.	41
2.5.9.- Obra civil.	42
- Zanjas para la línea de conexión a red de la instalación fotovoltaica. ¡Error! Marcador no definido.	
- Zanjas para la puesta a tierra de la instalación.	42
3.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	42
3.1.- Mantenimiento de la instalación fotovoltaica.	42
3.1.1.- Tipos de mantenimiento.	42
3.1.2.- Mantenimiento de los dispositivos.	43
3.1.3.- Mantenimiento de la estructura.	44
3.1.4.- Mantenimiento de la puesta a tierra.	44
3.2.- Garantía.	44
3.2.1.- Ámbito general de la garantía.	44
3.2.2.- Plazos de garantía.	45
3.2.3.- Condiciones económicas.	45
3.2.4.- Anulación de la garantía.	45
3.2.5.- Lugar y tiempo de la prestación.	45
4.- IMPACTO AMBIENTAL.	46



4.1.- Problemática ambiental.....	46
4.2.- Protocolo de Kioto.....	48
4.3.- Ahorro de emisiones contaminantes con instalación FV.	48
4.3.1.- Generalidades.	49
4.3.2.- Emisiones de CO2.....	49
I.- ANEXO 1	50
II.- ANEXO 2 – CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO	588
III.- ANEXO 3 – CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	599
IV.- ANEXO 4 – CABLES UTILIZADOS	61
V.- ANEXO 5 – ÓSMOSIS INVERSA.....	64



1.- DATOS GENERALES

1.1.- Objeto del proyecto.

El presente Proyecto tiene por objeto determinar las características técnicas que debe reunir la instalación de 366 kw de energía solar, para la producción de electricidad mediante paneles fotovoltaicos, para el posterior uso y venta de la energía producida. Así obteniendo unos beneficios económicos que compensen la amortización de la instalación total y el coste de la factura eléctrica de la instalación.

Se realizará un estudio de producción y de un análisis de la rentabilidad financiera de la inversión, en base al Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE.

Es también objeto del proyecto concienciar de la importancia de las energías renovables puesto que se va a diseñar una instalación autosuficiente energéticamente para la producción de alimentos con energías limpias, así, gracias a la instalación se cultivarán 12000 m² de invernaderos dedicados al cultivo de pimientos en distintas variedades, reduciendo así las emisiones de CO₂ y demás gases que están provocando el cambio climático de nuestro planeta.

1.2.- Titular de la instalación.

El titular de la instalación fotovoltaica será José Antonio León, empresario hortofrutícola dueño de la finca donde se realizará dicha instalación.

1.3.- Emplazamiento de las instalaciones.

La instalación fotovoltaica se emplazará sobre una cubierta construida sobre el pantano de la finca "La Maraña" situada en el término municipal de Torre Pacheco, próximo a la pedanía de Balsicas. Las coordenadas de la situación de la finca son:

Altura nivel del mar: 20m

Latitud: 37° 46' 59,8" N

Longitud: 0° 56' 2,72" W

1.4.- Descripción genérica de las instalaciones.

En el presente documento se describen las especificaciones técnicas necesarias para el diseño, desarrollo y puesta en marcha de una instalación fotovoltaica sobre cubierta de 366 kwp.

Dicha central fotovoltaica estará acoplada a la red pública, para inyectar la producción sobrante del consumo de la finca a la empresa distribuidora local. Se estudiará la demanda de energía por parte de la finca, con estudios de caudal de agua necesario para el cultivo de dicha finca. La demanda de energía necesaria para el cultivo de la finca la forman: el motor de riego del cultivo, el motor de extracción de agua del pozo existente y el motor de la desaladora.

La instalación fotovoltaica se situará sobre una estructura construida sobre el pantano de la finca. Con esta acción obtenemos dos ventajas: aprovechamos la sombra generada para evitar la vaporización del agua contenida en este pantano y las placas fotovoltaicas tendrán una mayor y mejor refrigeración. Además nuestra instalación se situará en un



lugar donde no ocupa espacio de cultivo, este hecho es bastante importante para un aprovechamiento máximo de la finca para su uso primario, el cultivo de frutas y verduras.

1.5.- Legislación aplicable.

La normativa aplicable a las instalaciones solares fotovoltaicas es la siguiente:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, así como sus instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre por el cual se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden del 6 de Julio de 1984 (BOE del 1 de Agosto de 1984), por el que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. -Orden de 18 de Octubre de 1984 (BOE de 25 de Octubre de 1984), complementaria a la anterior.
- Orden de 5 de Septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 2366/1994 de 9 de Diciembre sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. (BOE de 31 de Diciembre de 1994).
- Real Decreto 436/2004 de 27 de marzo, sobre producción de energía eléctrica para instalaciones alimentadas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos o cogeneración.
- Condiciones Técnicas que han de cumplir las instalaciones fotovoltaicas para su conexión a la red de Iberdrola.
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red, exigido en el marco de las Líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables, publicado por el IDAE para la convocatoria correspondiente al ejercicio.
- Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.



2.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS

2.1.- Datos de partida.

El objeto del siguiente apartado es la definición de las condiciones técnicas para la realización de un sistema de generación y venta de energía eléctrica mediante el aprovechamiento solar fotovoltaico, formando un campo de 366 kW, con un total de 1100 módulos. La potencia total estará repartida en cinco inversores. A continuación se muestra la configuración de los grupos de módulos correspondientes a cada inversor, su denotación y la potencia de cada uno.

Inversor	Denotación	Potencia
Inversor 1 (70kW)	In1	73, 2 kW _p
Inversor 2 (70kW)	In2	73, 2 kW _p
Inversor 3 (70kW)	In3	73, 2 kW _p
Inversor 4 (70kW)	In4	73, 2 kW _p
Inversor 5 (70kW)	In5	73, 2 kW _p

También será objeto de estudio la instalación necesaria para la conexión eléctrica a la red eléctrica, la cual se hará a 400V y 50Hz, buscando siempre la mayor eficiencia en los inversores. No existen edificios ni obstáculos en alrededores que puedan proyectar sombras que disminuyan la producción del sistema significativamente. Además la configuración de la estructura soporte hace que entre los módulos tampoco se produzcan sombras que reduzcan la eficiencia del sistema.

2.1.1.- Datos meteorológicos.

Los datos meteorológicos normales mostrados en la tabla han sido extraídos de la Agencia Estatal de Meteorología para la estación ubicada en el Aeropuerto de San Javier, ya que es la estación más próxima al emplazamiento de la instalación, solo se encuentra a 13 kilómetros, y tiene características climatológicas muy similares.

Periodo: 1971-2000 - Altitud (m): 4

Latitud: 37° 47' 20" N - Longitud: 0° 48' 12" O -

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.6	15.9	5.2	38	73	4	0	1	1	2	8	163
Febrero	11.6	16.9	6.3	26	70	3	0	1	1	1	6	166
Marzo	12.9	18.1	7.6	29	70	4	0	0	1	0	7	194
Abril	14.6	19.9	9.3	25	67	3	0	1	1	0	6	206
Mayo	17.6	22.4	12.9	31	70	3	0	2	1	0	6	253
Junio	21.3	25.7	17.0	11	70	2	0	1	0	0	10	261
Julio	24.1	28.4	19.9	6	71	1	0	1	0	0	14	284
Agosto	24.9	29.0	20.8	8	73	1	0	1	0	0	11	259
Septiembre	22.7	27.3	18.2	34	73	2	0	2	0	0	7	212
Octubre	18.7	23.4	14.0	55	73	4	0	2	1	0	5	193
Noviembre	14.6	19.6	9.7	43	73	4	0	1	1	0	6	163
Diciembre	11.7	16.8	6.6	33	74	4	0	1	1	1	7	146
Año	17.1	22.0	12.3	339	71	33	0	13	9	4	91	2500

Leyenda

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R Precipitación mensual/anual media (mm)

H Humedad relativa media (%)

DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN Número medio mensual/anual de días de nieve

DT Número medio mensual/anual de días de tormenta

DF Número medio mensual/anual de días de niebla

DH Número medio mensual/anual de días de helada

DD Número medio mensual/anual de días despejados

I Número medio mensual/anual de horas de sol



2.1.2.- Demanda energética prevista.

Como se disponen de datos concretos acerca de los consumos, se realizará un estudio previo de la demanda diaria prevista, según las necesidades de los cultivos de la finca. La demanda total se produce por parte de tres motores.

Bomba 1 - Riego:

Marca: LOWARA	Caudal: 38-40 m ³ /h	Frecuencia: 50 Hz
Modelo: SHE 40-160/40	Cosφ: 0'88	Voltaje: 400 V
Potencia: 4 Kw	Rev. (n): 2870 rpm	

Bomba 2 – Desaladora:

Marca: GRUNDFOS	Caudal: 24 m ³ /h	Frecuencia: 50 Hz
Modelo: CRN15-17 AF	Cosφ: 0'91	Voltaje: 400 V
Potencia: 30 Kw	Rev. (n): 2923 rpm	

Bomba 3 – Pozo:

Marca: GRUNDFOS	Caudal: 26 m ³ /h	Frecuencia: 50 Hz
Modelo: 1B	Cosφ: 0'90	Voltaje: 400 V
Potencia: 11 Kw	Rev. (n): 2900	

A partir de los datos anteriores podemos calcular las necesidades energéticas para cada mes, deberá tenerse en cuenta que solo habrá demanda cuando sea necesario regar los cultivos. El resto de la energía producida será inyectada a la red.

Debe tenerse en cuenta que el agua extraída del pozo es depositada en el pantano existente de 9000 m³, desde éste se suministra el agua a los cultivos previo paso por la planta desaladora de osmosis inversa. Por tanto, se ha realizado una tabla con los usos de las distintas bombas según las necesidades hidrológicas del cultivo todo el año.

TABLA RIEGO CULTIVO. (Q= 38 m³/h)

ETAPA RIEGO	MESES RIEGO	Nº RIEGOS/ SEMANA	Nº RIEGOS	DURACIÓN DEL RIEGO (H)	HORA DE RIEGO	CAUDAL USADO m ³
1 ^a	Diciembre -Enero	1	9	2	14:00-16:00	684
2 ^a	Febrero-Marzo	3	26	2	14:00-16:00	1976
3 ^a	Abril-Mayo	4	35	2	14:00-16:00	2660
4 ^a	Junio-Agosto	7	92	2	14:00-16:00	6992
ESTIMACIÓN CAUDAL TOTAL NECESARIO						12312



TABLA USO DESALADORA. (Q= 24 m³/h)

MESES RIEGO	Nº RIEGOS/ MES	DURACIÓN DEL RIEGO (H)	HORA DE RIEGO	PRODUCCIÓN PLANTA m ³
Diciembre	6	3	12:00 - 15:00	432
Enero	5	3	12:00 - 15:00	360
Febrero	10	4	11:00 - 15:00	960
Marzo	8	5	10:00 - 15:00	960
Abril	10	6	10:00 - 16:00	1440
Mayo	10	7	10:00 - 17:00	1680
Junio	17	7	10:00 - 17:00	2856
Julio	12	7	10:00 - 17:00	2016
Agosto	14	7	10:00 - 17:00	2352
ESTIMACIÓN CAUDAL TOTAL PRODUCIDO				13056

Los días de riego y su duración han sido proporcionados por el dueño de los cultivos, los cuales son los normales durante el año.

Teniendo en cuenta las diferentes bombas y calculado para el periodo de máxima utilización y menor número de horas para la producción de energía solar (Agosto) se obtiene que son necesarios:

- Bomba 1 – Riego (Julio-Agosto): 8 Kwh
- Bombas 2 y 3 – Desaladora y Pozo (Julio-Agosto): 143,5 Kwh

Por tanto, la demanda en ese periodo es de 151,5 Kwh.

2.1.3.- Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica para cubrir la demanda.

El consumo durante el periodo de máxima utilización, según el apartado anterior, se ha estimado en 143,5 Kwh. Lo que se traduce en 57.860 Kwh/año.

Para estimar la potencia mínima del generador fotovoltaico, para el consumo anual del alumbrado público, se determina unos 50 Wp por cada 80 Kwh/año. Y como el consumo se ha establecido en 57.860 kwh., la potencia necesaria será 36.162,5 Wp.

No obstante la potencia de la instalación fotovoltaica será superior a 36,162 Kwp, puesto que la energía sobrante será posteriormente inyectada y vendida a la empresa distribuidora correspondiente, con la finalidad de reducir el tiempo de amortización de la instalación fotovoltaica y por aprovechar al máximo la zona disponible en la estructura soporte. Además de esta forma se prevé una posible subida de la demanda por el aumento de la zona de cultivo o una más que probable inyección de electricidad a fincas anexas u otros lugares cercanos.



2.1.4.- Estimación de la energía generada en instalación FV.

A continuación se plantean brevemente las características de producción eléctrica anual esperada de la instalación fotovoltaica que ocupa en este documento. Los cálculos han sido realizados con las características técnicas de los módulos fotovoltaicos de SUNPOWER, que serán descritos posteriormente y los datos climatológicos han sido extraídos de la Agencia Estatal de Meteorología para la estación ubicada en el Aeropuerto de San Javier.

- Performance ratio.

El performance ratio o rendimiento energético de la instalación es la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura:

Las células fotovoltaicas varían su eficiencia en función de la temperatura de funcionamiento. Estas pérdidas dependen de la irradiación solar, de la temperatura ambiente y de la temperatura nominal de operación de las células y se determinan según el rendimiento térmico de los módulos elegidos. Estos rendimientos se calculan para cada mes, pues se determinan con la temperatura ambiente para sus días característicos. En la instalación que nos ocupa el coeficiente de potencia frente temperatura es de $-(0,38) \text{ %/K}$.

- Pérdidas por el polvo y suciedad:

La acumulación de polvo sobre los módulos produce una reducción de la potencia y depende básicamente de la inclinación de éstos, cuanto mayor es la inclinación menor es la cantidad de polvo acumulado. El valor de estas pérdidas suele estimarse en el 2,5%, por ello es fundamental plantear las labores de limpieza de forma periódica.

- Pérdidas por dispersión de parámetros entre paneles:

Los paneles de una misma serie normalmente presentan una ligera diferencia de potencia, cuando conectamos varios módulos se produce una limitación sobre la corriente de la serie, ya que el panel que disponga de menor potencia de todos los conectados no va a permitir que circulen más amperios que los máximos que él pueda dar. Estas pérdidas pueden reducirse a valores entre 1 y 4% siempre que los módulos fotovoltaicos se clasifiquen anteriormente a su instalación.

- Pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia:

Una de las funciones más importantes de los inversores de conexión a la red es hacer trabajar al campo fotovoltaico en el Punto de Máxima Potencia, sin embargo se considera que se producen unos errores de aproximadamente un 1%.

- Pérdida por la eficiencia energética del inversor en operación:

Estas pérdidas son las asociadas al rendimiento que aparece en los catálogos de los inversores. Este rendimiento es de 97,2% para el inversor Ingecon Sun 70. A parte los inversores tienen unas pérdidas en el umbral de arranque estimadas en un 1%.



- Pérdida por inclinación y orientación del generador:

Las pérdidas producidas por la inclinación y orientación del generador se calculan tal y como se especifica en el documento básico de ahorro de energía HE-5 del Código Técnico de la Edificación. Para la inclinación de 30° y azimut de 0° (esto significa que los generadores están perfectamente dirigidos al Sur), el valor de estas pérdidas según la siguiente ecuación será:

$$Pérdidas (\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2]$$

Donde β es el ángulo de inclinación de los paneles y α el ángulo de azimut en grados sexagesimales.

Por tanto las pérdidas totales para estos valores se estiman en 1,565%.

- Pérdida por la eficiencia del cableado:

Las pérdidas por la eficiencia del cableado son debidas tanto a las caídas óhmicas del cableado como las conexiones. En todo el trayecto de la energía eléctrica se produce unas pérdidas energéticas originadas por las caídas de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material y sección determinados.

Las pérdidas por este fenómeno serán calculadas, posteriormente, las cuales resultan un total de 1,33%.

- Otras pérdidas:

Bajo este concepto se incluyen pérdidas en equipos de protección, bornes, equipos de medida, energía reflejada por el panel fotovoltaico, etc. Este valor se estima en aproximadamente el 2%.

Después del anterior desglose donde se hace referencia y se hallan todos los tipos de pérdidas existentes en una instalación fotovoltaica, se está en disposición de calcular el rendimiento general de la instalación (PR) para cada mes y para cada inversor.

	GIncLss	TempLss	ModQual	MisLoss	OhmLoss	InvLoss	PR
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
Enero	1722	116	1013	654	198.3	1347	0.808
Febrero	1635	310	1154	745	256.9	1486	0.818
Marzo	1862	601	1693	1094	441.5	2140	0.828
Abril	2012	796	1883	1216	492.2	2338	0.832
Mayo	2073	1200	2211	1428	626.6	2792	0.833
Junio	2045	1475	2275	1469	651.7	2830	0.832
Julio	1941	1788	2422	1564	732.8	3037	0.831
Agosto	2002	1564	2132	1377	601.1	2675	0.827
Septiembre	1870	1173	1749	1130	458.6	2182	0.823
Octubre	1899	677	1389	897	314.5	1759	0.817
Noviembre	1706	209	907	585	164.3	1243	0.802
Diciembre	1720	89	893	576	157.1	1223	0.801
Año	22488	9999	19721	12737	5095.4	25051	0.824



Siendo:

GIncLss: Pérdidas por irradiancia.

TempLss: Pérdidas por temperatura.

ModQual: Pérdidas por calidad del modulo.

MisLoss: Pérdidas campo de modulo.

OhmLoss: Pérdida ohmica del cableado.

InvLoss: Pérdidas globales del inversor.

PR: Performance Ratio

- Producción anual esperada.

A continuación se detalla en la siguiente gráfica la producción esperada anual por meses, tanto del generador como del sistema final.

	G	K	G_{dm}	P_{día}	P_{mes}
Enero	2,81	1,33	3,13	938,71	29100
Febrero	4,11	1,24	4,07	1217,86	34100
Marzo	4,61	1,14	5,22	1532,26	47500
Abril	5,67	1,03	6,33	1840	55200
Mayo	6,72	0,96	7,09	2032,26	63000
Junio	7,11	0,93	7,92	2233,33	67000
Julio	7,69	0,96	7,90	2206,45	68400
Agosto	6,53	1,04	7,08	1983,87	61500
Septiembre	5,17	1,17	5,71	1630	48900
Octubre	3,86	1,32	4,44	1287,10	39900
Noviembre	2,72	1,42	3,33	986,67	29600
Diciembre	2,25	1,41	3,05	906,45	28100

Haciendo un total de 572.300 kwh al año.



2.2.- El generador fotovoltaico.

2.2.1.- Módulos fotovoltaicos.

En virtud del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalación Conectadas a Red, los módulos deberán satisfacer las normas UNE-EN-61646 para módulos fotovoltaicos de capa fina, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (CIEMAT).

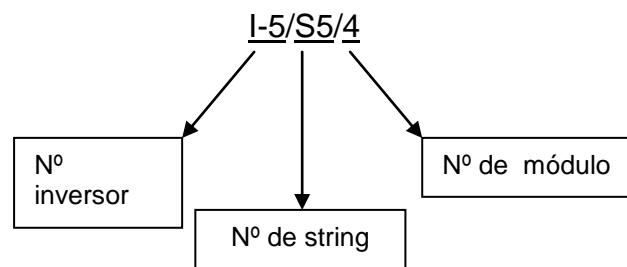
El generador fotovoltaico constará de 1.100 módulos fotovoltaicos, de 333 Wp de la marca SunPower, modelo SPR-333NE-WHT-D; agrupados 110 strings, en cada string hay conectado 10 módulos en serie. La potencia pico total de la instalación será 366,3 Kwp.

La potencia pico del generador estará repartida por igual en 5 circuitos, correspondiendo a los 5 inversores de la instalación. Para cada inversor va conectada una potencia pico de 73,3 kw, es decir, 22 strings, unos 220 módulos fotovoltaicos.

Las características técnicas del módulo se adjuntan en el **anexo II “Características Técnicas módulo fotovoltaico SPR-333NE-WHT-D”**.

2.2.2.- Identificación de los módulos.

Para una fácil y rápida localización del módulo en la instalación, se identificará a todos los módulos, con una determinada denominación, basada en su situación que ocupa sobre la cubierta. La numeración comienza en la parte inferior-izquierda de la estructura.



Por ejemplo, si nos encontramos esta denominación en un módulo (I-5/S5/4), sabemos que este módulo pertenece al inversor 5, al quinto string, y es el módulo número 4.

2.2.3.- Distribución de módulos por inversor.

La instalación fotovoltaica consta de 5 inversores, y la distribución es la misma para cada uno. Para cada inversor irá conectada una potencia pico de 73,3 kw, es decir, 22 strings, unos 220 módulos fotovoltaicos.

2.2.4.-Conexionado.

El conexionado se realizará mediante la unión en serie de los módulos, hasta alcanzar la tensión idónea para el rango de trabajo del inversor, formando agrupaciones llamadas string, y los string se conectarán en paralelo hasta alcanzar la potencia de trabajo deseada por el inversor.

En el conexionado de los módulos, para formar el string, se utilizarán los propios cables que lleva el módulo fotovoltaico, uniendo cada módulo mediante conectores del tipo MultiContact (MC4). Por cada string quedarán libres dos conductores un “+” y “-”, mediante los cuales se conectarán a la línea recolectora. La línea recolectora dispondrá



de conectores Multicontact (MC4), unidos a la línea recolectora que vendrán hechos directamente de fábrica.

2.2.5.- Estructura del generador fotovoltaico.

La estructura de fijación estará superpuesta a la cubierta construida sobre el pantano.

Será de la marca Hilti, con unos carriles de fácil instalación y que permiten la máxima flexibilidad a la hora de la colocación de los módulos.

La fijación de los paneles se realizará de la siguiente forma:

-Por debajo: Se introduce un tornillo M8 x 25 con arandela DIN 9021 M8 por dentro del marco en los 4 taladros, por fuera, se roscan sobre 4 tuercas M8 y se aprietan, el tornillo se rosca automáticamente sobre la placa tuerca MQAQuick, el panel se lleva sobre la parrilla de carril, se presenta, se giran las tuercas de carril, y la instalación está lista.

-Por arriba: Es una sola pieza en aluminio y G. caliente, se coloca por encima del panel, montaje sencillo y rápido, mínima diferencia de coste.

Los factores claves en el diseño de la estructura soporte son:

-**Orientación Sur.** Por cada grado de desviación del Sur Geográfico se produce una pérdida de rendimiento del 0,08 %.

-**Inclinación.** Por cada grado de desviación de la inclinación óptima se produce una pérdida de rendimiento del 0,2 %.

- **Flexibilidad.** La estructura ha de adaptarse fácilmente a las diferentes condiciones de las cubiertas (espacio y desniveles).

-**Facilidad de montaje y mantenimiento.** El mantenimiento ha de ser sencillo.

-**Galvanizado y protección de la estructura.** No pueden existir puntos críticos de corrosión (soldaduras y taladros a posteriori).

Las características de este sistema de fijación son:

- ✓ -Montaje rápido.
- ✓ -Todos los componentes son de acero inoxidable y de aluminio.
- ✓ -Certificados de estática generados automáticamente por ordenador.
- ✓ -Amplia gama de perfiles.
- ✓ -Mínimo sobrepeso sobre la cubierta.
- ✓ -Mínimos puntos de perforación en la cubierta.

2.2.6.- Rango de funcionamiento entre los módulos y los inversores.

La instalación debe diseñarse encontrando el punto óptimo de producción, así se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización de la instalación. En el dimensionado de los strings se debe tener en cuenta, como se menciona anteriormente, que la corriente (número de Strings), y la tensión (cantidad de módulos por String), del generador fotovoltaico tienen que ser compatible con el rango de tensión de entrada del inversor.

En el proceso de producción de energía, se busca siempre, en medida de lo posible, el punto de funcionamiento máximo rendimiento (MPP), hay que tener en cuenta que para



conseguir esto, los parámetros eléctricos entre generadores e inversores deben ser compatibles. Para el dimensionado de la instalación se tiene en cuenta:

- La tensión del string, que se produce bajo 1000 W/m² y una temperatura de la célula de 25°C, debe estar dentro del margen de tensión de entrada del inversor para que pueda trabajar, en punto de funcionamiento de máximo rendimiento.

$$405V - 547 V - 750V$$

- La tensión mínima en el generador fotovoltaico, que se produce bajo 1000W/m² y una temperatura de la célula de 60°C, debe ser superior a la tensión de entrada mínima del inversor.

$$405 V < 504 V$$

- La tensión máxima en vacío del generador fotovoltaico, que se produce con 1000W/m² y una temperatura mínima de la célula de -10°C, debe ser inferior a la tensión de entrada máxima del inversor.

$$653 V < 750 V$$

2.3.- El inversor.

El inversor se encarga de transformar la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna apta para su inyección a la red eléctrica.

El inversor, debe cumplir con la normativa vigente para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, incorporando un aislamiento galvánico que separe el circuito de corriente continua de la red de alterna donde ha de ir conectada con el fin de separar los dos circuitos y no afecten las perturbaciones que se puedan dar entre ellos.

La instalación consta de una potencia de 366 kw, dividida en 5 inversores cuya potencia nominal de salida es de 70 kw. Los inversores se ubicarán todos en una caseta diseñada para tal efecto.

Las características técnicas del inversor se adjuntan en el **anexo II “Características Técnicas del inversor INGECON 70”**.

2.3.1.- Protecciones del inversor.

Cada inversor está provisto de las protecciones necesarias y debe cumplir las recomendaciones del *Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red*.

- Protección máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz).
- Protección para la interconexión de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um).

Si la tensión en la línea de distribución cae por desconexión de la misma o bien por caída de la Red General, el inversor no genera tensión en dicha línea, haciendo de esta manera imposible el funcionamiento en isla.



-La conexión automática a la red se produce cuando la tensión de red está dentro del rango comprendido entre 195 V y 253 V y a su vez la frecuencia de red dentro del rango entre 49Hz y 51Hz. La desconexión automática se produce de forma inmediata cuando la frecuencia, la tensión, o ambas no están dentro de los límites mencionados.

-La desconexión y reconexión del inversor en el punto de inyección se lleva a cabo por medio de relés internos controlados por software. Dicho software y sus ajustes no son accesibles al usuario. El tiempo de reconexión mínimo, una vez restablecidas las condiciones adecuadas, es de 3 minutos.

-Vigilante de aislamiento. El inversor incorpora internamente un vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua que actúa en caso de detectar una deriva a tierra. Esta situación se señala en el frente del equipo con un LED rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige el inversor rearma automáticamente.

2.3.2.- Denominación de los inversores.

Los inversores van identificados con un número del 1 al 5 inclusive.

2.4.- Diseño del circuito eléctrico.

2.4.1.- Clasificación de la instalación según el REBT.

Según la ITC-BT-30 se consideran como locales o emplazamientos mojados las instalaciones a la intemperie, en consecuencia las instalaciones proyectadas objeto del presente proyecto se clasifican como LOCAL MOJADO.

2.4.2.- Características específicas.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 0.6/1KV y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Los aparatos de mando y protección serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

Queda prohibida en estos emplazamientos la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MTBS según la instrucción ITC-BT-36.

No existen en la presente instalación receptores de alumbrado.

2.4.3.- Sistema de instalación elegido.

La instalación fotovoltaica se divide en 5 circuitos idénticos que se enlazan en el embarrado de las líneas de salida de los inversores, situado en la caseta de inversores, cada uno de estos circuitos consta de un inversor de 70 kw, una agrupación de módulos fotovoltaicos cuya potencia pico es de 73,2 kw, protecciones y conductores.



A cada circuito para su identificación será designado un número, haciendo referencia al inversor que pertenece. Esta denominación deberá ir anotada en todos los cuadros de la instalación, de manera legible e indeleble.

En virtud de la ITC-BT-20, y la ITC-BT-21, las líneas de la instalación, formadas por conductores unipolares aislados, transcurrirán por diversos tipos de canalización, como son:

- en tubos protectores.
- en canales protectores.
- bandeja o soporte de bandeja.

Las canalizaciones se dispondrán lo más rectilíneas posibles y deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

2.4.4.- Línea de generador (L1).

Consistirá en la conexión serie de los 10 módulos, que forman el “**String**“, la conexión serie de los módulos se realizará con los propios cables de conexión, con que viene el módulo fotovoltaico de fábrica, dichos cables poseerán en sus terminales sendos conectores para su conexión, de tipo Multicontact (MC4).

Se conectarán los módulos, uniendo macho con hembra del módulo fotovoltaico contiguo, y al final quedará libre dos conectores, macho y hembras que se conectarán a la línea de conexión en paralelo de los string ó “Línea recolectora (L2)”.

El número de módulos conectados en serie, vendrá condicionado por las tensiones mínima y máxima de entrada del inversor. Y también por la tensión máxima soportada a Voc en la entrada del inversor.

Los módulos fotovoltaicos se conectarán por medio de Conector MultiContact (MC4), y los cables irán al aire, y se situarán detrás de los módulos, y para evitar que puedan quedar colgaderos, el cable sobrante se juntará y se atará mediante bridas.

Las correspondientes bridas, irán sujetas a su correspondiente taco de sujeción que irán introducido en una perforación realizada previamente en la estructura soporte del módulo.

- Conductores.

La línea estará formada por dos conductores unipolares de 10 mm², de cobre electrolítico recocido, de tensión nominal 0,6/1 kV, norma de diseño (UNE 21123-4), RZ1-K (AS), aislamiento en XLPE. El cable viene incluido con cada módulo solar.

2.4.5.- Líneas recolectoras (L2).

Formado por las líneas que conectan los string en paralelo, estas líneas recogerán la potencia generada por los módulos y la llevan a los respectivos cuadros parciales.

Se considera líneas recolectoras, porque van conectadas en paralelo a los string de la cubierta. Recogiendo todo la energía producida por los módulos fotovoltaicos.

Son líneas formadas por conductores unipolares, circulando por el interior de canaletas situadas en la estructura soporte de los módulos.



Cada línea recolectora está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo, donde se conectarán los conectores macho “+” de los string, y un conductor negativo de color azul, donde se conectarán los conectores hembra “-” de los string.

La conexión de los string a la línea de recogida se hará mediante conectores tipo Multicontact (MC4).

Cada línea recolectora transcurre por una fila de módulos de la cubierta, vertiendo toda su potencia al cuadro parcial de su correspondiente inversor.

Por cada cuadro parcial van tres líneas recolectoras, hasta conseguir la potencia deseada a la entrada del inversor. Por cada cuadro parcial irá una potencia pico de 73,2 kw.

- Conductores.

Las líneas estarán formadas por dos conductores unipolares de 35 mm², de cobre electrolítico recocido, de tensión nominal 0,6/1 kV, norma de diseño (UNE 21123-4), RZ1-K (AS), aislamiento en XLPE, de la marca PYSMIAN y con las siguientes características:

- Cable flexible.
- No propagador de la llama (UNE EN 60332-1-2).
- No propagador del incendio (UNE EN 60332-3-24).
- Con baja emisión de humos opacos (UNE EN 61034-2).
- Libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1).
- Reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454).
- Nula emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-2).
- Resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.

2.4.6.- Cuadro parcial.

- Situación, características y composición.

Los cuadros parciales estarán situados sobre la cubierta de la estructura, en los extremos de las filas de los módulos, siempre se buscará el extremo más próximo a la caseta de inversores para colocarlos.

Se colocarán atornillados a la estructura soporte de los módulos, fijadas con tornillos de diámetro y longitud conveniente.

A los cuadros parciales llegarán las líneas recolectoras, formadas por conductores unipolares, 35 mm² 0,6/1KV XLPE; y éstas serán protegidas con fusibles y un descargador de sobrecargas por cuadro.

Se realizará un cambio de sección y partirá con una única línea de dos conductores unipolares de 70 mm² 0,6/1KV XLPE hacia los inversores por cada cuadro. Se cumplirá lo establecido por la ITC-BT-22 sobre “Reglas generales sobre la posición de los dispositivos de protección contra sobrecargas”.



El número de cuadros parciales de la instalación son 5, y estarán formados por: caja estanca, tres fusibles en su correspondiente bases portafusibles y un descargador de sobretensión,

Para cada inversor habrá un cuadro parcial, con una potencia pico de 73,2 kwp, en el mismo cuadro se indicará claramente a que inversor pertenece, con la denominación C1,...., C5. También debe estar reflejado las filas de string que llegan al cuadro parcial con la denominación F-1,....., F-15.

La potencia del generador fotovoltaico se repartirá por los cuadros parciales de la siguiente manera:

Inversor	Cuadro Parcial	Filas
1	C1	F-1 -- F-6
2	C2	F-6 -- F-12
3	C3	F-12 -- F18
4	C4	F-18 -- F-24
5	C5	F-24 -- F-29

Características técnicas de los componentes del cuadro parcial:

Caja estanca:

- Caja FV estanca de conexiones, Marca Safybox CA,Uriarte, modelo CA-44s vacía.
- Caja aislante estanca de polyester fabricada en material termoplástico autoextinguible, resistente al calor y al fuego hasta 650°C y protegido contra rayos ultravioleta.
- Tapa de policarbonato UV de alta resistencia a golpes, elementos químicos y calor, fabricada en policarbonato, antireflejo
- Dimensiones de la caja: 360x362x170.
- Nº máximo de prensaestopas 6 (tres líneas).
- Con Rail Din. IP 65.

Descargador de sobretensión:

- Modelo DG Y PV 100 (DEHN)
- Tensión máxima 1.000V



- Protección tipo C
- Corriente nominal de descarga (8/20) 20 KA
- Corriente máxima de descarga (8/20) 40 KA
- Nivel de protección $U_p \leq 4$ KV
- Nivel de protección a 5 KA $\leq 3,5$ KV
- Tiempo de respuesta ≤ 25 ns

Fusible:

- Fabricante DF-Electric.
- Modelo NH1 gPV 1000 V D.
- Voltaje máximo en continua 1000 V.
- Poder de corte 30 KA en D.C.
- Intensidad nominal 80 A.
- Tiempo de corte 15 ms.
- Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Indicador de falla.

Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Base portafusible:

- Bases unipolares portafusibles seccionables en carga con mecanismo de seguridad basculante (NHC 250/400A).
- Fabricante Cahors.
- Modelo BUC NH1 (NHC1 L-T M10/A2).
- Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305.
- Intensidad nominal hasta 250 A.
- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.



- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.

2.4.7.- Líneas de inversor (L3).

Este tramo engloba las 5 líneas que parten de los cuadros parciales situados en la cubierta, y conectan con sus respectivos inversores. Cada línea estará formada por dos conductores unipolares XLPE 0.6/1 KV.

Cada una de las 5 líneas, partirá en el interior de canal en montaje superficial de su correspondiente cuadro parcial, hasta llegar al inversor correspondiente previo paso por el cuadro de entrada de inversor.

Por este tramo en interior de canal rectangular se dispondrán tres conductores por tubo, dos conductores correspondientes a la línea de conexión entre el cuadro parcial y el inversor, y el tercer conductor que será el conductor de protección, que se unirá al borne de puesta a tierra del generador fotovoltaico.

Una vez que las líneas llegan dentro de la caseta de inversores, atravesando la pared de la caseta, se utilizará como canalización bandeja horizontal perforada. Según ITC-BT-30, las bandejas deberán ir con cubiertas. Las líneas una vez dentro de la caseta se dirigirán al inversor correspondiente.

- Conductores.

Las líneas estarán formadas por dos conductores unipolares de 70 mm², de cobre electrolítico recocido, de tensión nominal 0,6/1 kV, norma de diseño (UNE 21123-4), RZ1-K (AS), aislamiento en XLPE, de la marca PYSMIAN y con las siguientes características:

- Cable flexible.
- No propagador de la llama (UNE EN 60332-1-2).
- No propagador del incendio (UNE EN 60332-3-24).
- Con baja emisión de humos opacos (UNE EN 61034-2).
- Libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1).
- Reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454).
- Nula emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-2).
- Resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.



2.4.8.- Cuadro de entrada de inversor.

- Situación, características y composición.

Dentro de la caseta de inversores se situarán el cuadro de entrada de inversor de protección y maniobra de las líneas de entrada a los inversores. El cuadro estará formado por una caja estanca y sus protecciones, y se situará en el lateral norte de la caseta de inversores, donde se produce la entrada de las líneas L3. Los cuadros estarán fijados a la pared con tornillos de diámetro y longitud conveniente. Estará situada a 1,1 metros del suelo.

Se denominará Cuadro de entrada de inversores (**CEI**). La protección y mando se realizará mediante interruptores-seccionadores fusibles con mecanismo basculante.

Características técnicas de los componentes del CEI:

Caja estanca:

- Caja FV estanca de conexiones, Marca Safybox CA,Uriarte, modelo CA-64 vacía.
- Caja aislante estanca de polyester fabricada en material termoplástico autoextinguible, resistente al calor y al fuego hasta 650°C y protegido contra rayos ultravioleta.
- Tapa de policarbonato UV de alta resistencia a golpes, elementos químicos y calor, fabricada en policarbonato, antirreflejo
- Dimensiones de la caja: 540x360x170.
- Nº máximo de prensaestopas 10 (cinco líneas).
- Con Rail Din. IP 65.
- Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

Fusible:

- Fabricante DF-Electric.
- Modelo NH2 gPV 1000 V D.
- Voltaje máximo en continua 1000 V.
- Poder de corte 30 KA en D.C.
- Intensidad nominal 200 A.
- Tiempo de corte 15 ms.
- Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos.



- Indicador de falla.

Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Base portafusible:

- Bases unipolares portafusibles seccionables en carga con mecanismo de seguridad basculante (NHC 250/400A).
- Fabricante Cahors.
- Modelo BUC NH2 (NHC2 L-T M10/A2).
- Materiales autoextinguibles, clase térmica “B” según UNE 21305.
- Intensidad nominal hasta 400 A.
- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica “F” según UNE 21.305.
- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.

En virtud a ITC-BT-17, la altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, desde el nivel del suelo, será 1,10 m.

2.4.9.- Líneas de salida (L4).

Por cada inversor habrá una línea de conexión al embarrado de la instalación fotovoltaica, si la instalación consta de 5 inversores, por lo tanto se dispondrá de 5 líneas de salida.

Las líneas parten del inversor, atraviesan el cuadro de salida de inversores, y se canalizan por medio de una bandeja perforada por el techo. Mediante esta bandeja perforada estas líneas se dirigen al Cuadro Principal situado en el extremo sur de la caseta de inversores. Desde el techo las líneas se descuelgan al Cuadro Principal.



- Conductores.

Las líneas estarán formadas por cuatro conductores unipolares de 35 mm², tres de fase y uno para el neutro, de cobre electrolítico recocido, de tensión nominal 0,6/1 kV, norma de diseño (UNE 21123-4), RZ1-K (AS), aislamiento en XLPE, de la marca PYSMIAN y con las siguientes características:

- Cable flexible.
- No propagador de la llama (UNE EN 60332-1-2).
- No propagador del incendio (UNE EN 60332-3-24).
- Con baja emisión de humos opacos (UNE EN 61034-2).
- Libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1).
- Reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454).
- Nula emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-2).
- Resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.

2.4.10.- Cuadro de salida de inversor.

- Situación, características y composición.

El cuadro de salida de inversor se encuentra en la caseta de inversores, en su interior se disponen los dispositivos de mando y protección de las líneas de salida de los inversores. El cuadro está situado al margen de su correspondiente inversor. Los cuadros estarán fijados a la pared con tornillos de diámetro y longitud conveniente.

Se denominarán los cuadros como **CSI**.

Características técnicas de los componentes del CSI:

Caja estanca:

- Caja FV estanca de conexiones, Marca Safybox CA,Uriarte, modelo CA-43 vacía.
- Caja aislante estanca de polyester fabricada en material termoplástico autoextinguible, resistente al calor y al fuego hasta 650°C y protegido contra rayos ultravioleta.
- Tapa de policarbonato UV de alta resistencia a golpes, elementos químicos y calor, fabricada en policarbonato, antirreflejo
- Dimensiones de la caja: 360x270x170.
- Con Rail Din. IP 65.



- Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

Interruptor magnetotérmico trifásico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo DPX 160.
- Intensidad nominal 160 A.
- Poder de corte 25 KA.
- Cuatro polos.
- Térmico regulable 0,64 / 1 de Intensidad nominal.
- Magnético regulable 3,5 / 10 de Intensidad nominal
- Conforme a norma UNE-EN 60947-2/60947-3

Bloque diferencial electrónico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo asociado a DPX 160.
- Montaje lateral.
- Sensibilidad 300 mA regulable hasta 3 A.
- Cuatro polos.
- Clase A.
- Botón de rearme.
- Botón de test.

En virtud a ITC-BT-17, la altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, desde el nivel del suelo, será 1,10m.

Al disponer de protecciones en las líneas de entrada y salida del inversor, se puede aislar el inversor de la instalación fotovoltaica individualmente, lo que posibilita las posteriores labores de mantenimiento o reparación del mismo. Con lo que se consigue una mejor fiabilidad de la instalación.

2.4.11.- Línea principal (L5).

La línea principal transcurrirá dentro de la caseta de inversores.



La longitud aproximada de la línea principal será de 3 metros; y está formada por cuatro conductores unipolares 0.6/1KV, de los cuales tres son los conductores de fase con una sección de 300 mm² y un conductor para el neutro con de 150 mm² de sección.

La línea sale del cuadro principal circula por el interior de canaleta y entra al armario de la caja de protección y medida (CPM).

- Conductores.

Las líneas estarán formadas por cuatro conductores unipolares de 300 mm², tres de fase y uno para el neutro, de cobre electrolítico recocido, de tensión nominal 0,6/1 kV, norma de diseño (UNE 21123-4), RZ1-K (AS), aislamiento en XLPE, de la marca PYSMIAN y con las siguientes características:

- Cable flexible.
- No propagador de la llama (UNE EN 60332-1-2).
- No propagador del incendio (UNE EN 60332-3-24).
- Con baja emisión de humos opacos (UNE EN 61034-2).
- Libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1).
- Reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454).
- Nula emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-2).
- Resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío.
- Resistencia a los rayos ultravioleta.

2.4.12.- Cuadro principal.

- Situación, características y composición.

El cuadro principal se encuentra en la caseta de inversores, en su interior se disponen los dispositivos de mando y protección de las líneas de salida de los inversores. El cuadro está situado en el margen sur de la caseta de inversores. Los cuadros estarán fijados a la pared con tornillos de diámetro y longitud conveniente.

Se denominarán el cuadro como **CP**.

Características técnicas de los componentes del CP:

Caja estanca:

- Caja FV estanca de conexiones, Marca Safybox CA,Uriarte, modelo CA-63 vacía.
- Caja aislante estanca de polyester fabricada en material termoplástico autoextinguible, resistente al calor y al fuego hasta 650°C y protegido contra rayos ultravioleta.



- Tapa de policarbonato UV de alta resistencia a golpes, elementos químicos y calor, fabricada en policarbonato, antirreflejo
- Dimensiones de la caja: 540x270x170.
- Con Rail Din. IP 65.
- Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

Interruptor magnetotérmico trifásico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo DPX 630.
- Intensidad nominal 630 A.
- Poder de corte 36 KA.
- Cuatro polos.
- Térmico regulable 0,8 / 1 de Intensidad nominal.
- Magnético regulable 5 / 10 de Intensidad nominal
- Conforme a norma UNE-EN 60947-2/60947-3

Bloque diferencial electrónico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo asociado a DPX 630.
- Montaje lateral.
- Sensibilidad 300 mA regulable hasta 3 A.
- Cuatro polos.
- Clase A.
- Botón de rearme.
- Botón de test.

En virtud a ITC-BT-17, la altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, desde el nivel del suelo, será 1,10m.



En el CP entrarán las 5 líneas trifásicas de 35 mm² pertenecientes a cada uno de los 5 inversores, y saldrá una única línea trifásica de 300 mm².

De este modo se agruparán todas las fases R, S, T y neutro cada una por separado, de este modo las 5 subinstalaciones de 70 kw, formarán la instalación de 350 kw.

2.4.13.- Caja de protección y medida.

- Situación, características y composición.

En conformidad con ITC-BT-14, "Para suministros para un único usuario alimentados desde el mismo lugar,..., y al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida."

En la instalación de desalinización existe ya un Cuadro de protección y medida, el cual tiene el espacio suficiente en su interior para la adaptación de la nueva instalación.

La caja de protección y medida está colocada en el interior de la caseta de la desaladora, a una altura del suelo de 0,3 metros de la parte más baja de la caja de protección y medida.

La caja general de protección estará formada por armario de poliéster autoextinguible reforzado con fibra de vidrio.

Se añadirá un contador trifásico bidireccional estático combinado y un interruptor seccionador con fusibles.

-Equipos de medida.

Se instalará un contador trifásico estático combinado, disponible en conexión directa y en conexión a transformadores de medida, transformadores de intensidad, bases portafusibles e interruptor en armario de poliéster autoextinguible reforzado con fibra de vidrio para su colocación en exterior modelo UR-CIT-E-FOT, del fabricante URIARTE, o similar.

Serán cuadros modulares envolventes para medida de baja tensión, y de los modelos normalizados por Iberdrola, S.A. Para su instalación se tendrán en cuenta las prescripciones de la Inst. ITC BT 016. Y tendrá las siguientes características:

- Contador bidireccional CONTSL762 DT.
- Calibre: 3x230/400V 500/5A
- Frecuencia 50Hz.
- Número de dígitos (enteros/decimales): Energía 9/0, Máxima 7/2.
- Salidas/Comunicaciones: Sin carta de salidas + RS232.
- Clase: Clase 1.
- Peso impulso led (imp/kWh): 10.000.



- Precisión:
 - Conexión directa: Clase 1 (activa), Clase 2 (reactiva).
 - Conexión a transformador: Clase 0,25 (activa), Clase 0,5 (reactiva).
- Rango de temperatura: -47°C hasta + 70°C.
- Normas de referencia:
 - EI 62052-11, CEI 62053-21, CEI 62053-22; CEI 62053-23 y CE.
- Comunicaciones:
 - Puerto óptico (CEI 61107). Puerto serie RS232C y/o RS485.

Se colocará dentro del armario de la caja de protección y medida, ocupando los dos módulos superiores. Se cumplirá con lo establecido por la **ITC-BT-16**.

-Interruptor general manual.

En cumplimiento del Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. La instalación fotovoltaica deberá poseer un Interruptor general manual.

El cual será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.

Intensidad nominal máxima de la instalación 510 A.

El interruptor general manual será un interruptor seccionador con fusible de la marca Telergon, modelo M-21. Con las siguientes características:

- Modelo Interruptores seccionador con fusibles
- Número de polos: 3 + N
- Tensión de aislamiento: 1000 V
- Poder de corte: 5.1 KA
- Intensidad eficaz soportada: 100 KA
- Rigidez dieléctrica (50 Hz, 1 min): 8 KV
- Potencia disipada por el fusible: 44 W
- Calibre del fusible: 630 A.
- Tipo de fusible: NH
- Nº mínimo de maniobras sin carga: 5000



- Nº mínimo de maniobras con carga: 1000
- Sección de cable rígido mm²: 300
- Potencia de empleo: 370 kW

2.4.14.- Acometida.

No podemos considerar a la línea que conecta la Caja de Protección y Medida con el cuadro de baja tensión del centro de transformación, como acometida. Porque la acometida según el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, según ITC-BT-11, Redes de distribución de Energía Eléctrica. Acometidas, se define como "Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

Y como la línea que conecta la CPM de la instalación fotovoltaica con el transformador, es una línea privada, que estará colocada en un recinto privado, y en dicha línea es exclusivamente para la instalación fotovoltaica, por lo que no se puede definir como parte de la red de distribución.

Por lo tanto queda totalmente justificado que **no procede el apartado de Acometida.**

2.4.15.- Protecciones en corriente continua.

-Fusibles de protección del generador fotovoltaico.

En virtud de la ITC-BT-22, y la norma UNE EN 60269, y cumpliendo lo establecido, se elegirán cartuchos tipo "gPV", que son capaces de proteger contra sobrecargas y cortocircuito, y su uso es general.

Se protegerá cada línea que entra al cuadro parcial, con un fusible de 80A.

Los fusibles se colocarán cada uno en su correspondiente base portafusibles basculantes. Las bases portafusibles se ensamblará al rail Din del cuadro parcial correspondiente.

Fusible utilizado:

- Fabricante DF-Electric.
- Modelo NH1 gPV 1000 V D.
- Voltaje máximo en continua 1000 V.
- Poder de corte 30 KA en D.C.
- Intensidad nominal 80 A.
- Tiempo de corte 15 ms.
- Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Indicador de falla.



-Fusibles de protección en cuadro de entrada de inversores.

Se protegerá cada uno de los circuitos de 73,2 kW que se conectará a su correspondiente inversor, contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de cada línea de entrada al inversor se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Se cumplirá lo establecido por la norma UNE 20.460-4-473.

Se realizará la protección magnetotérmica de las 5 líneas de entrada, con 5 Interruptores fusibles seccionadores repartidos en los cuadros secundarios.

Cada interruptor fusible seccionador se denominará con la misma referencia que el inversor al que maniobra.

Int-Sec-Fus	Cuadro de entrada de inversores	Inversor.
CEI-F1	CEI-1	1
CEI-F2	CEI-2	2
CEI-F3	CEI-3	3
CEI-F4	CEI-4	4
CEI-F5	CEI-5	5

Fusible utilizado:

- Fabricante DF-Electric.
- Modelo NH2 gPV 1000 V D.
- Voltaje máximo en continua 1000 V.
- Poder de corte 30 KA en D.C.
- Intensidad nominal 200 A.
- Tiempo de corte 15 ms.
- Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Indicador de falla.

- Número de circuitos e identificación.

La instalación fotovoltaica tiene una potencia de 350 kw, y está formada por 5 inversores de 70 kw. Por lo que la instalación se divide en 5 circuitos idénticos que se enlazan en el embarrado de las líneas de salida de los inversores, situado en la caseta de inversores, cada uno de estos circuitos consta de un inversor, una agrupación de módulos fotovoltaicos cuya potencia pico es de 11 kw, protecciones y conductores.



A cada circuito para su identificación será designado un número, haciendo referencia al inversor al que pertenece. Esta denominación deberá ir anotada en todos los cuadros de la instalación, de manera legible e indeleble.

Inversor	Cuadro de distribución		Cuadro de entrada de inversores	Cuadro parcial
	Protec. Mag.	Protec. Dif.		
1	PM-I-1	PD-I-1	CEI-1	C-1
2	PM-I-2	PD-I-2	CEI-2	C-2
3	PM-I-3	PD-I-3	CEI-3	C-3
4	PM-I-4	PD-I-4	CEI-4	C-4
5	PM-I-5	PD-I-5	CEI-5	C-5

2.4.16.- Protecciones en corriente alterna.

-Protección magnetotérmica de las líneas individuales de salida de los inversores.

En aplicación de la ITC-BT-22, y la ITC-BT-24, cada una de las líneas trifásicas de salida de los inversores serán protegidas con protección magnetotérmica y diferencial, todas ellas se conectarán a un embarrado general de la instalación fotovoltaica, para continuar con una única línea de sección mayor, esta línea única soportará toda la potencia que se vierte a la red.

Protegiendo cada línea por separado se consigue una mayor flexibilidad y seguridad en la instalación fotovoltaica ante cualquier fallo de ésta, y facilitando las labores de mantenimiento sin tener que desconectar toda la instalación de la red.

La protección magnetotérmica se realizará con interruptor magnetotérmico trifásico, de cuatro polos, para proteger las tres fases y el neutro de sobrecargas prolongadas y cortocircuitos de manera efectiva. Se cumplirá lo establecido por la norma UNE 20.460-4-473.

Se realizará la protección magnetotérmica de las 5 líneas de salida, con 5 Interruptores automáticos magnetotérmicos.

Cada interruptor magnetotérmico se denominará con la misma referencia que el inversor al que maniobra.

Interruptor Magnetotérmico	Inversor
PM-I-1	1
PM-I-2	2
PM-I-3	3
PM-I-4	4
PM-I-5	5

Interruptor magnetotérmico trifásico:

- Fabricante Legrand.



- Modelo DPX 160.
- Intensidad nominal 160 A.
- Poder de corte 25 KA.
- Cuatro polos.
- Térmico regulable 0,64 / 1 de Intensidad nominal.
- Magnético regulable 3,5 / 10 de Intensidad nominal
- Conforme a norma UNE-EN 60947-2/60947-3

- Protección diferencial de las líneas individuales de salida de los inversores.

Una vez que cada línea de salida ha sido protegida por sobretensión a través del interruptor magnetotérmica, deberán protegerse las líneas contra los contactos indirectos en virtud del ITC-BT-24.

Cada línea de salida del inversor individualmente será protegida antes de conectarse al embarrado de la instalación fotovoltaica con interruptor diferencial trifásico. Se realizará la protección diferencial de las 5 líneas de salida, con 5 Interruptores diferenciales.

Cada interruptor diferencial se denominará con la misma referencia que el inversor al que maniobra.

Interruptor Diferencial	Inversor
PD-I-1	1
PD-I-2	2
PD-I-3	3
PD-I-4	4
PD-I-5	5

Bloque diferencial electrónico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo asociado a DPX 160.
- Montaje lateral.
- Sensibilidad 300 mA regulable hasta 3 A.
- Cuatro polos.
- Clase A.
- Botón de rearme.



- Botón de test.

-Protección magnetotérmica de la línea principal.

En aplicación de la ITC-BT-22, y la ITC-BT-24, la línea principal será protegida con protección magnetotérmica y diferencial, esta línea única soportará toda la potencia que se vierte a la red.

La protección magnetotérmica se realizará con interruptor magnetotérmico trifásico, de cuatro polos, para proteger las tres fases y el neutro de sobrecargas prolongadas y cortocircuitos de manera efectiva. Se cumplirá lo establecido por la norma UNE 20.460-4-473.

Se realizará la protección magnetotérmica con Interruptor automático magnetotérmico.

Interruptor magnetotérmico trifásico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo DPX 630.
- Intensidad nominal 630 A.
- Poder de corte 36 KA.
- Cuatro polos.
- Térmico regulable 0,8 / 1 de Intensidad nominal.
- Magnético regulable 5 / 10 de Intensidad nominal
- Conforme a norma UNE-EN 60947-2/60947-3

- Protección diferencial de la línea principal.

Una vez que cada línea de salida ha sido protegida por sobretensión a través del interruptor magnetotérmico, deberán protegerse la línea contra los contactos indirectos en virtud del ITC-BT-24.

Se realizará la protección diferencial de la línea principal con Interruptores diferenciales.

Bloque diferencial electrónico:

- Fabricante Legrand.
- Modelo asociado a DPX 630.
- Montaje lateral.



- Sensibilidad 300 mA regulable hasta 3 A.
- Cuatro polos.
- Clase A.
- Botón de rearme.
- Botón de test.

2.5.- Línea de puesta a tierra.

2.5.1.- Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos.

Se cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15), sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única puesta a tierra. Ésta será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro.

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto, cuyos valores están de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20.572.-1. La tensión límite se establece en **24 V** considerando nuestra instalación similar a las de alumbrado público, como se contempla para ellas en la ITC-BT-09.

2.5.2.- Tomas de tierra.

Cumplirá todo lo descrito por ITC-BT-18, para la toma de tierra se utilizará electrodos formados por picas de cobre y serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. La profundidad de enterramiento de las tierras será 0,60 metros.

Los electrodos de puesta a tierra tendrán las siguientes características:

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| • Picas vertical formadas por barras. | |
| • Situación de las picas | En hilera |
| • Separación de las picas | 4 m |
| • Número de picas | 3 |
| • Longitud de las picas | 1 m |
| • Diámetro de las picas | 15 mm |



- | | |
|----------------------------------|--------------------|
| • Sección del conductor de unión | 35 mm ² |
| • Profundidad de enterramiento | 0,6 m |
| • Resistencia del electrodo | 16,67 Ω |

Las características del terreno serán:

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| • Naturaleza del terreno | Terreno cultivable |
| • Resistividad en $\Omega \cdot m$ | 50 |

Con las características del electrodo y del terreno, se consiguen una tensión de contacto de 5 V, con la protección 300 mA, cumpliendo lo establecido por ITC-BT-18, que estable una tensión de 24 V en local o emplazamiento conductor.

Las tomas de tierra se localizan y transcurren delante de la caseta de inversores a 1,5 metros, enterradas a 0,6 metros de suelo, formando hilera.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremará el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Las conexiones se realizarán con soldadura aluminotermia.

La distancia mínima de separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación según establece el apartado 11, de ITC-BT-18, es de 9,95 metros. se verificará dicha distancia, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de la fotovoltaica puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

2.5.3.- Líneas principales de tierra.

La instalación fotovoltaica consta de dos líneas principales de tierra, una para el generador fotovoltaico, y otra para la caseta de inversores. Ambas líneas se unirán al mismo electrodo de puesta a tierra.

Las líneas principales de tierras de la instalación se conectarán a su borne de puesta a tierra correspondiente, para la línea principal de tierra de la caseta de inversores se conectará al borne de puesta a tierra de la caseta de inversores, y para la línea principal de tierra del generador fotovoltaico se conectará al borne de puesta a tierra del generador fotovoltaico.

La línea principal de tierra de la caseta de inversores utilizará conductor desnudo de 35 mm², por dentro de la caseta, y el tramo de línea que conecta con la primera toma de tierra, irá el conductor desnudo de 35 mm² enterrado a una profundidad no inferior a 0,50 metros.

La línea principal de tierra del generador fotovoltaico utilizará conductor desnudo de 35 mm², la línea partirá del borne de puesta a tierra situado en la caja de registro, y conectará con la primera toma de tierra más cercana a ésta.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.



2.5.4.- Derivaciones de las líneas principales de tierra.

- **Generador fotovoltaico.**

Las derivaciones de la líneas de tierra principal de generador fotovoltaica unirán eléctricamente el borne de puesta a tierra del generador fotovoltaico situado en la caja de registro, con las tierras situadas en los 5 cuadros parciales, mediante 5 conductores de protección de color verde – amarillo, en cumplimiento de la ITC-BT-19.

La sección de las derivaciones de la línea principal de tierra del generador fotovoltaico tendrá una sección de 16 mm².

2.5.5.- Conductores de protección.

Los conductores de protección unirán eléctricamente las masas de la instalación a los bornes de puesta a tierra.

En cumplimiento de la ITC-BT- 19 “Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.”

- **Generador fotovoltaico.**

Los conductores de protección del generador fotovoltaico unirán eléctricamente cada una de las filas de módulos, y cada descargadores de sobretensión con su regleta de tierra situada en cada cuadros parciales.

La unión del conductor de protección a la estructura soporte de los módulos, se realizará por medio de uniones soldadas sin empleo de ácido o por piezas de conexión de apriete por rosca, debiendo ser accesibles para verificación y ensayo. Estas piezas serán de material inoxidable y los tornillos de apriete, si se usan, estarán previstos para evitar su desapriete. En cumplimiento de la norma UNE-EN 60.998 -2-1.

La sección de conductor de protección para el generador fotovoltaico será 16 mm².

- **Habitación de inversores.**

Los conductores de protección de los inversores unirán eléctricamente cada una de las masas metálicas de los 5 inversores, con el borne de puesta a tierra de la caseta de inversores. También unirán los 5 descargadores de sobretensión situados dentro del inversor con el borne de puesta a tierra de la caseta de inversores.

La sección de conductor de protección para los conductores de los descargadores de sobretensión será 35 mm². Y de 16 mm² para los conductores de las masas metálicas de los inversores.

2.5.6.- Red de equipotenciabilidad.

No será necesario la conexión mediante un conductor equipotencial, de las masas del generador fotovoltaico que se encuentran sobre la cubierta, con las masas de los dispositivos que se alojan en la caseta de inversores, para conseguir una unión equipotencial. Ya que no serán accesibles ambas masas al mismo tiempo.

- **Generador fotovoltaico.**

En virtud de la ITC-BT-18, Apartado 8, “Conductores de equipotencialidad”, La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Por lo que la estructura soporte de los módulos forma una red equipotencial uniendo todas la masas entre si, y todas las filas estarán unidas por su extremos a una borne de puesta a tierra, mediante los conductores de protección. El borne de puesta a tierra del



generador fotovoltaico se alojará en la caja de registro, que recoge todos los conductores entubados de la cubierta.

- **Habitación de inversores.**

Todas las masas de los dispositivos que se alojarán en la habitación de los inversores, forman una red equipotencial, enlazada mediante los conductores de protección. Dichos conductores de protección irán unidos al borne de puesta a tierra de los inversores.

Ambas redes equipotenciales irán unidas a la misma toma de tierra, a través de sus correspondientes líneas principales de tierra. Las líneas principales de tierras partirán de los bornes de tierra y conectarán con la toma de tierra general de la instalación fotovoltaica.

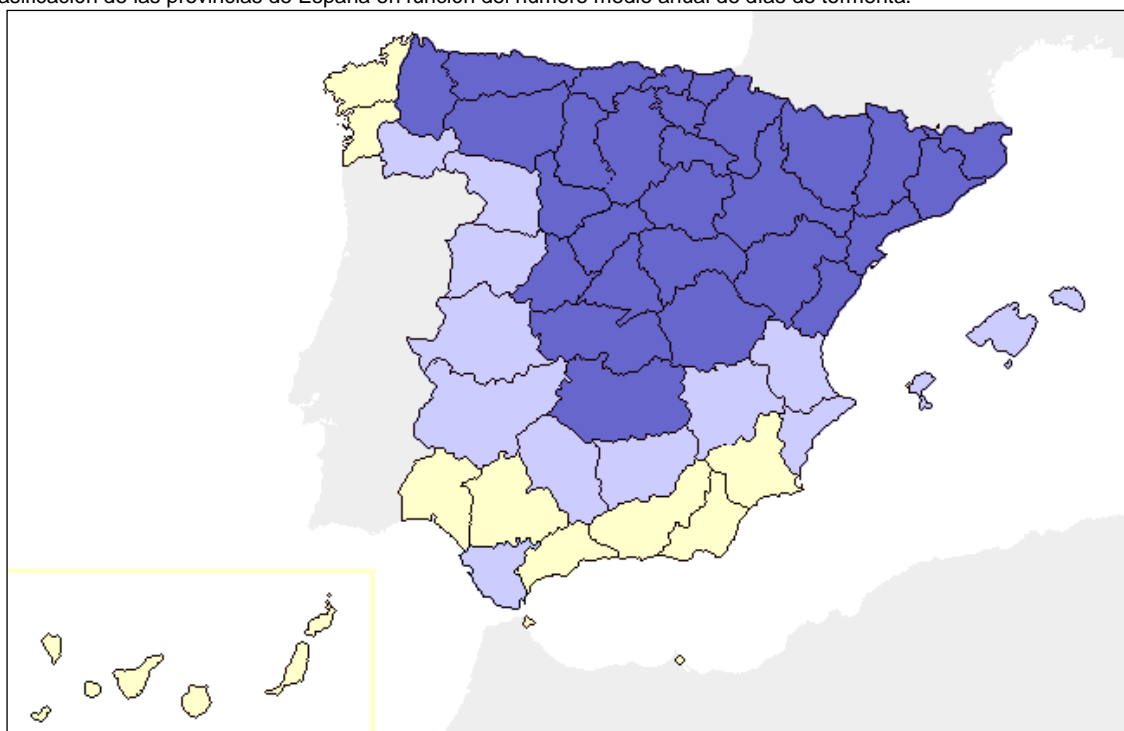
2.5.7.- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.


En recomendación de la ITC-BT-23, se dispondrán descargadores de sobretensión para proteger a la instalación de sobretensiones transitorias, que se originan fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.


La protección interna de una instalación fotovoltaica contra las sobretensiones transitorias se suele realizar colocando descargadores de sobretensiones entre los elementos de la instalación susceptibles de estar expuestos a la sobretensión, y un punto de evacuación, que será la puesta a tierra de la instalación.

Asimismo, aunque la situación sea natural (cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación), la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones es recomendable en aquellas provincias con al menos 20 días de tormenta al año, y muy recomendable en aquellas con al menos 25 días, según el mapa.

– Clasificación de las provincias de España en función del número medio anual de días de tormenta.



 Días tormenta/año <math>< 20</math>

 Días tormenta/año ≥ 20

 Días tormenta/año ≥ 25



La instalación fotovoltaica estará situada en la provincia de Murcia, en consecuencia la legislación no obliga a la colocación de descargadores de sobretensión, pero debido al bajo coste que supone su colocación, es asumible al considerar el coste de la instalación que protege y el coste de la potencia interrumpida de la generación eléctrica fotovoltaica.

La Asociación de la Industria Fovoltaica (ASIF) recomienda que se introduzca en el proceso de diseño esta consideración, como una precaución adicional para lograr una máxima seguridad y disponibilidad de la generación fotovoltaica que, recordemos, son unas de las razones que sustentan la buena reputación actual de que goza esta nueva tecnología de generación eléctrica.

Los equipos y materiales que forman parte de la instalación se clasifican como **Categoría III**, mediante la designación en una categoría se permitirá distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación. Y se logrará la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Los equipos y materiales se escogerán de manera que su tensión soportada e impulsos no serán inferiores a la tensión soportada de 4 KV.

Se protegerá la entrada CC del inversor, colocando un descargador de sobretensión en su cuadro parcial correspondiente.

La elección de los descargadores de sobretensiones se realizará según la máxima tensión de vacío del generador de fotovoltaica en un día frío de invierno con máxima incidencia solar, que será con 1000 W/ m² y una temperatura mínima de la célula de -10°C.

La tensión máxima producida por el generador fotovoltaico en estas condiciones será de 823 V, y se elegirá el descargador de sobretensión modelo **DG Y PV 1000**, que irá colocado en los cuadros parciales.

Características técnicas:

- | | |
|--|--------------|
| • Modelo | DG Y PV 1000 |
| • SPD según EN 61643 – 11 | Tipo 2 |
| • SPD según EN 61643 -1 | Clase II |
| • Descargadores de la clase de Exigencias (según E DIN VDE 0675-6) | C |
| • Tensión del módulo | ≤ 1000 V |
| • Máxima tensión permisible de servicio U _c | 500 V |
| • Corriente nominal de descarga (8/20)I _n | 20 KA |
| • Corriente máxima de descarga (8/20)I _{max} | 40 KA |
| • Nivel de protección U _p | ≤ 4 KV |



• Tiempo de respuesta t_A	≤ 25 ms	
• Margen de T^a	$-40^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$	
• Sección de conexión (mín)	1.5mm^2	hilo
• Sección de conexión (máx)	35mm^2	varios hilos
• Montaje sobre	Carril de sujeción	
• Material de la carcasa	Termoplástico,	
• Clase de protección	IP 20	

Cada cuadro parcial llevará su descargador de sobretensión, protegiendo así a cada instalación de 10 KW nominales, de posibles descargas atmosféricas en los módulos, en la estructura soporte, o en el propio conductor.

2.5.8.- Dispositivos de protección contra contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante la aplicación de las siguientes medidas:

- Protección por corte automático de alimentación. Interruptores diferenciales.
- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.

- Protección por corte automático de alimentación.

En virtud de la ITC-BT-24, el corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo estará destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un defecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572-1.

Con la configuración del electrodo de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica, se consigue limitar la tensión de defecto a tierra en 13,25 V, tensión muy inferior a 24 V, que es la tensión máxima de defecto que establece ITC-BT-30, para locales mojados.

El interruptor diferencial estará formado por un bloque diferencial **Vigi C 60**, adaptable al interruptor automático magnetotérmico, añadiéndole al interruptor automático magnetotérmico **C60L** la función de protección diferencial.

Características técnicas

• Modelo	Bloques diferenciales Vigi
• Sensibilidad	300 mA.
• Número de polos	4
• Calibre	≤ 25 A.



- Tipo Instantáneo
- T^a de utilización -25 °C a + 60 °C.
- Clase A
- Disparo magnético 3,2 ↔ 4,8 In.
- Pasos en 9 mm 14
- Bornes para cables <35mm₂ rígidos, <25mm₂ flexible.
- Homologación: producto conforme a la norma UNE 61009.
- Posee maneta blanca que permite el rearme simultáneo
- Indicador mecánico rojo de defecto diferencial.
- Inmunidad contra disparos intempestivos:
 - 250 A cresta para los instantáneos y 3 KA para los selectivos, según onda 8/20

- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.

Doble aislamiento ó Clase II, esta medida de protección consiste en separar las partes accesibles de las instalaciones de sus partes activas, mediante un doble aislamiento o un aislamiento reforzado.

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparatación construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

En cumplimiento del “Pliego de condiciones técnicas conectada a red”, como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico **clase I** en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

Todo el cable de continua será de doble aislamiento ó Clase II, y según garantiza el fabricante los módulos dispondrán de doble aislamiento.



2.5.9.- Obra civil.

- Zanjas para la puesta a tierra de la instalación.

Se realizará una zanja para la colocación del electrodo de puesta a tierra. La zanja tendrá una profundidad de 0,5 m y una longitud total de 18 de longitud. Se necesitará una anchura de 40 cm, para la realización de esta zanja.

El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc... En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

Una vez realizada la zanja se colocarán las 3 picas de 1m de longitud, a 4m una al lado de la otra formando una línea recta. Procediéndose a la unión de éstas con un conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección.

En un extremo de la toma de tierra se conectará con el conductor de tierra de la caseta de inversor. El otro extremo de la toma de tierra irá conectado al conductor de tierra del generador fotovoltaico, el cual bajará mediante tubo metálico en montaje superficial por la pared, y se conectará al extremo de la toma de tierra mediante grapa de cobre.

3.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

3.1.- Mantenimiento de la instalación fotovoltaica.

En cumplimiento de lo expuesto por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red y lo expuesto en el apartado HE 5 del Documento Básico del Código Técnico de la Edificación, donde se estipula la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes y se creará un programa de mantenimiento con el objetivo de definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

3.1.1.- Tipos de mantenimiento.

Se definirán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.



Plan de mantenimiento correctivo: Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación al menos semestral y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral en la que se realizarán las siguientes actividades:

Comprobación de las protecciones eléctricas.

Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.

Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornes), pletinas, transformadores, ventiladores, extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de la instalación y las incidencias acaecidas en ésta.

Se llevará un registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

3.1.2.- Mantenimiento de los dispositivos.

Módulo fotovoltaico.

Los módulos fotovoltaicos requerirán muy poco mantenimiento, por la su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles.
- La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reducirá el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras.



- La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza deberá ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo.

La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.

Conexiones eléctricas y cableado.

Para llevar un control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado, se procederá a efectuar las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
- Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales.

Inversores.

El mantenimiento necesario en este tipo de inversores se suele reducir a la comprobación periódica de las conexiones a los terminales del mismo. Además, la indicación luminosa en leds del funcionamiento del inversor, nos indicará si los niveles de funcionamiento son o no correctos.

3.1.3.- Mantenimiento de la estructura.

El mantenimiento de la estructura que soportará los módulos fotovoltaicos, será fundamentalmente mediante la inspección visual, en busca de golpes, corrosiones, estado de la pintura de protección, ausencia de deposiciones de agua, etc.

3.1.4.- Mantenimiento de la puesta a tierra.

En virtud de la ITC-BT- 19, el mantenimiento lo realizará personal técnicamente competente, que efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

3.2.- Garantía.

3.2.1.- Ámbito general de la garantía.

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



La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación. Normalmente el contrato de venta de la instalación incorpora las cláusulas relativas a la garantía de la misma.

3.2.2.- Plazos de garantía.

La garantía que se ofrece certifica el correcto funcionamiento de la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía de producto es de cinco años y la garantía de potencia es de 12 años al 90% y 25 años al 80%.

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

3.2.3.- Condiciones económicas.

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

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

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

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

3.2.4.- Anulación de la garantía.

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

3.2.5.- Lugar y tiempo de la prestación.

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

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.



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

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

4.- IMPACTO AMBIENTAL

4.1.- Problemática ambiental.

La evidencia científica del cambio climático es indiscutible, esto según lo planteado por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) organización internacional líder sobre el tema del cambio climático.

El cambio climático es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. Pudiera ser un cambio en las condiciones climáticas promedio o la distribución de eventos en torno a ese promedio (por ejemplo más o menos eventos climáticos extremos). El cambio climático puede estar limitado a una región específica, como puede abarcar toda la superficie terrestre.

La evidencia se basa en observaciones de los aumentos de temperatura del aire y de los océanos, el derretimiento de hielos y glaciares en todo el mundo y el aumento de los niveles de mar a nivel mundial.

Hechos indiscutibles: Aumento de las temperaturas a nivel mundial, 11 de los últimos 12 años han sido de los años más calurosos que se tienen en registro desde 1850. El aumento de temperatura promedio en los últimos 50 años es casi el doble del de los últimos 100 años. La temperatura global promedio aumentó 0.74°C durante el siglo XX.

Hay más CO₂ en la atmósfera, el dióxido de carbono es el contribuidor principal y dominante al cambio climático actual y su concentración atmosférica ha aumentado desde un valor de 278 partes por millón en la era preindustrial hasta 393 ppm en la actualidad.

Los científicos mundiales han determinado que el aumento de la temperatura debiera de limitarse a 2°C para evitar daños irreversibles al planeta y los consiguientes efectos desastrosos en la sociedad humana. Para lograr evitar este cambio irreversible y sus efectos, las emisiones de gases invernaderos debieran de alcanzar su máximo en el 2015 y disminuir progresivamente después de esa fecha hasta alcanzar una disminución del 50% para el año 2050.

Si se revisa el gráfico de las temperaturas de la superficie terrestre de los últimos 100 años, se observa un aumento de aproximadamente 0.8°C, y que la mayor parte de este aumento ha sido en los últimos 30 años.

Nadie pone en duda el aumento de la temperatura global, lo que todavía genera controversia es la fuente y razón de este aumento de la temperatura. Aún así, la mayor



parte de la comunidad científica asegura que hay más que un 90% de certeza que el aumento se debe al aumento de las concentraciones de gases invernadero por las actividades humanas que incluyen deforestación y la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón. Estas conclusiones son avaladas por las academias de ciencia de la mayor parte de los países industrializados.

Un aumento de la temperatura global resultará en cambios como ya se están observando a nivel mundial, podemos enumerar:

- a) Aumento de los niveles del mar
- b) Cambios en el patrón y cantidad de precipitaciones
- c) Expansión de los desiertos subtropicales

Se postula que si el aumento de la temperatura promedio global es mayor a 4°C comparado con las temperaturas preindustriales, en muchas partes del mundo ya los sistemas naturales no podrán adaptarse y, por lo tanto, no podrán sustentar a sus poblaciones circundantes. En pocas palabras, no habrá recursos naturales para sustentar la vida humana.

En el presente proyecto, se ha tenido un compromiso con el medioambiente gracias al uso de estas tecnologías. El Sol es una fuente inagotable de recursos para el hombre. Provee una energía limpia, abundante y disponible en la mayor parte de la superficie terrestre y puede por lo tanto, liberarlo de los problemas ambientales generados por los combustibles convencionales. Esta fuente de energía ilimitada puede proporcionar tanto energía térmica como energía eléctrica, tal y como se ha ido viendo a lo largo de este documento. Sin embargo, y a pesar de los avances tecnológicos de las últimas décadas, el aprovechamiento de esta opción ha sido insignificante, comparándolo con el consumo global de energía en el mundo.

Gracias a las nuevas políticas que apuestan por el desarrollo de las energías renovables se está avanzando de forma exponencial en la instalación, producción y desarrollo de las energías limpias en el mundo.

A nivel europeo, desde la aprobación en diciembre de 1997 del Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios sobre Fuentes de Energías Renovables, en el que se apuesta por lograr un crecimiento del aporte de las energías renovables que alcance un 12% del consumo total en un período de 12 años, han ido asumiéndose diversos compromisos políticos, básicos para el impulso de las mismas.

En España, las acciones políticas han pasado por la integración en la línea de desarrollo perfilada en las Cumbres de Río de Janeiro de 1993 y Kioto en 1997, así como lo estipulado en el V Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea.

También, con el nuevo Código Técnico de la Edificación, donde se establecen las condiciones mínimas de producción solar, entre otros, se ha podido avanzar en la instalación de este tipo de sistemas, gracias a incentivos económicos disponibles para su uso. Para todos y cada uno de estos compromisos, los distintos gobernantes de nuestro país se han marcado una meta clara, enfocada a la mejora del medio ambiente y el mantenimiento de los recursos naturales que puede resumirse en tres acciones paralelas:

- Aumentar la participación de las energías limpias en el consumo térmico y la generación eléctrica.
- Reducir el consumo energético.
- Reducir las emisiones contaminantes.



4.2.- Protocolo de Kioto.

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Las 141 naciones firmantes empezaron a aplicar medidas para reducir la emisión de los gases contaminantes que causan el calentamiento global.

Los gases contemplados son aquellos causantes del calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂)- el más importante-, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruro de azufre.

Kioto obliga a los países desarrollados a alcanzar una reducción mundial de las emisiones del 5,2% entre 2008 y 2012, frente a 1990. Para lograrlo, el Protocolo prevé distintas obligaciones de recorte o aumento de la contaminación, que en conjunto garantizan la reducción del 5,2%.

El Protocolo no impone multas, aunque sí castigos. El que no cumpla, tendrá que reducir en el siguiente período la cantidad incumplida multiplicada por 1,3. Además podría ser sancionado a no poder acogerse a algunos de los mecanismos que facilitan la reducción.

España tiene que limitar a un 15% el incremento de sus gases entre 2008 y 2012, respecto a las emisiones de 1999, para limitar sus emisiones y alcanzar los objetivos. En 2004 se estima que el aumento era ya del 45%.

En la Conferencia del Clima de Buenos Aires, se empezó a hablar de la segunda fase de Kioto. Es posible que un seminario de la ONU que se celebrará en Bonn (Alemania) en primavera se relance la discusión sobre los objetivos de Kioto a largo plazo. La UE ya ha empezado a discutir estos compromisos. Nadie se atreve a aventurar cifras.

Lo primero sería conseguir atraer a los objetivos de Kioto a EE.UU., para lograr ese 5,2%. Después comprometer a las economías emergentes como China, India o Brasil a que adopten compromisos para períodos posteriores.

Y finalmente, adoptar nuevos compromisos más elevados para el siguiente lustro. Sin embargo, podrían cambiar los criterios de cómo repartir la carga entre los países, dependiendo de su PIB, población y consumo, haciendo más equitativa la carga.

4.3.- Ahorro de emisiones contaminantes con instalación FV.

En los procesos de producción energética, la generación de energía a partir de combustibles fósiles emite a la atmósfera diversos compuestos contaminantes, entre ellos el CO₂.

El uso de energías renovables, como en el caso de la energía solar fotovoltaica es uno de los principales instrumentos para conseguir los objetivos marcados por el protocolo de Kioto de reducción de gases contaminantes a la atmósfera.

El presente proyecto tiene como propósito no tan sólo ahorrarle al empresario costes de consumo en electricidad sino también contribuir en lo posible en las reducciones de emisiones de CO₂. Como se ha ido apuntando en este documento, a continuación se dispone a explicar y cuantificar las emisiones generadas y evitadas de CO₂ gracias a la tecnología utilizada en el proyecto, que contribuyen de forma directa y pasiva a esta labor.



4.3.1.- Generalidades.

La obtención de electricidad a través de la energía fotovoltaica, se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, poco mantenimiento, una elevada fiabilidad, y no producir daños al medio ambiente.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red son centrales de producción de energía descentralizadas, con esto se consigue evitar pérdidas de transporte de energía, estimadas en un 7% de la energía producida.

Según el Plan de Fomento de Energías Renovables, para el 2010 la potencia total instalada en España debía ser de 400MW, esto suponía un incremento de 380MW en el periodo de cinco años. Esta cifra se alcanzó a lo largo del 2007 y actualmente se estima que la potencia total instalada en España es de unos 5000MW.

4.3.2.- Emisiones de CO₂.

Gracias a las centrales fotovoltaicas, ya sean grandes o pequeñas, aisladas o conectadas a red, se ahorra gran cantidad de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera evitando así todos los problemas descritos anteriormente en apartados anteriores.

Se estima que la producción de electricidad en España produce alrededor de 0,4Kg/kWh, este elevado valor es causado en gran medida por las centrales convencionales que aún funcionan en nuestro país como pueden ser las de carbón (Media de emisión de 0,9Kg/kWh) o fuel-oil (media de emisión de 0,7Kg/kWh).

También ha de tenerse en cuenta emisiones de otro tipo de gases nocivos como pueden ser los óxidos de nitrógeno o el dióxido de azufre.

Una instalación fotovoltaica conectada a red de 336 kw, genera anualmente una energía de 572.300 kWh, ahorrando en emisiones a la atmósfera 204,22 toneladas de CO₂.

El consumo energético de una familia española es 30 Kwh/día, con lo que anualmente consumirá 10.950 Kwh, produciendo 4,38 toneladas de CO₂ anuales. Con la energía generada por la instalación fotovoltaica se podrían alimentar 46 familias españolas.

Alumno

Cartagena, Octubre 2013.

Antonio Jesús Paredes Roca



I.- ANEXO 1 Inversión.

Costes de la instalación solar fotovoltaica.

Los costes de la instalación fotovoltaica serán de 2,54 €/W_p (con IVA), incluyendo los costes de ingeniería, legalización, montaje, y puesta en marcha, con la estructura soporte de los módulos, y los costes de obra civil.

El reparto económico en % de la instalación fotovoltaica se repartirá de la siguiente manera:

Generación.	73,25%
Inversores.	22,18 %
Estructura soporte	4,56 %
Proyecto.	0,88 %
Obra civil.	0,01 %
Puesta a tierra.	0,007 %
Costes Indirectos	3 %
Beneficio Industrial	6 %

Tras el anterior desglose de costes de la instalación, se puede observar el coste más significativo de la instalación. Es importante la correcta elección de la parte de la generación, o lo que es lo mismo, los módulos fotovoltaicos ya que esta parte de la instalación implica casi el 75% del precio total del sistema.

El sistema de inversores, es la parte más importante de la instalación tras los módulos fotovoltaicos, ya que es la parte esencial de este tipo de instalaciones. Los inversores implican una inversión de algo más del 22% del coste total.

El resto de los costes pertenecen a elementos secundarios como estructura soporte, puesta a tierra, obra civil o tramites de proyecto.

Resumen de la inversión inicial.

Como se puede ver en el presupuesto, el total de la inversión será de **929.313,61 € IVA incluido**.

Estudio de viabilidad económica.

Generalidades.

En el siguiente apartado se estudiará la viabilidad de la inversión y su periodo de retorno.

Las condiciones de pago se describen según las tasas e intereses actuales publicados por los organismos administrativos del país.

La inversión inicial con fondos propios representa el 24,7% del coste total de la inversión. El importe de la deuda contraída se realizará en un período de quince años con un interés fijo del 6,51 %.



La tasa de venta de la energía producida por la instalación fotovoltaica será la estipulada según el Régimen Especial de acuerdo con el RD 661/2007, actualizada según decreto a 2013.

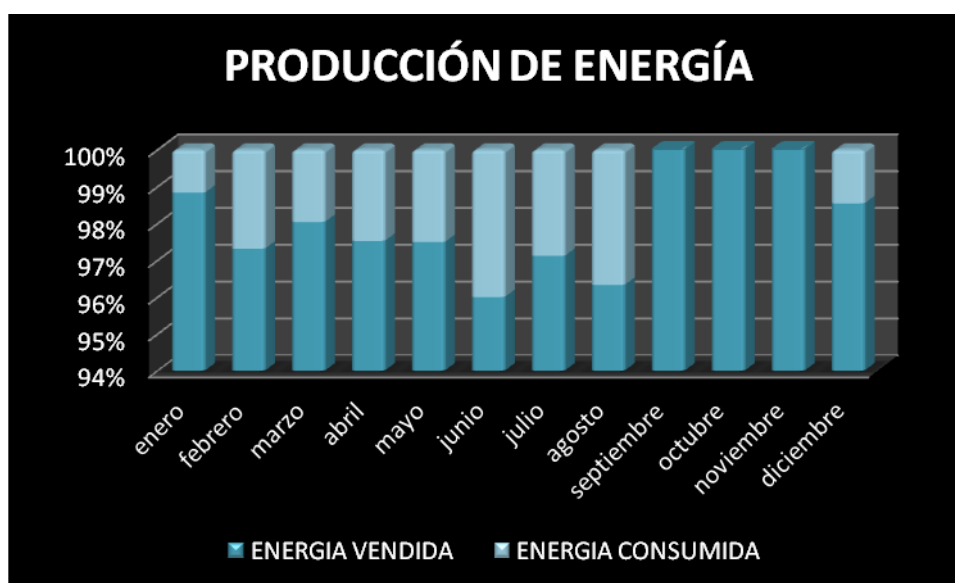
Ayudas públicas, subvenciones y financiación.

Subvenciones autonómicas.

En la Región de Murcia, no se fija ninguna subvención a la inversión de este tipo de instalaciones.

Producción anual estimada de energía.

La producción de energía estimada anual para la instalación será de 572.300 Kwh, distribuida anualmente como muestra la siguiente figura, donde se considera, a parte de la energía generada por los inversores, la energía consumida por la finca.



Ingresos anuales por venta de la electricidad.

La instalación solar fotovoltaica tiene una potencia total DE 366 kWp, de modo que la producción en Régimen Especial se abona, de acuerdo con el RD 661/2007 actualmente en vigor, con la tarifa de Grupo b.1.1., con un límite de 1250 horas anuales.

Tarifa de referencia 0,124985 €/kWh

Tarifa 0-25 años = 0,298557 €/kWh

Tarifa 25+ años = 0,239164 €/kWh



El beneficio económico de la energía producida por la instalación fotovoltaica cada mes será:

	kWh	€
Enero	28760,5	8586,648599
Febrero	33184	9907,315488
Marzo	46568	13903,20238
Abril	53834	16072,51754
Mayo	61421	18337,6695
Junio	64320,5	19203,33552
Julio	66430	19833,14151
Agosto	59243	17687,41235
Septiembre	48900	14599,4373
Octubre	39900	11912,4243
Noviembre	29600	8837,2872
Diciembre	27691	8267,341887
		167.147,7336 €

Que con el límite de horas quedaría en **140.586,84 €**

Estudio económico.

Condiciones y datos de partida.

Las condiciones del cálculo y los datos de partida se muestran en las siguientes tablas resumen:

Fondos propios	25%	230.000€
Cuantía	700.000	€
Tipo de interés	6,5	%
Plazo de préstamo	15	años
Frecuencia de pago	Anual	
Sistema de pago	Francés	
Número de pagos	15	
Precio referencia electricidad	0,124985	€/kWh
Prima eléctrica	29,8957 c€/kWh	Año 1 a 25
	23,9164 c€/kWh	Resto de años
Subvención	0%	

Potencia fotovoltaica instalada	366 kWp	
Coste de la instalación fotovoltaica	2,54 €/Wp	
Total de la ejecución fotovoltaica	725.577,42 €	877.948,68 € IVA incl.
Total de la ejecución de la obra	780.218,72 €	929.313,61 € IVA incl.
Cuota anual interés más amort.	74.446,95 €	
Producción eléctrica anual	572.300,39 kWh/año	



Pérdida anual de la producción	1%	Durante 40 años
Gastos de mantenimiento	5%	
Periodo amortización instalación	15 años	

Cálculo del servicio de la deuda.

La inversión inicial financiada con recursos propios será de 230.000 €, el 24,7% de la inversión inicial. Por tanto 700.000 € se deberán financiar con préstamo a quince años con una cuota anual de 74.446,95 € y un interés fijo igual total igual a 6,5%.

En la siguiente tabla se muestra con detalle la distribución de la vida del préstamo.

Período	Cuota Anual	Intereses	Cuota amortización	Capital vivo	Capital amortizado
0				700.000,00	
1	74.446,95	45.500,00	28.946,95	671.053,05	28.946,95
2	74.446,95	43.618,45	30.828,50	640.224,55	59.775,45
3	74.446,95	41.614,60	32.832,35	607.392,20	92.607,80
4	74.446,95	39.480,49	34.966,46	572.425,74	127.574,26
5	74.446,95	37.207,67	37.239,27	535.186,47	164.813,53
6	74.446,95	34.787,12	39.659,83	495.526,64	204.473,36
7	74.446,95	32.209,23	42.237,72	453.288,93	246.711,07
8	74.446,95	29.463,78	44.983,17	408.305,76	291.694,24
9	74.446,95	26.539,87	47.907,07	360.398,68	339.601,32
10	74.446,95	23.425,91	51.021,03	309.377,65	390.622,35
11	74.446,95	20.109,55	54.337,40	255.040,25	444.959,75
12	74.446,95	16.577,62	57.869,33	197.170,92	502.829,08
13	74.446,95	12.816,11	61.630,84	135.540,08	564.459,92
14	74.446,95	8.810,11	65.636,84	69.903,24	630.096,76
15	74.446,95	4.543,71	69.903,24	0,00	700.000,00

De esta manera se incrementará el valor total de la instalación ya que se deberá pagar unos intereses con valor de 416.704,22 €.

Cálculo del margen operativo bruto

El cálculo de los ingresos operativos se lleva a cabo según el precio estipulado del kilowatio hora según el RD 661/2007 con las modificaciones oportunas para 2013. La producción esperada sufrirá una disminución de su valor en el primer momento del 1% cada año.



Momento	Año	Volumen		
		Tarifa	kWh	Ingresos
0	2013			
1	2014	0,29 €	572300,00	165.967 €
2	2015	0,30 €	566577,00	167.593 €
3	2016	0,30 €	560911,23	169.236 €
4	2017	0,31 €	555302,12	170.894 €
5	2018	0,31 €	549749,10	172.569 €
6	2019	0,32 €	544251,61	174.260 €
7	2020	0,33 €	538809,09	175.968 €
8	2021	0,33 €	533421,00	177.693 €
9	2022	0,34 €	528086,79	179.434 €
10	2023	0,35 €	522805,92	181.192 €
11	2024	0,35 €	517577,86	182.968 €
12	2025	0,36 €	512402,08	184.761 €
13	2026	0,37 €	507278,06	186.572 €
14	2027	0,38 €	502205,28	188.400 €
15	2028	0,38 €	497183,23	190.247 €
16	2029	0,39 €	492211,40	192.111 €
17	2030	0,40 €	487289,28	193.994 €
18	2031	0,41 €	482416,39	195.895 €
19	2032	0,41 €	477592,23	197.815 €
20	2033	0,42 €	472816,30	199.753 €
21	2034	0,43 €	468088,14	201.711 €
22	2035	0,44 €	463407,26	203.688 €
23	2036	0,45 €	458773,19	205.684 €
24	2037	0,46 €	454185,45	207.699 €
25	2038	0,47 €	449643,60	209.735 €
26	2039	0,48 €	445147,16	211.790 €
27	2040	0,49 €	440695,69	213.866 €
28	2041	0,49 €	436288,74	215.962 €
29	2042	0,50 €	431925,85	218.078 €
30	2043	0,51 €	427606,59	220.215 €
31	2044	0,53 €	423330,52	222.373 €
32	2045	0,54 €	419097,22	224.553 €
33	2046	0,55 €	414906,25	226.753 €
34	2047	0,56 €	410757,18	228.975 €
35	2048	0,57 €	406649,61	231.219 €
36	2049	0,58 €	402583,12	233.485 €
37	2050	0,59 €	398557,28	235.773 €
38	2051	0,60 €	394571,71	238.084 €
39	2052	0,62 €	390625,99	240.417 €
40	2053	0,63 €	386719,73	242.773 €



Cálculo de la cuenta de resultados.

El beneficio neto de la instalación en cuarenta años será igual a **8.080.157 €**.

Momento	Año	Cuota		
		Préstamo	Ingresos	Beneficio
1	2014	74.447 €	165.967 €	91.520 €
2	2015	74.447 €	167.593 €	93.147 €
3	2016	74.447 €	169.236 €	94.789 €
4	2017	74.447 €	170.894 €	96.447 €
5	2018	74.447 €	172.569 €	98.122 €
6	2019	74.447 €	174.260 €	99.813 €
7	2020	74.447 €	175.968 €	101.521 €
8	2021	74.447 €	177.693 €	103.246 €
9	2022	74.447 €	179.434 €	104.987 €
10	2023	74.447 €	181.192 €	106.745 €
11	2024	74.447 €	182.968 €	108.521 €
12	2025	74.447 €	184.761 €	110.314 €
13	2026	74.447 €	186.572 €	112.125 €
14	2027	74.447 €	188.400 €	113.953 €
15	2028	74.447 €	190.247 €	115.800 €
16	2029		192.111 €	192.111 €
17	2030		193.994 €	193.994 €
18	2031		195.895 €	195.895 €
19	2032		197.815 €	197.815 €
20	2033		199.753 €	199.753 €
21	2034		201.711 €	201.711 €
22	2035		203.688 €	203.688 €
23	2036		205.684 €	205.684 €
24	2037		207.699 €	207.699 €
25	2038		209.735 €	209.735 €
26	2039		211.790 €	211.790 €
27	2040		213.866 €	213.866 €
28	2041		215.962 €	215.962 €
29	2042		218.078 €	218.078 €
30	2043		220.215 €	220.215 €
31	2044		222373 €	222373 €
32	2045		224552 €	224552 €
33	2046		226753 €	226753 €
34	2047		228975 €	228975 €
35	2048		231219 €	231219 €
36	2049		233485 €	233485 €
37	2050		235773 €	235773 €
38	2051		238084 €	238084 €
39	2052		240417 €	240417 €
40	2053		242773 €	242773 €



Tesorería, periodo de retorno y rentabilidad de la inversión.

Teniendo en cuenta que la inversión inicial con fondos propios incluyendo el IVA es igual a 230.000 €, los cuales se invierten en el año cero. El periodo de retorno de la inversión se estima en nueve años, este valor se obtiene contando los años en los que se obtiene un valor negativo en el cálculo del retorno.

Momento	Año	Margen Operativo	Principal	Interés	Amortización	Capital vivo	Capital amortizado	Retorno
0	2013							
1	2014	165.967 €	13.845 €	45.500 €	28.947 €	671.053 €	28.947 €	-806887,9215
2	2015	167.593 €	14.468 €	43.618 €	30.828 €	640.225 €	59.775 €	-657129,1917
3	2016	169.236 €	15.119 €	41.615 €	32.832 €	607.392 €	92.608 €	-508657,7578
4	2017	170.894 €	15.799 €	39.480 €	34.966 €	572.426 €	127.574 €	-361460,7467
5	2018	172.569 €	16.510 €	37.208 €	37.239 €	535.186 €	164.814 €	-215525,4142
6	2019	174.260 €	17.253 €	34.787 €	39.660 €	495.527 €	204.473 €	-70839,14355
7	2020	175.968 €	18.029 €	32.209 €	42.238 €	453.289 €	246.711 €	72610,55588
8	2021	177.693 €	18.841 €	29.464 €	44.983 €	408.306 €	291.694 €	214836,0498
9	2022	179.434 €	19.689 €	26.540 €	47.907 €	360.399 €	339.601 €	355849,5803
10	2023	181.192 €	20.575 €	23.426 €	51.021 €	309.378 €	390.622 €	495663,267
11	2024	182.968 €	21.500 €	20.110 €	54.337 €	255.040 €	444.960 €	634289,1082
12	2025	184.761 €	22.468 €	16.578 €	57.869 €	197.171 €	502.829 €	771738,9826
13	2026	186.572 €	23.479 €	12.816 €	61.631 €	135.540 €	564.460 €	908024,6497
14	2027	188.400 €	24.536 €	8.810 €	65.637 €	69.903 €	630.097 €	1043157,752
15	2028	190.247 €	25.640 €	4.544 €	69.903 €	-0 €	700.000 €	1177149,814
16	2029	192.111 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1310012,247
17	2030	193.994 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1441756,348
18	2031	195.895 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1572393,299
19	2032	197.815 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1701934,172
20	2033	199.753 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1830389,927
21	2034	201.711 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1957771,417
22	2035	203.688 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2084089,383
23	2036	205.684 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2209354,461
24	2037	207.699 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2333577,18
25	2038	209.735 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2456767,963
26	2039	211.790 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2578937,13
27	2040	213.866 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2700094,896
28	2041	215.962 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2820251,377
29	2042	218.078 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2939386,925
30	2043	220.215 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3057295,764
31	2044	222373,348	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3173990,16
32	2045	224552,607	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3289482,259
33	2046	226753,222	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3403784,083
34	2047	228975,404	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3516907,536
35	2048	231219,363	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3628864,401
36	2049	233485,313	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3739666,343



37	2050	235773,469	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3849324,913
38	2051	238084,049	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3957851,544
39	2052	240417,272	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	4065257,555
40	2053	242773,362	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	4171554,152

Todo el estudio anterior lleva al cálculo de los dos parámetros determinantes de la rentabilidad de la inversión, estos parámetros son el VAN (Valor Actual Neto), que si su valor es mayor que cero se demuestra que la inversión es rentable y el TIR (Tasa Interna de Retorno), que indica el valor máximo de la tasa de descuento con la que el proyecto sigue siendo rentable.

Los dos valores antes mencionados que se obtienen al analizar los flujos de caja durante cuarenta años demuestran que la inversión es rentable. Estos valores son los siguientes:

VAN 213.687,82 €
TIR 11,75%



II.- ANEXO 2 – CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO

SUNPOWER

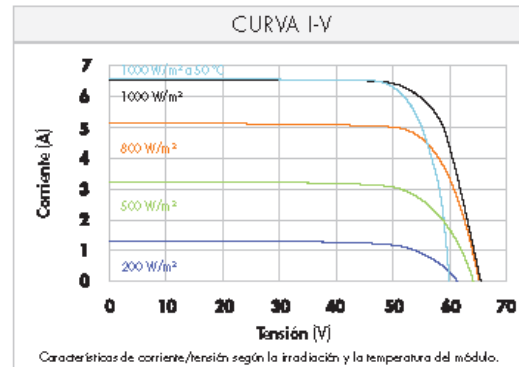
PANELES SOLARES E20/333 Y E20/327

MODELOS: SPR-333NE-WHT-D, SPR-327NE-WHT-D

DATOS ELÉCTRICOS			
Medidas en condiciones de prueba estándar (STC): Irradiancia 1000 W/m ² AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C			
Potencia nominal (+5/-0%)	P _{nom}	333 W	327 W
Eficiencia de célula	η	22,9%	22,5%
Eficiencia de panel	η	20,4%	20,1%
Voltaje en el punto de máxima potencia	V _{mpp}	54,7 V	54,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia	I _{mpp}	6,09 A	5,98 A
Voltaje de circuito abierto	V _{oc}	65,3 V	64,9 V
Corriente de cortocircuito	I _{sc}	6,46 A	6,46 A
Voltaje máximo del sistema	IEC	1000 V	
Coeficientes de temperatura	Potencia (P)	- 0,38% / K	
	Voltaje (V _{oc})	- 176,6 mV / K	
	Corriente (I _{sc})	3,5 mA / K	
NOCT		45 °C +/- 2 °C	
Corriente nominal de fusibles en serie		20 A	
Límite de corriente inversa (β string)	I _β	16,2 A	
Puesta a tierra		Puesta a tierra positiva no necesaria	

DATOS ELÉCTRICOS			
Medidas en temperatura nominal de operación de célula (NOCT): Irradiancia 800 W/m ² , 20 °C, viento de 1 m/s			
Potencia nominal	P _{nom}	247 W	243 W
Voltaje en el punto de máxima potencia	V _{mpp}	50,4 V	50,4 V
Corriente en el punto de máxima potencia	I _{mpp}	4,91 A	4,82 A
Voltaje de circuito abierto	V _{oc}	61,2 V	60,8 V
Corriente de cortocircuito	I _{sc}	5,22 A	5,22 A

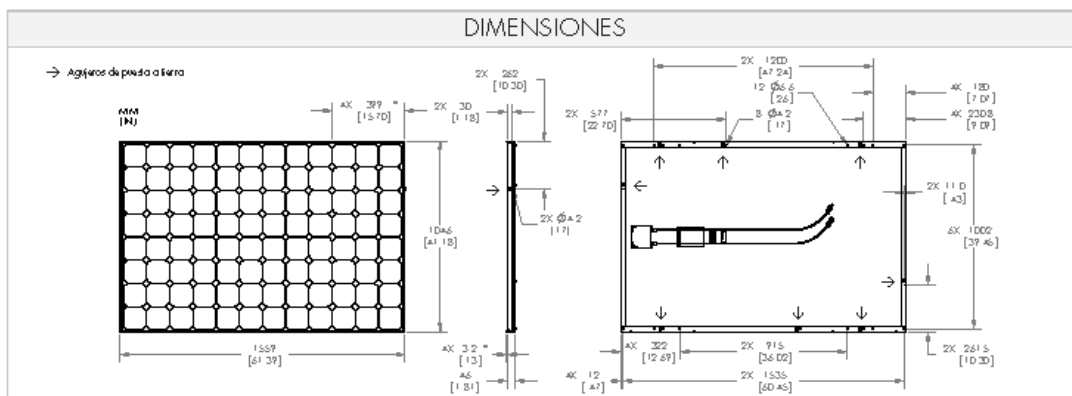
DATOS MECÁNICOS	
Células	96 células SunPower Maxeon®
Vidrio frontal	Cristal templado anti-reflectante de gran transmisividad
Caja de conexiones	IP65 con 3 diodos de bypass 32 mm x 155 mm x 128 mm



CONDICIONES DE PRUEBA PARA CERTIFICACIONES	
Temperatura	- 40 °C a +85 °C
Carga máx.	550 kg/m ² (5.400 Pa), frontal (p. ej.: nieve) o en configuraciones de montaje especializadas 245 kg/m ² (2.400 Pa) frontal y posterior (p. ej.: viento)
Resistencia al impacto	Granizo: 25 mm a 23 m/s

GARANTÍAS Y CERTIFICACIONES	
Garantías	Garantía limitada de potencia durante 25 años Garantía limitada de producto durante 10 años
Certificaciones	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

Cables de salida	Cables de 1000 mm / conectores MultiContact (MCA)
Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6063 (negro)
Peso	18,6 kg



Lea las instrucciones de seguridad e instalación antes de utilizar este producto.

Visite sunpowercorp.es para obtener más detalles.

©2011 SunPower Corporation. SUNPOWER, el logotipo de SunPower y las marcas comerciales THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR y MAXEON son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de SunPower Corporation en EE. UU. y en otros países. Reservados todos los derechos. Las especificaciones indicadas en esta lista técnica están sujetas a modificación sin previo aviso.

www.sunpowercorp.es

Documento n.º 2001-65483 Rev "B" / AA_ES
0311_802



III.- ANEXO 3 – CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR

INGECON

SUN

Power
Con transformador

**ÓPTIMAS
PRESTACIONES
EN GRANDES
INSTALACIONES
MULTIMEGAVATIO**

50 / 60 / 70 / 80 / 90 / 100

Inversor trifásico para instalaciones en cubierta de medianas y grandes potencias y para instalaciones multimegavatio en suelo.

Máxima eficiencia a temperaturas elevadas
Avanzado sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). Apto para instalaciones de media tensión, capaz de soportar huecos de tensión, control de reactiva y otros requerimientos.

Etapas de conversión trifásica pura
Salida equilibrada trifásica AC. Sin elemento adicional para desconectarlas simultáneamente.

Fácil instalación

No necesita elementos adicionales.
Desconexión manual de la red. Completo equipamiento de protecciones eléctricas incluido de serie.

Fácil mantenimiento

Datalogger interno para almacenamiento de datos hasta 3 meses. Control desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado del frontal del inversor. LEDs indicadores de estado y alarmas Pantalla LCD. Vida útil de más de 20 años.

Softwares incluidos

Incluye sin coste las aplicaciones Ingecon® Sun Manager e IngeRAS™ PV para la monitorización y visualización de datos del inversor a través de Internet.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años

PROTECCIONES

- Aislamiento galvánico entre la parte de DC y AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Fallos de aislamiento.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Seccionador en carga DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador-magnetotérmico AC.
- Descargadores de sobretensiones DC.
- Descargadores de sobretensiones AC.

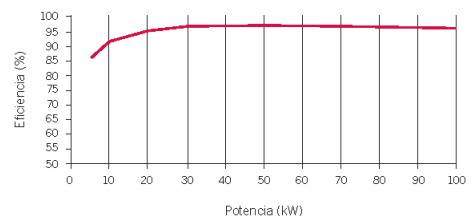
ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación entre inversores mediante RS-485, Ethernet o Bluetooth.
- Comunicación remota GSM/GPRS mediante módem.
- Monitorización de las corrientes de string del campo fotovoltaico. Ingecon® Sun String Control.
- Kit de puesta a tierra para los módulos FV que lo requieran.



RENDIMIENTO

Ingecon® Sun 100
V_{dc} = 450 V



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam



INGECON

SUN

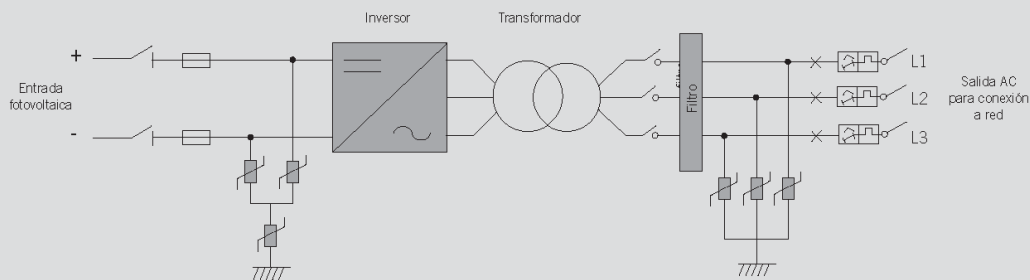
Power Con transformador

	70
Valores de Entrada (DC)	
Rango pot. campo FV recomendado ⁽¹⁾	73 - 91 kWp
Rango de tensión MPP	405 - 750 V
Tensión máxima DC ⁽²⁾	900 V
Corriente máxima DC	182 A
Nº entradas DC	4
MPPT	1
Valores de Salida (AC)	
Potencia nominal AC modo HT ⁽³⁾	70 kW
Potencia máxima AC modo HP ⁽⁴⁾	77 kW
Corriente máxima AC	131 A
Tensión nominal AC	400 V
Frecuencia nominal AC	50 / 60 Hz
Coseno Phi ⁽⁵⁾	1
Regulación Coseno Phi	±0,9 a Pnom
THD ⁽⁶⁾	<3%
Rendimiento	
Eficiencia máxima	97,20%
Euroeficiencia	96,10%
Datos Generales	
Refrigeración por aire	2.600 m³/h
Consumo en standby ⁽⁷⁾	30 W
Consumo nocturno	1 W
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +65°C
Humedad relativa	0 - 95%
Grado de protección	IP 20

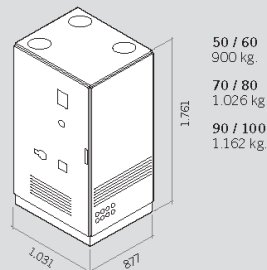
Notas: ⁽¹⁾ Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica ⁽²⁾ No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas ⁽³⁾ Hasta 45°C ambiente, Pmax=110% Pnom para transitorios no permanentes ⁽⁴⁾ Hasta 40°C ambiente, Pmax=Pnom ⁽⁵⁾ Para Pac>25% de la potencia nominal. Posibilidad de modificar Coseno Phi ⁽⁶⁾ Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumo desde el campo fotovoltaico.

Referencias normativas: CE, IEC61000-6-2, IEC61000-6-4, EN50178, RD1699/2011, P.O.12.3, VDE-AR-N-4105, Reglamento MT BDEW, VDE0126-1-1, CEI11-20, CEIO-21, Allegato 17 TERNA, Arrêté 23-04-2008.

Modo HT (high temperature) Potencias nominales a 45°C **Modo HP (high power)** Potencias nominales a 40°C



Dimensiones y peso (mm)



Ingeteam



IV.- ANEXO 4 – CABLES UTILIZADOS

energías renovables

instalaciones solares fotovoltaicas

AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV** Norma diseño: **UNE 21123-4** Designación genérica: **RZ1-K (AS)**



CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
UNE EN 60332-1-2



No propagación del incendio
UNE EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos
UNE EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

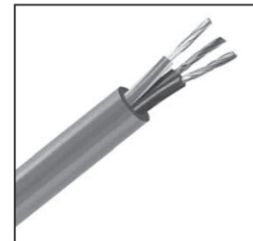
Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It 1.5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.
Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.



AISLAMIENTO

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.
Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
(Ver tabla de colores según número de conductores).

CUBIERTA

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.
Color: Verde.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.
 - Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). – Derivaciones individuales (ITC-BT 15). – Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).



AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**

Norma básica: **UNE 21123-4**

Designación genérica: **RZ1-K (AS)**



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	No Permitido	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	60	7.98	29	No Permitido	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.8	74	4.95	38	No Permitido	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.3	96	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.4	140	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	195	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	290	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.6	395	0.55	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	550	0.38	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	750	0.27	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	970	0.20	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	19	1200	0.16	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1480	0.12	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.9	1866	0.10	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.9	2350	0.08	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.5	3063	0.06	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	8.7	105	13.3	24	No Permitido	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	136	7.98	33	No Permitido	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	175	4.95	45	No Permitido	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	230	3.3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	14	345	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.4	780	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.4	1060	0.55	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	26.8	1448	0.38	188	166	0,99	0,88
3 G 1.5	0.7	9.2	120	13.3	24	No Permitido	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	160	7.98	33	No Permitido	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	215	4.95	45	No Permitido	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	282	3.3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0.7	14.7	430	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	17.8	650	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	24.9	1355	0.55	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.6	1869	0.38	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.1	2530	0.27	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1.1	36.4	3322	0.20	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1.2	40.3	4301	0.16	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1.4	44.9	5332	0.12	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1.6	49.8	6521	0.10	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1.7	56.1	8576	0.08	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1.8	61.8	10633	0.06	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40°C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.



AFUMEX 1000 V (AS)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**

Norma básica: **UNE 21123-4**

Designación genérica: **RZ1-K (AS)**



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

En el caso de conductores con sección "3 x a/b", se trata de tres conductores de sección "a" (las fases) más un conductor de sección "b".

(1) Instalación en bandeja al aire (40°C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K-m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.



V.- ANEXO 5 – ÓSMOSIS INVERSA

¿Qué es la ósmosis?

La ósmosis es un fenómeno físico-químico de difusión pasiva que implica un movimiento neto de agua a través de una membrana selectivamente permeable que limita dos compartimentos, es provocado por la diferencia de concentración (gradiente) de una solución acuosa entre ambos compartimentos. La ósmosis es un fenómeno biológico importante para la fisiología celular de los seres vivos.

¿En que consiste el proceso de ósmosis inversa?

El proceso de la ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar y para quitar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirogénicos, la materia coloidal submicro organismos, virus y bacterias del agua. El proceso se llama ósmosis “reversa” cuando se requiere la presión para forzar el agua pura a través de una membrana provocando que las impurezas salgan detrás. La ósmosis reversa es capaz de quitar 95%-99% de los sólidos disueltos totales (TDS) y el 99% de todas las bacterias, de esta manera se proporciona agua segura, pura.

En proceso de la ósmosis inversa el agua es forzada a cruzar una membrana para dejar las impurezas atrás. La permeabilidad de la membrana puede ser tan pequeña que prácticamente todas las impurezas, moléculas de la sal, bacterias y los virus son separados del agua.

Principio de la Ósmosis Inversa

El solvente (no el soluto) pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada a través de una membrana semi-permeable. Entre ambas soluciones existe una diferencia de energía originada en la diferencia de concentraciones. El solvente pasará en el sentido indicado hasta alcanzar el equilibrio. Si se agrega a la solución más concentrada energía en forma de presión, el flujo de solvente se detendrá cuando la presión aplicada sea igual a la presión osmótica aparente entre las dos soluciones. Esta presión osmótica aparente es una medida de la diferencia de energía potencial entre ambas soluciones. Si se aplica una presión mayor a la solución más concentrada, el solvente comenzará a fluir en el sentido inverso. Se trata de la ósmosis inversa. El flujo de solvente es una función de la presión aplicada de la presión osmótica aparente y del área de la membrana presurizada.

Componentes de la ósmosis inversa

Los componentes básicos de una instalación típica de ósmosis inversa se realiza en un tubo de presión conteniendo la membrana, aunque normalmente se utilizan varios de estos tubos ordenados en serie o paralelo. Una bomba suministra continuamente el fluido a tratar a los tubos de presión, además, es la encargada en la práctica de suministrar la presión necesaria para producir el proceso. Una válvula reguladora en la corriente de concentrado es la encargada de controlar la misma dentro de los elementos.

Características de la ósmosis inversa

- Permite remover la mayoría de los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (hasta el 99%).



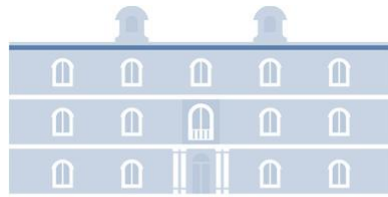
- Remueve los materiales suspendidos y microorganismos.
- Realiza el proceso de purificación en una sola etapa y en forma continua.
- Es una tecnología extremadamente simple que no requiere de mucho mantenimiento y puede operarse con personal no especializado.
- El proceso se realiza sin cambio de fase, consiguiendo ahorro de energía.
- Es modular y necesita poco espacio, lo que le confiere una versatilidad excepcional en cuanto al tamaño de las plantas: desde 1 m³/día, a 1,000,000 m³/día.

Aplicaciones de la ósmosis inversa

La ósmosis inversa puede aplicarse en un campo muy vasto y entre sus diversos usos podemos mencionar:

- Abastecimiento de aguas para usos industriales y consumo de poblaciones.
- Tratamiento de efluentes municipales e industriales para el control de la contaminación o recuperación de compuestos valiosos reutilizables.
- Industria de la alimentación, para la concentración de alimentos (jugo de frutas, tomate, leche, etcétera).
- Industria farmacéutica, para la separación de proteínas, eliminación de virus, en otros.
- Industria cosmética
- Agua de enjuagado electrónico, galvánico y industrias del vidrio
- Soda y plantas de embotellamiento
- Aguas de alimentación de caldera y sistemas de vapor
- Hospitales y laboratorio
- Medioambiente (Reciclaje)
- Desalinización

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



industriales
etsii UPCT

Instalación fotovoltaica conectada a la red en régimen de cogenerador para bombeo y desalación de acuífero subterráneo.

Cálculos Justificativos

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tituación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Especialidad en Electricidad

Alumno: Antonio Jesús Paredes Roca

Director: Juan Martínez Tudela

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Cartagena, 1 de Octubre de 2013



ÍNDICE

1.- TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	4
2.- POTENCIA TOTAL INSTALADA.....	4
3.- DIMENSIONADO Y ELECCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO E INVERSOR.....	4
3.1.- Configuración de los módulos	4
3.2.- Conexión entre módulos.....	5
3.3.- Diseño óptimo del string	6
3.4.- Cálculo óptimo del inversor utilizado	6
4.- CÁLCULO DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN.	7
4.1.- Fórmulas utilizadas	7
4.2.- Procedimiento de cálculo	8
4.3.- Cálculo de líneas de corriente continua.....	8
4.3.1.- Cálculo L1.....	8
4.3.2.- Cálculo L2.....	9
4.3.3.- Cálculo L3.....	20
4.3.4.- Conclusión en líneas de corriente continua.....	24
4.4.- Cálculo de líneas de corriente alterna.....	24
4.4.1.- Cálculo L4.....	24
4.4.2.- Cálculo L5.....	29
4.4.3.- Conclusión en líneas de corriente alterna.....	30
5.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	31
5.1.- Protecciones de corriente continua.....	31
5.1.1.- Protección en los strings.....	31
5.1.2.- Protección en líneas L2.....	31
5.1.3.- Protección en líneas L3.....	39
5.2.- Protecciones de corriente alterna.....	42
5.2.1.- Protección en líneas L4.....	42
5.2.2.- Protección en líneas L5.....	46
6.- PÉRDIDAS ENERGÉTICAS DE LOS MÓDULOS EN LA ESTRUCTURA.....	47
6.1.- Cálculo de las pérdidas por orientación.....	47
6.2.- Cálculo de las pérdidas por sombras	48



6.3.- Cálculo de la distancia a elementos que pueden producir sombras	48
7.- ESTRUCTURA SOPORTE	48
7.1.- Descripción	48
7.2.- Situación de los generadores fotovoltaicos.....	49
7.3.- Comprobación y justificación de la estructura utilizada.....	50
8.- CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.	50
9.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.	51
9.1.- Cálculo del electrodo de puesta a tierra	51
9.2.- Cálculo de distancia entre masas de otra instalación.....	52
I.- ANEXO 1.....	53
II.- ANEXO 2.....	54
III.- ANEXO 3.....	56
IV.- ANEXO 4.	60



1.- Tensión nominal y caídas de tensión máximas admisibles.

El suministro de energía generada a red se realizará en trifásica, con una tensión y frecuencia de 400V y 50Hz respectivamente, con las tolerancias que fija el Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, "Por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia", para no introducir interferencias en la Red pública de distribución.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 1,5% y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 2% teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las correspondientes a cajas de conexiones; como recomienda "El pliego de condiciones técnicas conectadas a red".

2.- Potencia total instalada.

La potencia total instalada en la central fotovoltaica es de 350 kw, repartida en 5 inversores de 70 kw cada uno.

El campo fotovoltaico, que posee una potencia 333 kw por módulo, está constituido por 1100 módulos fotovoltaicos.

Para cada uno de los cinco inversores, se vierten una potencia pico de 73260 vatios, producida por 220 módulos fotovoltaicos de la marca SUN POWER, modelo E20-333. El inversor utilizado marca INGENCON, modelo INGECON ® 70.

3.- Dimensionado del generador fotovoltaico e inversor.

Se ha realizado un dimensionamiento óptimo de la instalación fotovoltaica, se espera maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización así como aprovechar al máximo de los recursos de los que disponemos, aprovechamiento de todo el espacio disponible en la finca.

Cuando se dimensiona la instalación se debe de tener en cuenta las condiciones de funcionamiento y ambientales del generador fotovoltaico y del inversor ya que influyen en el rendimiento final de la instalación.

La potencia (número total de módulos), y la tensión (cantidad de módulos por string) del generador fotovoltaico tienen que ser compatibles con el rango de tensión y potencia de entrada del inversor. Y el generador fotovoltaico debe trabajar, siempre que sea posible, en punto de funcionamiento de máximo rendimiento (MPP).

3.1.- Configuración de los módulos

Los niveles de tensión e intensidad procedentes del campo de generación, deben estar dentro del rango del punto de máximo rendimiento del inversor.

Para conseguir una tensión y una corriente adecuadas, se deben disponer los módulos en serie paralelo, produciendo el mismo voltaje en cada línea. Según el fabricante, la tensión y corriente características en el punto de potencia máxima son, $V_{mp}=54,7$ V e $I_{mp}=6,09$ A.



El dimensionamiento óptimo se conseguirá mediante la unión en serie de los módulos hasta alcanzar la tensión idónea, formando agrupaciones llamadas string; y los strings se conectarán en paralelo hasta conseguir la potencia deseada.

Para cumplir con el rango adecuado se dispondrá de cinco inversores. A cada uno se conectan 220 módulos conectados en serie-paralelo.

Los 220 módulos se reparten en strings de 10 módulos, con lo que se conectan a cada inversor 22 strings. Estos 22 strings se dividen en 3 líneas recolectoras en cada inversor. A cada línea recolectora se adhieren 6,7, 8 o 9 strings.

De esta forma podemos cumplir todos los rangos de voltaje e intensidad.

VOLTAJE E INTENSIDAD POR STRING

$$V_{mp} = 54,7 \text{ V} \times 10 = 547 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 6,09 \text{ A}$$

LÍNEA RECOLECTORA 6 STRINGS

$$V_{mp} = 547 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 6,09 \text{ A} \times 6 = 36,54 \text{ A}$$

LÍNEA RECOLECTORA 7 STRINGS

$$V_{mp} = 547 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 6,09 \text{ A} \times 7 = 42,63 \text{ A}$$

LÍNEA RECOLECTORA 8 STRINGS

$$V_{mp} = 547 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 6,09 \text{ A} \times 8 = 48,72 \text{ A}$$

LÍNEA RECOLECTORA 9 STRINGS

$$V_{mp} = 547 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 6,09 \text{ A} \times 9 = 54,81 \text{ A}$$

3.2.- Conexión entre módulos

Como se ha explicado en el apartado anterior, consistirá en la conexión serie de 10 módulos, que forman el “String”.

La conexión serie de los módulos se realizará con los propios cables de conexión, con que viene el módulo fotovoltaico de fábrica, dichos cables poseerán en sus terminales sendos conectores para su conexión, de tipo Multicontact (MC4). Los cables irán al aire, y se situarán detrás de los módulos, y para evitar que puedan quedar colganderos, el cable sobrante se juntará y se atará mediante bridas. Las correspondientes bridas, irán sujetas a su correspondiente taco de sujeción que irán introducido en una perforación realizada previamente en la estructura soporte del módulo.



Se conectarán los módulos, uniendo macho con hembra del módulo fotovoltaico contiguo, y al final quedará libre dos conectores, macho y hembra que se conectarán a la línea de conexión en paralelo de los string ó "Línea recolectora".

El número de módulos conectados en serie, vendrá condicionado por las tensiones mínima y máxima de entrada del inversor. Y también por la tensión máxima soportada a Voc en la entrada del inversor.

3.3.-Diseño óptimo del string.

Para un diseño óptimo del generador fotovoltaico, no se pueden limitar los cálculos a considerar sólo las condiciones estándar de funcionamiento, sino que se deben incluir las condiciones de funcionamiento más desfavorables que pueden darse en la vida útil del inversor.

Condiciones estándar:

- La tensión del string, que se produce bajo 1000 W/mm² y una temperatura de la célula de 25°C (10 x 54,7 V_{mpp} = 547 V), debe estar dentro del margen de tensión de entrada del inversor, que estará establecido entre 405 V y 750 V para que pueda trabajar, en punto de funcionamiento de máximo rendimiento (MPP).

$$405V - 547 V - 750V$$

Condiciones desfavorable:

- La tensión mínima del string, que se produce bajo 1000 W/mm² y una temperatura de la célula de 60°C (10 x 50,4 V_{mpp} 60°C = 504 V), debe ser superior a la tensión de entrada mínima del inversor (405 V).

$$405 V < 504 V$$

- La tensión máxima en vacío del string, que se produce con 1000 W/ m² y una temperatura mínima de la célula de -10°C (10 x 65,3 Voc -10°C = 653 V), debe ser inferior a la tensión de entrada máxima del inversor (750 V). Una sobretensión aplicada al inversor, puede dañar sus componentes y causar averías irreparables.

$$653 V < 750 V$$

3.4.-Diseño óptimo del inversor a utilizar.

Se utilizarán 5 unidades del inversor INGECON ® 70, el cual tiene un rango de entrada de potencia de 73-91 Kwp. Con una tensión máxima de entrada en corriente continua de 900 V e intensidad máxima de entrada en corriente continua de 182 A. A continuación se procederá a comprobar si se cumplen estas características.

CONDICIONES DE CADA INVERSOR

Módulos conectados: 220 paneles.

Tensión de entrada: 547 V.

Intensidad de entrada: 133,98 A.

Potencia de entrada: 80,586 Kwp.



Todos los parámetros son válidos y están dentro de los rangos recomendados por el fabricante.

4.- Cálculo de secciones y las caídas de tensión

4.1.- Fórmulas utilizadas.

Cálculo de intensidades.

C. Continua.

$$I = \frac{\sum_n P_i}{V}$$

C. Alterna Monofásica.

$$I = \frac{\sum_n P_i}{V \times \cos \varphi}$$

C. Alterna Trifásica.

$$I = \frac{\sum_n P_i}{\sqrt{3} \times V \times \cos \theta}$$

Donde:

I = Intensidad (A).

P = Potencia (W).

V = Tensión (V).

Cos φ = Factor de potencia.

Cálculo de sección y caídas de tensión.

C. Continua.

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} \quad - \quad \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot S \cdot V} \quad - \quad S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} \quad - \quad S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V}$$

C. Alterna Monofásica.

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot S} \quad - \quad \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot S \cdot V} \quad - \quad S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} \quad - \quad S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V}$$

C. Alterna Trifásica.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot S} \quad - \quad \Delta V = \frac{L \cdot P}{\rho \cdot S \cdot V} \quad - \quad S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} \quad - \quad S = \frac{L \cdot P}{\rho \cdot \Delta V}$$

Donde:

V = Tensión (V).

ΔV = Caída de tensión (V).

P = Potencia de la carga (W).

L = Longitud del conductor (m).

V = Tensión (V).

S = Sección del conductor (mm²).

ρ = Conductividad (m/ Ω).



4.2.- Procedimiento de cálculo.

Tal y como indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la sección de los conductores deberá calcularse según la caída de tensión estipulada, y su validez por calentamiento, es decir, por la intensidad que es capaz de pasar por el mismo sin deteriorar sus elementos.

De tal manera que utilizando las expresiones descritas en el apartado anterior y consultando la tabla 1, Intensidades admisibles al aire, según el ITC 19, perteneciente al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e incluidas en el Anexo I del presente documento.

La intensidad admisible del conductor deberá ser superior a la intensidad máxima de funcionamiento de la línea a estudiar, la cual debe ser el 125% de la intensidad de máxima potencia.

En el Anexo II del presente documento se representa la hoja resumen del cálculo eléctrico de los circuitos que componen el sistema.

4.3.- Cálculo de líneas de corriente continua.

Para el cálculo en la parte de corriente continua, se repartirá la caída de tensión convenientemente para que la instalación resulte homogénea y económica. A los circuitos que unen cada generador (L1) se les otorga un 0,1% de la caída de tensión, a las líneas que unen los generadores con la caja de conexión parcial (L2) se le concederá una caída de tensión para el cálculo del 0,5% y a la parte de conexión a los inversores (L3) del 0,9%, obteniendo así un total en el circuito de 1,5% de la tensión, tal y como establece el reglamento.

4.3.1.- Cálculo de línea del generador (L1).

La sección vendrá determinada por el fabricante de los módulos, y la sección será 10 mm². Pero será necesario calcular su caída de tensión, puesto que la caída de tensión en las líneas del generador fotovoltaico, líneas de corriente continua, se limitará a 1,5 %.

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\rho \cdot S \cdot V} = 0,0435 V$$

L= 2 metros.

P= 10x333=3,33 kw.

S= 10 mm². (fabricante)

V= 547 V.

ρ = 56 m/ Ω .

C.d.t. = 0,0435 V C.d.t. = 0,00795 %

Validez de la sección por calentamiento.

La línea del generador (L1) estará formada por dos conductores de 10 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV, que estarán unidas a la estructura de sujeción de los módulos.



La intensidad máxima será $6,46 \text{ A} \times 1,25 = 8,075 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{\max} = 8,075 \text{ A} < I_{\text{adm}}; I_{\text{adm}} = 50 \text{ A}, \mathbf{S = 10 \text{ mm}^2}.$$

Se valida por calentamiento la línea L1. Será de esta forma para todos los strings, con lo que lo calculado aquí puede aplicarse a todos los strings de la instalación.

4.3.2.- Cálculo de líneas recolectoras (L2).

Formado por las líneas que conectan los string en paralelo, estas líneas recogerán la potencia generada por los módulos y la llevarán a los respectivos cuadros parciales.

Se considera línea de recogida de energía ó recolectoras, porque van conectadas en paralelo a los string de la cubierta. Recogiendo toda la energía producida por los módulos fotovoltaicos.

Las líneas recolectoras son líneas formadas por conductores unipolares, En canal de sección no circular en montaje superficial. (Método de instalación B1, ITC-BT-19)

Cada línea recolectora está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo, donde se conectarán los conectores macho “+” de los string, y un conductor negativo de color azul, donde se conectarán los conectores hembra “-” de los string.

La conexión de los string a la línea de recogida se hará mediante conectores tipo Multicontact (MC4).

Descripción:

Cada línea recolectora transcurre por una fila de módulos de la cubierta, vertiendo toda su potencia al cuadro parcial de su correspondiente inversor.

Irán 3 líneas recolectoras a cada cuadro parcial, consiguiendo la potencia deseada a la entrada del inversor. Por cada cuadro parcial irá una potencia pico de 80,586 kwp.

Consideraciones:

El coeficiente de simultaneidad es 1.

La temperatura será 40°C.

Tensión de servicio: $V=547 \text{ V}$

Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV

Tipo de aislamiento: XLPE

Como disponemos de 5 inversores y a cada cuadro parcial de inversor llegan 3 líneas recolectoras (L2), tenemos un total de 15 líneas de este tipo.

Denominación:

Cada línea posee un nombre identificativo para su rápida localización. Así, el nombre estará compuesto por 3 caracteres. El primero será el número de inversor, el segundo será siempre una “R” y el tercero dependerá si es la 1ª, la 2ª o la 3ª línea recolectora.



INVERSOR 1

- Línea 1R1.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,5%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 24,18 \text{ mm}^2$$

L= 38 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (1R1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $51,68 \text{ A} \times 1,25 = 64,6 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 1R1. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 1R1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,89 \text{ V}$	C.d.t. = 0,34 %	S=35 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm ²)
--

- Línea 1R2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 20,04 \text{ mm}^2$$

L= 36 metros.

I= 42,63 A. (7 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.



$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selección según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (1R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $45,22 \text{ A} \times 1,25 = 56,53 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 56,53 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 1R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 1R2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,57 \text{ V}$	C.d.t. = 0,29 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 1R3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 22,27 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 42,63 A. (7 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selección según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (1R3) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $45,22 \text{ A} \times 1,25 = 56,53 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 56,53 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 1R3. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 1R3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,74 \text{ V}$	C.d.t. = 0,32 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------



RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

INVERSOR 2

- Línea 2R1.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 24,18 \text{ mm}^2$$

L= 38 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (2R1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $51,68 \text{ A} \times 1,25 = 64,6 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 2R1. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 2R1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,89 \text{ V}$	C.d.t. = 0,34 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 2R2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 24,18 \text{ mm}^2$$

L= 38 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.



Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (2R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $51,68 A \times 1,25 = 64,6 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 2R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 2R2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,89 V$	C.d.t. = 0,34 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 2R3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 19,09 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 36,54 A. (6 strings)

$\Delta V = 2,735 V$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (2R3) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $38,76 A \times 1,25 = 48,45 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 48,45 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 2R3. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 2R3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,49 V$	C.d.t. = 0,27 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------



RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

INVERSOR 3

- Línea 3R1.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 19,09 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 36,54 A. (6 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (3R1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $38,76 \text{ A} \times 1,25 = 48,45 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 48,45 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 3R1. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 3R1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,49 \text{ V}$	C.d.t. = 0,27 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 3R2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 22,27 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 42,63 A. (7 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.



Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (3R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $45,22 A \times 1,25 = 56,53 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 56,53 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 3R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 3R2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,74 V$	C.d.t. = 0,32 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 3R3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 28,63 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 54,81 A. (9 strings)

$\Delta V = 2,735 V$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (3R3) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $58,14 A \times 1,25 = 72,68 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 72,68 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 3R3. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 3R3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 2,24 V$	C.d.t. = 0,41 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------



RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

INVERSOR 4

- Línea 4R1.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 19,09 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 36,54 A. (6 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (4R1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $38,76 \text{ A} \times 1,25 = 48,45 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 48,45 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 4R1. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 4R1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,49 \text{ V}$	C.d.t. = 0,27 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 4R2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 25,45 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$



Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (4R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será 51,68 A x 1,25 = 64,6 A.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 4R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 4R2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,99 \text{ V}$	C.d.t. = 0,36 %	S=35 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm ²)
--

- Línea 4R3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 24,18 \text{ mm}^2$$

L= 38 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (4R3) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será 51,68 A x 1,25 = 64,6 A.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 4R3. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 4R3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,89 \text{ V}$	C.d.t. = 0,34 %	S=35 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm ²)
--



INVERSOR 5

- Línea 5R1.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 22,27 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 42,63 A. (7 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (5R1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $45,22 \text{ A} \times 1,25 = 56,53 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 56,53 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 5R1. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 5R1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,74 \text{ V}$	C.d.t. = 0,32 %	S=35 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 5R2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 25,45 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 48,72 A. (8 strings)

$\Delta V = 2,735 \text{ V}$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.



Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (5R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $51,68 A \times 1,25 = 64,6 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 64,6 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 5R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Líneas 5R2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,99 V$	C.d.t. = 0,36 %	S=35 mm²
-------------------	--	------------------------	----------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

- Línea 5R3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 22,27 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 42,63 A. (7 strings)

$\Delta V = 2,735 V$ (0,5%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 137 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea recolectora (5R2) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $45,22 A \times 1,25 = 56,53 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 56,53 A < I_{adm}; I_{adm} = 137 A, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea 5R2. La línea será de 35 mm² con una caída de tensión de:

Línea 5R3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,74 V$	C.d.t. = 0,32 %	S=35 mm²
------------------	--	------------------------	----------------------------



RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 35 mm²)

4.3.3.- Cálculo de líneas de inversor (L3).

Formado por las líneas que conectan los cuadros parciales con los inversores. Recoge toda la energía producida por cada 220 módulos.

Las líneas de inversor (L3) son líneas formadas por conductores unipolares, En canal de sección no circular en montaje superficial. (Método de instalación B1, ITC-BT-19)

Cada línea L3 está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo y un conductor negativo de color azul.

Descripción:

Cada línea L3 transcurre por un margen de la cubierta, bajando por las columnas de la estructura y llegando a la caseta de inversores.

Cada línea L3 recoge la potencia deseada a la entrada del inversor. Por cada línea L3 irá una potencia pico de 80,586 kwp.

Consideraciones:

El coeficiente de simultaneidad es 1.

La temperatura será 40°C.

Tensión de servicio: V=547 V

Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV

Tipo de aislamiento: XLPE

Como disponemos de 5 inversores, disponemos de 5 líneas de inversor L3.

Denominación:

Cada línea posee un nombre identificativo para su rápida localización. Así, el nombre estará compuesto por 3 caracteres. El primero será la letra "L" (línea), el segundo será siempre una "I" (inversor) y el tercero dependerá de a que inversor se dirija la línea (1, 2, 3, 4 ó 5).

- Línea LI1.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,9%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 19,44 \text{ mm}^2$$

L= 20 metros.



$I = 133,98 \text{ A. (22 strings)}$
 $\Delta V = 4,923 \text{ V (0,9\%)}$
 $V = 547 \text{ V.}$
 $\rho = 56 \text{ m}/\Omega.$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea de inversor (LI1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $142,12 \text{ A} \times 1,25 = 177,65 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$I_{max} = 177,65 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2. — \text{NO Válido.}$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=70 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 214 \text{ A}$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LI1. La línea será de 70 mm² con una caída de tensión de:

Línea LI1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,37 \text{ V}$	C.d.t. = 0,25 %	S=70 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 70 mm²)

- Línea LI2.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,9%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 29,16 \text{ mm}^2$$

$L = 30 \text{ metros.}$
 $I = 133,98 \text{ A. (22 strings)}$
 $\Delta V = 4,923 \text{ V (0,9\%)}$
 $V = 547 \text{ V.}$
 $\rho = 56 \text{ m}/\Omega.$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 137 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea de inversor (LI1) estará formada por dos conductores de 35 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $142,12 \text{ A} \times 1,25 = 177,65 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$I_{max} = 177,65 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 137 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2. — \text{NO Válido}$



Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=70 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 214 A$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LI1. La línea será de 70 mm² con una caída de tensión de:

Línea LI2	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 2,05 V$	C.d.t. = 0,38 %	S=70 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 70 mm²)

- Línea LI3.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,9%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 38,88 \text{ mm}^2$$

L= 40 metros.

I= 133,98 A.(22 strings)

$\Delta V= 4,923 V$ (0,9%)

V= 547 V.

$\rho= 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=50 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 167 A$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea de inversor (LI3) estará formada por dos conductores de 50 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $142,12 A \times 1,25 = 177,65 A$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 177,65 A < I_{adm}; I_{adm} = 167 A, S= 50 \text{ mm}^2. \text{ — NO Válido}$$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=70 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 214 A$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LI3. La línea será de 70 mm² con una caída de tensión de:

Línea LI3	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 2,73 V$	C.d.t. = 0,5 %	S=70 mm ²
-----------	--	----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 70 mm²)



- Línea LI4.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,9%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 48,6 \text{ mm}^2$$

L= 50 metros.

I= 133,98 A.(22 strings)

$\Delta V = 4,923 \text{ V}$ (0,9%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=70 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 214 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La línea de inversor (LI4) estará formada por dos conductores de 70 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será $142,12 \text{ A} \times 1,25 = 177,65 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 177,65 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 214 \text{ A}, S = 70 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LI4. La línea será de 70 mm² con una caída de tensión de:

Línea LI4	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 3,42 \text{ V}$	C.d.t. = 0,63 %	S=70 mm ²
-----------	--	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 70 mm²)

- Línea LI5.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,9%.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot \Delta V} = 58,32 \text{ mm}^2$$

L= 60 metros.

I= 133,98 A.(22 strings)

$\Delta V = 4,923 \text{ V}$ (0,9%)

V= 547 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=70 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 214 \text{ A}$



Validez de la sección por calentamiento.

La línea de inversor (LI5) estará formada por dos conductores de 70 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La intensidad máxima será 142,12 A x 1,25 = 177,65 A.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 177,65 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 214 \text{ A}, S = 70 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LI5. La línea será de 70 mm² con una caída de tensión de:

Línea LI5	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 4,1 \text{ V}$	C.d.t. = 0,75 %	S=70 mm ²
-----------	---	-----------------	----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 70 mm²)

4.3.4.- Conclusión de líneas en corriente continua.

Una vez realizados todos los cálculos para las líneas de corriente continua se puede comprobar que en ningún caso se supera el 1,5% de caída de tensión que se ha establecido como límite.

Línea con caída de tensión más desfavorable.

Línea L1 - $\Delta V = 0,00795 \%$

Línea 5R2 - $\Delta V = 0,36 \%$

Línea LI5 - $\Delta V = 0,75 \%$

ΔV TOTAL
1,11 %

En el Anexo II se establece una hoja resumen con todas las denominaciones de cables, caídas de tensión, intensidades máximas así como intensidades admisibles por los cables utilizados.

4.4.- Cálculo de líneas de corriente alterna.

Para el cálculo en la parte de corriente alterna, se repartirá la caída de tensión convenientemente para que la instalación resulte homogénea y económica. A los circuitos que salen de cada inversor (L4) se les otorga un 0,5% de la caída de tensión, a las líneas que unen los inversores con la caja de protección y medida (L5) se le concederá una caída de tensión para el cálculo del 2%, obteniendo así un total en el circuito de 2,5% de la tensión, tal y como establece el reglamento.

4.4.1.- Cálculo de línea de salida (L4).

Líneas que conectan los inversores con el cuadro principal.

Las líneas recolectoras son líneas formadas por conductores unipolares, En bandeja perforada. (Método de instalación F, ITC-BT-19)



Descripción:

Cada línea saldrá de su respectivo inversor y se dirigirá por bandeja perforada hasta el cuadro principal de la manera más eficiente posible, teniendo en cuenta que los inversores y el cuadro principal se encuentran en la misma caseta.

Por cada línea saldrá una potencia de 70 kw que es la energía proporcionada en la salida por cada inversor.

Consideraciones:

El coeficiente de simultaneidad es 1.

La temperatura será 40°C.

Tensión de servicio: V=400 V

Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV

Tipo de aislamiento: XLPE

Como disponemos de 5 inversores, disponemos de 5 líneas de salida L4.

Intensidad en las líneas:

En todas las líneas circulará la misma intensidad de corriente ya que todos los inversores son de igual potencia y a todos se les conectan el mismo número de paneles fotovoltaicos.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \text{ (A)}$$

Siendo:

V= Voltaje en la línea. (400 V)

Cosφ= 0,99

P= Potencia del inversor. (70000 W)

I= Intensidad de la línea.

$$I = 102,06 \text{ A}$$

Denominación:

Cada línea posee un nombre identificativo para su rápida localización. Así, el nombre estará compuesto por 3 caracteres. El primero será la letra "L" (línea), el segundo será siempre una "S" (salida) y el tercero dependerá de que inversor salga la línea (1, 2, 3, 4 ó 5).

- Línea LS1.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de líneas se limitará a 0,5%.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 17,19 \text{ mm}^2$$



L= 11 metros.
I= 102,06 A.
 $\Delta V= 2 \text{ V}$ (0,5%)
V= 400 V.
 $\rho= 56 \text{ m}/\Omega$.
Cos $\varphi= 0,99$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=35 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 144 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $102,06 \text{ A} \times 1,25 = 127,58 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 127,58 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 144 \text{ A}, S= 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LS1. La línea de inversor (LS1) estará formada por tres conductores de fase de 35 mm² y neutro de 16 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea tendrá una caída de tensión de:

Línea LS1	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 1,15 \text{ V}$	C.d.t. = 0,27 %	S= 35 mm ²
-----------	--	-----------------	-----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 3 x (1 x 35 mm ²) + (1 x 35 mm ²)
--

- Línea LS2.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 14,06 \text{ mm}^2$$

L= 9 metros.
I= 102,06 A.
 $\Delta V= 2 \text{ V}$ (0,5%)
V= 400 V.
 $\rho= 56 \text{ m}/\Omega$.
Cos $\varphi= 0,99$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=16 mm²**, el cual admite, $I_{adm}= 91 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $102,06 \text{ A} \times 1,25 = 127,58 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 127,58 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 144 \text{ A}, S= 35 \text{ mm}^2.$$



Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LS1. La línea de inversor (LS2) estará formada por tres conductores de fase de 35 mm² y neutro de 16 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea será tendrá una caída de tensión de

$$\text{Línea LS2} \quad \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 0,94 \text{ V} \quad \text{C.d.t.} = 0,23 \% \quad S = 35 \text{ mm}^2$$

$$\text{RZ1 - K 0.6/1 KV } 3 \times (1 \times 35 \text{ mm}^2) + (1 \times 35 \text{ mm}^2)$$

- Línea LS3.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 10,94 \text{ mm}^2$$

L= 7 metros.

I= 102,06 A.

$\Delta V = 2 \text{ V}$ (0,5%)

V= 400 V.

$\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.

$\cos \varphi = 0,99$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=16 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 91 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $102,06 \text{ A} \times 1,25 = 127,58 \text{ A}$.

Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 127,58 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 144 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LS3. La línea de inversor (LS3) estará formada por tres conductores de fase de 35 mm² y neutro de 16 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea será tendrá una caída de tensión de:

$$\text{Línea LS3} \quad \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 0,73 \text{ V} \quad \text{C.d.t.} = 0,18 \% \quad S = 35 \text{ mm}^2$$

$$\text{RZ1 - K 0.6/1 KV } 3 \times (1 \times 35 \text{ mm}^2) + (1 \times 35 \text{ mm}^2)$$



- Línea LS4.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 7,81 \text{ mm}^2$$

L= 5 metros.
I= 102,06 A.
 $\Delta V = 2 \text{ V}$ (0,5%)
V= 400 V.
 $\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.
Cos $\varphi = 0,99$

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=10 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 68 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $102,06 \text{ A} \times 1,25 = 127,58 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 127,58 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 144 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LS4. La línea de inversor (LS4) estará formada por tres conductores de fase de 35 mm^2 y neutro de 16 mm^2 unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea será tendrá una caída de tensión de:

Línea LS4	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 0,52 \text{ V}$	C.d.t. = 0,13 %	S= 35 mm ²
-----------	--	-----------------	-----------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 3 x (1 x 35 mm ²) + (1 x 35 mm ²)
--

- Línea LS5.

Validez de la sección por caída de tensión.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 4,69 \text{ mm}^2$$

L= 3 metros.
I= 102,06 A.
 $\Delta V = 2 \text{ V}$ (0,5%)



$V = 400 \text{ V}$.
 $\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.
 $\cos \varphi = 0,99$

Selección según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=10 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 68 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $102,06 \text{ A} \times 1,25 = 127,58 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 127,58 \text{ A} < I_{adm}; I_{adm} = 144 \text{ A}, S = 35 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LS5. La línea de inversor (LS5) estará formada por tres conductores de fase de 35 mm^2 y neutro de 16 mm^2 unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea será tendrá una caída de tensión de:

Línea LS5	$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 0,312 \text{ V}$	C.d.t. = 0,078 %	S = 35 mm ²
-----------	---	------------------	------------------------

RZ1 – K 0.6/1 KV 3 x (1 x 35 mm ²) + (1 x 35 mm ²)
--

4.4.2.- Cálculo de línea principal (L5).

Línea que conecta el cuadro principal con el cuadro de protección y medida.

Descripción:

La línea transcurre por bandeja perforada (método de instalación F, ITC-BT-19), sale del cuadro principal, atraviesa la caseta de inversores hasta el lado opuesto por un lateral de dicha caseta. En ese extremo de la caseta se encuentra el armario de la caja de protección y medida (CPM) en el cual se conecta la línea.

Consideraciones:

La potencia transportada es de 350 Kw.

La temperatura será 40°C.

Tensión de servicio: $V = 400 \text{ V}$

Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV

Tipo de aislamiento: XLPE

Intensidad en la línea:

Se calcula la intensidad para su posterior uso en el cálculo de la sección.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \text{ (A)}$$

Siendo:



V= Voltaje en la línea. (400 V)
Cosφ= 0,99
P= Potencia total. (350000 W)
I= Intensidad de la línea.

$$I = 510,28 A$$

Denominación:

La línea posee un nombre identificativo para su rápida localización. Así, el nombre estará compuesto por 3 caracteres. El primero será la letra "L" (línea), el segundo será una "P" (principal) y el tercero será un "1".

- Línea LP1.

Validez de la sección por caída de tensión.

La caída de tensión en este tipo de línea se limitará a 2%.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot \Delta V} = 5,86 \text{ mm}^2$$

L= 3 metros.
I= 510,28 A.
 $\Delta V = 8 \text{ V}$ (2%)
V= 400 V.
 $\rho = 56 \text{ m}/\Omega$.
Cos φ= 0,99

Selecciono según el ITC-BT-19, Tabla 1: **S=16 mm²**, el cual admite, $I_{adm} = 91 \text{ A}$

Validez de la sección por calentamiento.

La intensidad máxima será $510,28 \text{ A} \times 1,25 = 637,85 \text{ A}$.
Según el ITC-BT-19, Tabla 1:

$$I_{max} = 637,85 \text{ A} < I_{adm}; \quad I_{adm} = 640 \text{ A}, S = 300 \text{ mm}^2.$$

Se valida por caída de tensión y calentamiento la línea LP1. La línea principal (LP1) estará formada por cuatro conductores de 300 mm² unipolares de XLPE 0.6/1 kV,

La línea tendrá una caída de tensión de:

$$\text{Línea LP1} \quad \Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot S} = 0,18 \text{ V} \quad \text{C.d.t.} = 0,73 \% \quad S = 300 \text{ mm}^2$$

$$\text{RZ1 - K } 0.6/1 \text{ KV } 3 \times (1 \times 300 \text{ mm}^2) + (1 \times 300 \text{ mm}^2)$$

4.4.3.- Conclusión de líneas en corriente alterna.

Una vez realizados todos los cálculos para las líneas de corriente alterna se puede comprobar que en ningún caso se supera el 2,5% de caída de tensión que se ha establecido como límite.



Línea con caída de tensión más desfavorable.

Línea LS1 - $\Delta V = 0,27 \%$

Línea LP1 - $\Delta V = 0,73 \%$

**ΔV TOTAL
1 %**

En el Anexo II se establece una hoja resumen con todas las denominaciones de cables, caídas de tensión, intensidades máximas así como intensidades admisibles por los cables utilizados.

5.- Cálculo de las protecciones.

5.1.- Protecciones de corriente continua.

5.1.1.- Protección en los strings.

Cada panel lleva incorporado de serie un fusible de 20 A. Con este fusible quedamos protegidos ante sobrecargas y cortocircuitos, además nos posibilita la futura desconexión de un solo string en caso de avería o rotura de únicamente un panel fotovoltaico.

Sobrecargas.

Verificamos la validez del fusible incorporado por el fabricante.

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad del string, $I_b = 6,09$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 65$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$7,61 \leq I_n \leq 65 \Rightarrow \boxed{I_n = 20 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos también la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito, $I_c = 6,46$ A

El poder de corte del fusible seleccionado es, $PdC = 10$ kA. Cumple los requisitos de protección.

5.1.2.- Protección en líneas L2.

En cada línea L2 vamos a colocar un fusible en cabeza de línea con base portafusible de mecanismo basculante para mayor comodidad y seguridad en caso de sustitución del fusible o que tengamos que interrumpir para reparación.

- Protección en línea 1R1.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 1R1, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n



$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46 \text{ A}$.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68 \text{ A}$.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 1R2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 1R2, $I_b = 42,63 \text{ A}$.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137 \text{ A}$.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$53,29 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46 \text{ A}$.

Número de strings en la línea, 7.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 7 \times 6,46 = 45,22 \text{ A}$.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 1R3.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$



En donde:

Intensidad de línea 1R3, $I_b = 42,63$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$53,29 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 7.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 7 \times 6,46 = 45,22$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 2R1.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 2R1, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 2R2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$



En donde:

Intensidad de línea 2R2, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 2R3.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 2R3, $I_b = 36,54$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$45,68 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 6.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 6 \times 6,46 = 38,76$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 3R1.



Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 3R1, $I_b = 36,54$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$45,68 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 6.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 6 \times 6,46 = 38,76$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 3R2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 3R2, $I_b = 42,63$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$53,29 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 7.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 7 \times 6,46 = 45,22$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.



- Protección en línea 3R3.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 3R3, $I_b = 54,81$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$68,51 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 9.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 9 \times 6,46 = 58,14$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 4R1.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 4R1, $I_b = 36,54$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$45,68 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 6.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 6 \times 6,46 = 38,76$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.



El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 4R2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 4R2, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 4R3.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 4R3, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68$ A.



El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 5R1.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 5R1, $I_b = 42,63$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$53,29 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 7.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 7 \times 6,46 = 45,22$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 5R2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 5R2, $I_b = 48,72$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$60,9 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.



Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 8.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 8 \times 6,46 = 51,68$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea 5R3.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea 5R3, $I_b = 42,63$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 137$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$53,29 \leq I_n \leq 137 \Rightarrow \boxed{I_n = 80 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 7.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 7 \times 6,46 = 45,22$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

5.1.3.- Protección en líneas L3.

En cada línea L3 vamos a colocar la protección en cabeza de línea, a la entrada de los inversores se situará el cuadro de secundario en la pared, en montaje superficial, Y llevará las protecciones de sobrecarga para la línea que entra los inversores. Cada línea se protegerá mediante interruptores-fusibles seccionadores.

- Protección en línea LI1.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$



En donde:

Intensidad de línea LI1, $I_b = 133,098$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 214$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$166,37 \leq I_n \leq 214 \Rightarrow \boxed{I_n = 200 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 22.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 22 \times 6,46 = 142,12$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea LI2.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea LI2, $I_b = 133,098$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 214$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$166,37 \leq I_n \leq 214 \Rightarrow \boxed{I_n = 200 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 22.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 22 \times 6,46 = 142,12$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea LI3.

Sobrecargas.



El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea LI3, $I_b = 133,098$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 214$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$166,37 \leq I_n \leq 214 \Rightarrow \boxed{I_n = 200 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 22.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 22 \times 6,46 = 142,12$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

- Protección en línea LI4.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea LI4, $I_b = 133,098$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 214$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$166,37 \leq I_n \leq 214 \Rightarrow \boxed{I_n = 200 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 22.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 22 \times 6,46 = 142,12$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.



- Protección en línea LI5.

Sobrecargas.

El fusible dispuesto en esta línea será:

$$I_b \times 1,25 \leq I_n \leq I_z$$

En donde:

Intensidad de línea LI5, $I_b = 133,098$ A.

Intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente, $I_z = 214$ A.

Intensidad nominal del fusible, I_n

$$166,37 \leq I_n \leq 214 \Rightarrow \boxed{I_n = 200 \text{ A}}$$

Cortocircuitos.

Comprobamos la validez por cortocircuito del fusible.

Intensidad de cortocircuito por string, $I_c = 6,46$ A.

Número de strings en la línea, 22.

Intensidad de cortocircuito total, $I_{ct} = 22 \times 6,46 = 142,12$ A.

El poder de corte del fusible seleccionado es, **PdC= 30 kA**. Cumple los requisitos de protección.

El fusible estará situado en cabeza de línea en el margen de la estructura en una base portafusible con mecanismo basculante. Dicho fusible tiene la posibilidad de sección en carga. En el Anexo III están contenidas las características más importantes del fusible seleccionado.

5.2.- Protecciones de corriente alterna.

5.2.1.- Protección en líneas L4.

Se dispondrá para la total protección de la línea un interruptor magnetotérmico en cada una de ellas. El interruptor automático está situado en una caja a la salida del inversor.

- Protección en línea LS1.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.1.-Cálculo de líneas L4, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b = 102,06$ A.

Intensidad máxima que produce el inversor, $I_{max} = 131$ A.

Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z = 144$ A.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2- $I_z \leq 1,45 \times I_z$
- 3- $I_z = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

- $I_n = 1,1 \times I_b = 112,266$ A.



I₂: Intensidad de funcionamiento del disparador
Comprobamos las condiciones anteriores:

- 3- $I_2 = 1,45 \times 112,266 = 162,79 \text{ A.}$
- 2- $162,79 \leq 1,45 \times 144 = 208,8 \text{ A.}$
- 1- $102,06 \leq 112,266 \leq 144 \text{ A.}$

Todas se cumplen con la $I_n = 112,266 \text{ A}$, por lo tanto selecciono un I.A. de 160 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

- $(0,64 \times 160 / 1 \times 160) = (102,4 / 160) \text{ A.}$ Es válido. -- **$102,4 \leq 112,266 \leq 160 \text{ A}$**

Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

- $(3,5 \times 160 / 10 \times 160) = (560 / 1600) \text{ A.}$ Tomando 1600 A. = **$1,6 \text{ kA} - 1,6 \leq 25 \text{ kA}$**

Se colocará en el cuadro de distribución para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 160 \text{ A}$ con $PdC = 25 \text{ kA}$

- Protección en línea LS2.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.1.-Cálculo de líneas L4, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b = 102,06 \text{ A}$.

Intensidad máxima que produce el inversor, $I_{max} = 131 \text{ A}$.

Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z = 144 \text{ A}$.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2- $I_2 \leq 1,45 \times I_z$
- 3- $I_2 = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

- $I_n = 1,1 \times I_b = 112,266 \text{ A.}$

I₂: Intensidad de funcionamiento del disparador
Comprobamos las condiciones anteriores:

- 3 - $I_2 = 1,45 \times 112,266 = 162,79 \text{ A.}$
- 2 - $162,79 \leq 1,45 \times 144 = 208,8 \text{ A.}$
- 1 $102,06 \leq 112,266 \leq 144 \text{ A.}$



Todas se cumplen con la $I_n=112,266$ A, por lo tanto selecciono un I.A. de 160 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (0,64 \times 160 / 1 \times 160) = (102,4 / 160) \text{ A. Es válido. -- } \boxed{102,4 \leq 112,266 \leq 160 \text{ A}}$$

Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (3,5 \times 160 / 10 \times 160) = (560 / 1600) \text{ A. Tomando } 1600 \text{ A.} = 1,6 \text{ kA} - \boxed{1,6 \leq 25 \text{ kA}}$$

Se colocará en el cuadro de distribución para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 160 \text{ A}$ con $PdC = 25 \text{ kA}$

- Protección en línea LS3.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.1.-Cálculo de líneas L4, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b= 102,06$ A.

Intensidad máxima que produce el inversor, $I_{max}= 131$ A.

Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z= 144$ A.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2 $I_z \leq 1,45 \times I_z$
- 3 $I_z = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

$$- I_n=1,1 \times I_b= 112,266 \text{ A.}$$

I_z : Intensidad de funcionamiento del disparador

Comprobamos las condiciones anteriores:

$$3 - I_z= 1,45 \times 112,266 = 162,79 \text{ A.}$$

$$2 - 162,79 \leq 1,45 \times 144 = 208,8 \text{ A.}$$

$$1 - 102,06 \leq 112,266 \leq 144 \text{ A.}$$

Todas se cumplen con la $I_n=112,266$ A, por lo tanto selecciono un I.A. de 160 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (0,64 \times 160 / 1 \times 160) = (102,4 / 160) \text{ A. Es válido. -- } \boxed{102,4 \leq 112,266 \leq 160 \text{ A}}$$



Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (3,5 \times 160 / 10 \times 160) = (560 / 1600) \text{ A. Tomando } 1600 \text{ A.} = 1,6 \text{ kA} - \boxed{1,6 \leq 25 \text{ kA}}$$

Se colocará en el cuadro de distribución para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 160 \text{ A}$ con $PdC = 25 \text{ kA}$

- Protección en línea LS4.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.1.-Cálculo de líneas L4, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b = 102,06 \text{ A}$.

Intensidad máxima que produce el inversor, $I_{max} = 131 \text{ A}$.

Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z = 144 \text{ A}$.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2 $I_z \leq 1,45 \times I_z$
- 3 $I_z = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

$$- I_n = 1,1 \times I_b = 112,266 \text{ A.}$$

I_z : Intensidad de funcionamiento del disparador

Comprobamos las condiciones anteriores:

$$3 - I_z = 1,45 \times 112,266 = 162,79 \text{ A.}$$

$$2 - 162,79 \leq 1,45 \times 144 = 208,8 \text{ A.}$$

$$1 - 102,06 \leq 112,266 \leq 144 \text{ A.}$$

Todas se cumplen con la $I_n = 112,266 \text{ A}$, por lo tanto selecciono un I.A. de 160 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (0,64 \times 160 / 1 \times 160) = (102,4 / 160) \text{ A. Es válido.} - \boxed{102,4 \leq 112,266 \leq 160 \text{ A}}$$

Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (3,5 \times 160 / 10 \times 160) = (560 / 1600) \text{ A. Tomando } 1600 \text{ A.} = 1,6 \text{ kA} - \boxed{1,6 \leq 25 \text{ kA}}$$

Se colocará en el cuadro de distribución para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 160 \text{ A}$ con $PdC = 25 \text{ kA}$



- Protección en línea LS5.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.1.-Cálculo de líneas L4, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b = 102,06$ A.

Intensidad máxima que produce el inversor, $I_{max} = 131$ A.

Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z = 144$ A.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2 $I_z \leq 1,45 \times I_z$
- 3 $I_z = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

$$- I_n = 1,1 \times I_b = 112,266 \text{ A.}$$

I_z : Intensidad de funcionamiento del disparador

Comprobamos las condiciones anteriores:

$$3 - I_z = 1,45 \times 112,266 = 162,79 \text{ A.}$$

$$2 - 162,79 \leq 1,45 \times 144 = 208,8 \text{ A.}$$

$$1 - 102,06 \leq 112,266 \leq 144 \text{ A.}$$

Todas se cumplen con la $I_n = 112,266$ A, por lo tanto selecciono un I.A. de 160 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (0,64 \times 160 / 1 \times 160) = (102,4 / 160) \text{ A. Es válido. -- } \boxed{102,4 \leq 112,266 \leq 160 \text{ A}}$$

Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

$$- (3,5 \times 160 / 10 \times 160) = (560 / 1600) \text{ A. Tomando } 1600 \text{ A.} = 1,6 \text{ kA} - \boxed{1,6 \leq 25 \text{ kA}}$$

Se colocará en el cuadro de distribución para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 160$ A con PdC = 25 kA

5.2.2.- Protección en línea L5.

- Protección en línea LP1.

Según lo dispuesto en el apartado 4.4.2.-Cálculo de líneas L5, la línea trifásica en las condiciones de instalación prevista tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal línea, $I_b = 510,28$ A.

Intensidad máxima de línea, $I_{max} = 637,86$ A.



Intensidad máxima admisible por el cable, $I_z = 640$ A.

El interruptor automático debe cumplir las siguientes condiciones:

- 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2 $I_z \leq 1,45 \times I_z$
- 3 $I_z = 1,45 \times I_n$

Siendo:

I_n : Intensidad nominal del calibre del I.A., la cual debe verificar:

- $I_n = 1,1 \times I_b = 561,3$ A.

I_z : Intensidad de funcionamiento del disparador

Comprobamos las condiciones anteriores:

- 3 - $I_z = 1,45 \times 561,3 = 813,886$ A.
- 2 - $813,886 \leq 1,45 \times 640 = 928$ A.
- 1 - $510,28 \leq 561,3 \leq 640$ A.

Todas se cumplen con la $I_n = 561,3$ A, por lo tanto selecciono un I.A. de 630 A, el cual puede regularse tanto térmica como magnéticamente de la siguiente forma:

Reg. Térmica- Entre (0,64 / 1) de la I_n (nominal del I.A.).

- $(0,8 \times 630 / 1 \times 630) = (504 / 630)$ A. Es válido. -- **$504 \leq 561,3 \leq 630$ A**

Reg. Magnética- Entre (3,5 / 10) de la I_n (nominal del I.A.).

- $(5 \times 160 / 10 \times 160) = (3150 / 6300)$ A. Tomando 4000 A. = 4 kA -- **$4 \leq 36$ kA**

Se colocará en el cuadro de distribución general para proteger la línea el siguiente I.A.

Interruptor Automático en caja moldeada: $I_n = 630$ A con PdC = 36 kA

6.- Pérdidas energéticas de los módulos en la estructura.

6.1.- Cálculo de las pérdidas por orientación.

Para el cálculo de las pérdidas por orientación, se seguirá el procedimiento descrito en el Documento básico HE5 del Código Técnico de la Edificación. En este documento se establece que las pérdidas máximas permitidas de este tipo para una modalidad general serán del 10%.

Para el cálculo de las pérdidas por orientación se establece una inclinación de los módulos de 10° , un acimut con respecto al Sur geográfico de 18° y la inclinación óptima se tomará como 30° . Obedeciendo la ecuación proporcionada por el Código Técnico de la Edificación para estos valores, se llega a la solución correspondiente.

$$P_{ori} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \varphi + 10)^2]$$



Siendo:

β = inclinación de los módulos.

φ = inclinación óptima.

Ecuación para $\beta < 15^\circ$

$$P_{ori} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (10 - 30 + 10)^2] = 1,2 \%$$

Como puede observarse, las pérdidas calculadas son mucho menores que la establecidas por el Código Técnico de la Edificación.

6.2.- Cálculo de las pérdidas por sombras.

Al encontrarse las placas en paralelo a la cubierta no producen sombras puesto que la estructura ya dispone del ángulo deseado. Además la estructura está ubicada en una finca amplia y no hay ningún obstáculo como edificios, torres, o algún árbol grande que pueda proyectar una sombra significativa a los módulos.

Por lo tanto, el cálculo de sombras no procede.

6.3.- Cálculo de distancia a elementos que pueden producir sombras.

Para el cálculo de la separación entre elementos que pueden producir sombras a los módulos fotovoltaicos, se debe tener en cuenta la distancia entre baterías consecutivas, poyetes quitamiedos y tragaluces, chimeneas, o cualquier otro tipo de objeto que sobresalga de la superficie de la cubierta. Al no disponer de ninguno de los elementos anteriormente nombrados ni ningún otro, el cálculo de distancia a elementos que pueden producir sombras no procede.

7.- Estructura soporte.

La estructura soporte deberá cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

7.1.- Descripción.

La estructura va construida encima del pantano de la finca, aprovechando así la sombra generada para evitar los fenómenos de evaporación en dicho pantano.





El polígono azul corresponde a la finca donde se encuentra la estructura. El polígono rojo es la estructura soporte de los módulos.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

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

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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

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

La tornillería será realizada en acero inoxidable. Se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, cumpliendo lo especificado en el punto 6 sobre pérdidas energéticas. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

7.2.- Comprobación y validación.

Se ha estudiado según el programa informático MEFI la estructura, partiendo de los siguientes datos:

Esfuerzo vertical.

Número placas: 1100 módulos

Kg por placa: 18,6 Kg

Número de columnas: 9 columnas

Peso de soporte módulos: 4400 Kg.

Peso apartamento: 1100 Kg.

$$F_{VT} = n^{\circ} \cdot Kg (placa) = 1100 \cdot 18,6 = 20460 + 4400 + 1100 = 25960 \text{ Kg totales}$$

Peso por columna:

$$F_V = \frac{25960}{9} = 2884,4 \text{ Kg.}$$

Esfuerzo horizontal.



Velocidad viento: $V=4,9$ m/s
Densidad de aire: $d=1,2$ Kg/m³

Cálculo Presión de viento: $P_V = \frac{V^2}{2} \cdot d \quad \text{---} \quad P_V = \mathbf{14,406 Pa}$

Esfuerzo horizontal total: $Q_V = P_V \cdot s \quad \text{---} \quad Q_V = 1,467 \cdot (7,9 \times 40) = 463,57 Kg.$

Peso por columna:

$$F_H = \frac{463,57}{9} = \mathbf{51,508 Kg.}$$

En MEFI queda validado mediante el uso del perfil:

HEB 450

En el Anexo IV se dispone toda la información sobre este tipo de perfil.

7.3.- Situación.

La estructura tiene forma rectangular, con unas medidas de 40 metros x 45,7 metros. Tiene un ángulo con la horizontal de 10°, produciendo así una altura en su punto más alto de 7,9 metros.

En el lateral A (40 m) la estructura tiene 9 columnas separadas 5 metros.
En el lateral B (45,7 m) dispone únicamente de 2 columnas en los extremos.

De esta forma la estructura tiene una superficie disponible de:

$$S_d = 45,7 \times 40 = 1828 m^2$$

Y la superficie utilizada por los módulos es:

$$S_U = 1100 \times (1,046 \times 1,559) = 1793,79 m^2$$

Con lo que tenemos superficie suficiente para la instalación de los 1100 módulos:

$$S_U < S_d \quad \text{Superficie libre} = \mathbf{34,21 m^2}$$

8.- Cálculo de la energía producida.

Para el cálculo de la energía producida anualmente, se procederá utilizando la siguiente expresión para cada mes.

$$P_{día} = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{cem}} = (Kwh/día)$$

Siendo:

$P_{día}$ es la potencia generada por la instalación en un día. [Kwh/día]
 G_{dm} es la radiación incidente en un plano de 10° para una latitud de 18°. [Kwh/(m²·día)]



P_{mp} es la potencia pico del generador. (333Kwp)
 PR es el performance ratio mensual.
 $G_{CEM} = 1\text{kW/m}^2$.

En la siguiente tabla se resume el método de cálculo propuesto anteriormente. La potencia anual esperada se hallará sumando todos los términos energéticos mensuales calculados.

	$G_{dm}(\alpha, \beta)$	PR	$P_{día}$	P_{mes}
ENERO	2,88	0,809	775,86	29100
FEBRERO	3,84	0,818	1045,99	34100
MARZO	4,48	0,828	1235,24	47500
ABRIL	6,22	0,832	1723,29	55200
MAYO	7,56	0,833	2097,06	63000
JUNIO	7,79	0,832	2158,27	67000
JULIO	7,75	0,831	2144,6	68400
AGOSTO	6,27	0,827	1726,7	61500
SEPTIEMBRE	5,34	0,823	1463,48	48900
OCTUBRE	3,93	0,817	1069,2	39900
NOVIEMBRE	2,27	0,802	606,24	29600
DICIEMBRE	2,42	0,801	645,49	28100

Después de todos los cálculos, se estima que la instalación será capaz de producir un total de **572.300 kWh al año**.

Durante los 40 años que se plantea la instalación se prevé una pérdida de potencia del 1% cada año.

9.- Cálculo de la puesta a tierra.

9.1.- Cálculo del electrodo de puesta a tierra.

En cumplimiento con lo establecido en el ITC- BT-18, Instalaciones de puesta a tierra, se calculará la resistencia de puesta a tierra y por tanto la tensión de fuga como se muestra a continuación.

Puesto que la intensidad de defecto más desfavorable de los diferenciales es de 300 mA, y la tensión máxima que se puede alcanzar en este tipo de **locales mojados** es de **24 V**, la resistencia de la pica de tierra será inferior a $24 / 0.3 = 80$ óhmios.

$$R = \frac{\rho}{n \cdot L}$$

R = Resistencia del electrodo.



ρ = Resistencia del suelo ($\Omega \cdot m$). Terreno cultivable y fértil= 50 $\Omega \cdot m$
L = Longitud de las picas. 1 metros
n = nº de picas. 3

Se adoptará una red de tierras compuesta por cable desnudo de cobre de 35mm² de sección mínima y enterrada a 60 cm. mínimo de profundidad. Dicha red irá conectada a 3 picas de acero cobreadas de 15 mm de diámetro y de 1 m de longitud, separadas entre sí 4m, y alcanzar una resistencia de 16,67 Ohmios, y por tanto inferior a los 80 máximos.

Con el diseño del electrodo, llegará a una tensión de 5 V, inferior a la tensión máxima permitida para locales mojados de 24 V.

9.2.- Cálculo de distancia entre masas de otra instalación.

En cumplimiento de la ITC-BT-18, se calculará la separación entre las tomas de tierra de las masas de la instalación y de las masas de otras instalaciones.

La distancia de separación entre ambos electrodos vendrá dada por:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U}$$

D = Distancia entre electrodos (m).

P = Resistividad media del terreno (Ω).

I_d = Intensidad de defecto a tierra (A).

U = 1200 V para sistemas de distribución TT siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V.

La distancia mínima de separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización, según establece el apartado 11, de ITC-BT-18, debe ser de un mínimo de 10,01 metros.

Alumno

Cartagena, Octubre 2013.

Antonio Jesús Paredes Roca



I.- Anexo 1 – Tabla intensidades máximas admisibles cables

baja tensión

introducción técnica



INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
F								PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	
300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558	

NOTAS: Con fondo gris, figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios).

Los valores en cursiva no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la norma UNE 20460-5-523.

* Método D

	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5	32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2					70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349	
	XLPE3					58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295	



II.- Anexo 2 – Hoja resumen cálculo eléctrico de los circuitos

DENOMINACIÓN	POTENCIA KW	LONGITUD L	SECCIÓN MM2	I. DE LINEA A	I. DE CÁLCULO A	I. ADMISIBLE A	ΔT PARCIAL %
L. GENERADOR	3,33	2	10	6,46	8,075	50	0,00795
L.RECOLECTORA 1R1	26,65	38	35	51,68	64,6	137	0,34
L.RECOLECTORA 1R2	23,32	36	35	45,22	56,33	137	0,29
L.RECOLECTORA 1R3	23,32	40	35	45,22	56,33	137	0,32
L.RECOLECTORA 2R1	26,65	38	35	51,68	64,6	137	0,34
L.RECOLECTORA 2R2	26,65	38	35	51,68	64,6	137	0,34
L.RECOLECTORA 2R3	19,99	40	35	38,76	48,45	137	0,27
L.RECOLECTORA 3R1	19,99	40	35	38,76	48,45	137	0,27
L.RECOLECTORA 3R2	23,32	40	35	45,22	56,53	137	0,32
L.RECOLECTORA 3R3	29,98	40	35	58,14	72,68	137	0,41
L.RECOLECTORA 4R1	19,99	40	35	38,76	48,45	137	0,27
L.RECOLECTORA 4R2	26,65	40	35	51,68	64,6	137	0,36
L.RECOLECTORA 4R3	26,65	38	35	51,68	64,6	137	0,34
L.RECOLECTORA 5R1	23,32	40	35	45,22	56,53	137	0,32
L.RECOLECTORA 5R2	26,65	40	35	51,68	64,6	137	0,36
L.RECOLECTORA 5R3	23,32	40	35	45,22	56,53	137	0,32
L. ENTRADA LI1	73,29	20	70	142,12	177,65	214	0,25
L. ENTRADA LI2	73,29	30	70	142,12	177,65	214	0,38
L. ENTRADA LI3	73,29	40	70	142,12	177,65	214	0,5
L. ENTRADA LI4	73,29	50	70	142,12	177,65	214	0,63



L. ENTRADA LI5	73,29	60	70	142,12	177,65	214	0,75
L. SALIDA LS1	70,70	11	35	102,06	127,58	144	0,27
L. SALIDA LS2	70,70	9	35	102,06	127,58	144	0,23
L. SALIDA LS3	70,70	7	35	102,06	127,58	144	0,18
L. SALIDA LS4	70,70	5	35	102,06	127,58	144	0,18
L. SALIDA LS5	70,70	3	35	102,06	127,58	144	0,078
L. PRINCIPAL L5	350	3	300	510,28	637,85	640	0,73



III.- Anexo 3 – Características Fusibles y i.a. seleccionados

FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 V DC para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección segura, compacta y económica en los cuadros de segundo nivel de las instalaciones fotovoltaicas. La gama comprende cartuchos fusibles de talla NH1 con corrientes asignadas comprendidas entre 25A y 160A y fusibles NH3 con corrientes asignadas comprendidas entre 200A y 315 A. La tensión asignada es de 1000 V DC (corriente continua). Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la norma IEC 60269-6), con una corriente mínima de fusión de 1,35 In. Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases NH modelo ST de 1000 V DC.

NH
1000V DC

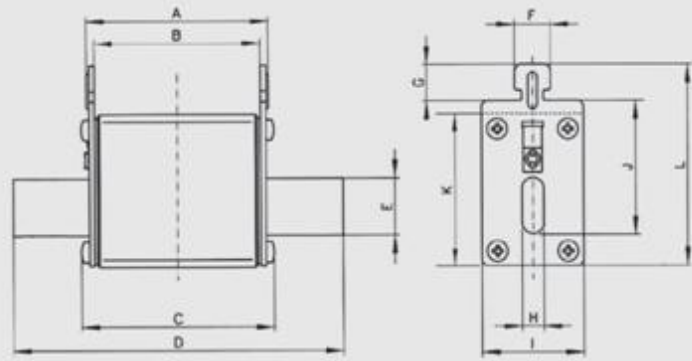
www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/nh/

	In (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE (Unid./Caja)
NH1	25	373210	30	1/30
	32	373215	30	1/30
	40	373225	30	1/30
	50	373230	30	1/30
	63	373235	30	1/30
	80	373240	30	1/30
	100	373245	30	1/30
	125	373250	30	1/30
	160	373255	30	1/30
NH3	200	373425	30	1/15
	250	373435	30	1/15
	315	373445	30	1/15



gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

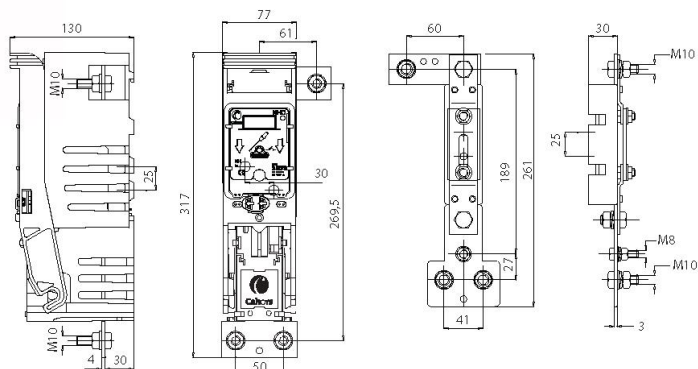
NH1
NH3



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87



ACCESORIOS



BASES UNIPOLARES PORTAFUSIBLES SECCIONABLES EN CARGA (NHC 250/400A)

Características:

Diseñadas conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269.

Composición:

- Zócalo de poliéster termoestable reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible según UNE 53.315/1 y clase térmica "F" según UNE 21.305.
- Piezas termoplásticas fabricadas en policarbonato y poliamidas. Materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21.305.
- Pinzas de contacto de cobre electrolítico SE-Cu 57 según DIN 178 con recubrimiento de plata.
- Barras conductoras de cobre electrolítico E-Cu 57 según DIN 1787 con recubrimiento de estaño.
- Elementos de conexión mediante tornillos de acero dicromatado o acero inoxidable fijados a la pletina.

Tipo	Designación	Tamaño	I nominal (A)	Conexión	Referencia (*)
L-T	NHC1 L-T M10/A2	1	250	M10	901.982
	NHC2 L-T M10/A2	2	400		901.983
Neutro Secc.	NT1/2 L-T M10/A2	-	Para 250/400		901.991
STD-T	NHC1 STD-T M10/A2	1	250	M10	901.984
	NHC2 STD-T M10/A2	2	400		901.985
Neutro Secc.	NT1/2 STD-T M10/A2	-	Para 250/400		901.992

(*) Las referencias indicadas incluyen tornillería de acero dicromatado. Para bases sin tornillería, añadir a la referencia -ST. Para bases con tornillería de acero inoxidable, añadir a la referencia -I.



DPX³ 160 magnetotérmicos diferenciales
interruptores automáticos en caja moldeada de 16 a 160 A



4200 37

4201 57

Se montan en un perfil \perp o en placa dentro de las cajas y los armarios XL².
Garantiza el corte, el mando, el seccionamiento y la protección de las líneas eléctricas de baja tensión. Ejecución fija conexión anterior.
Se suministran con bornas de conexión de 70 mm².
Admiten los accesorios y los auxiliares comunes DPX³ (pág. 58).
Son conformes a la norma UNE-EN 60847-2.

Emb.	Ref.	Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales
		Térmico regulable de 0,8 a 1 In. Magnético fijo: 400 A de 16 a 40 A, 10 In de 63 a 160 A. Diferencial electrónico integrado con pantalla LCD. Sensibilidad regulable: 0,03 - 0,3 - 1 - 3 A. Disparo regulable: 0 - 0,3 - 1 - 3 s. (0 s sob con sensibilidad 0,03 A).
		In(A)
		Poder de corte Icu 16 kA (400 V_N)
1	4200 30	16
1	4200 31	25
1	4200 32	40
1	4200 33	63
1	4200 34	80
1	4200 35	100
1	4207 35	125
1	4207 36	160
1	4207 37	160
		Poder de corte Icu 25 kA (400 V_N)
1	4200 70	16
1	4200 71	25
1	4200 72	40
1	4200 73	63
1	4200 74	80
1	4200 75	100
1	4207 39	125
1	4207 41	160
		Poder de corte Icu 36 kA (400 V_N)
1	4201 10	16
1	4201 11	25
1	4201 12	40
1	4201 13	63
1	4201 14	80
1	4201 15	100
1	4207 43	125
1	4207 45	160
		Poder de corte Icu 50 kA (400 V_N)
1	4201 50	16
1	4201 51	25
1	4201 52	40
1	4201 53	63
1	4201 54	80
1	4201 55	100
1	4207 47	125
1	4207 49	160

DPX³ 160 magnetotérmicos
versión extraíble y accesorios



4210 40

4210 27

4210 36

Emb.	Ref.	Versión extraíble
		Un DPX ³ versión extraíble es un DPX ³ fijo equipado con una base.
		Bases Bases con conexión anterior o posterior. Para DPX ³ 3P. Para DPX ³ 4P con o sin diferencia.
1	4210 40	
1	4210 41	
		Conectores para auxiliares Bloque de contacto.
1	4210 44	
		Accesorios de conexión
		Bornas de gran capacidad Para cable Cu/Al flexible 1 x 120 mm ² o rígido 1 x 150 mm ² y pletinas o terminales 18 mm.
1	4210 26	Juego de 3 bornas.
1	4210 27	Juego de 4 bornas.
		Tabiques de separación Juego de 2 tabiques aislantes.
1	4210 70	
		Bornas con tornillo para terminales Juego de 3 bornas. Juego de 4 bornas.
1	4210 28	
1	4210 29	
		Espaciadores Para pletinas o terminales. Para DPX ³ 3P. Para DPX ³ 4P.
1	4210 32	
1	4210 33	
		Conexión posterior Planas orientables. Juego de 3 tomas posteriores. Juego de 4 tomas posteriores.
1	4210 36	
1	4210 37	
		Borna de repartición 160 A Borna 6 salidas de 25 mm ² .
1	0048 67	
		Cubrebornas precintables
		Para conexión anterior Para DPX ³ 3P. Para DPX ³ 4P.
1	4210 54	
1	4210 55	
		Para conexión posterior Para DPX ³ 3P. Para DPX ³ 4P.
1	4210 50	
1	4210 51	
		Adaptadores para montaje en perfil \perp o placa Permiten instalar el DPX ³ en un perfil \perp o en una placa fija. Para DPX ³ 160 sin mando motorizado lateral. Para DPX ³ 160 diferencial sin mando motorizado lateral. Para todos los DPX ³ 160 con mando motorizado lateral.
1	4210 71	
1	4210 73	
1	4210 68	



DPX 630

interruptores automáticos de 200 a 630 A en caja moldeada



0256 89



0256 07

Conforme a la norma UNE-EN 60947-2 / UNE-EN 60947-3.
Ejecución fija, conexión anterior. Equipados con portaetiquetas.
Categoría de empleo A. Tensión nominal 690 V \sim , 50 /60 Hz.
Térmico regulable 0,8 ÷ 1 In. Magnético regulable 5 ÷ 10 In.

Emb.	Ref.		Magnetotérmicos
			DPX 630 - 36 kA Poder de corte Icu: 36 kA (400/415 V \sim). In(A)
	3P	4P	
1	0256 22	0256 37	320
1	0256 23	0256 38	400
1	0256 25	0256 39	500
1	0256 24	0256 40	630
	3P+N2		
1	0259 41		200
1	0259 31		250
1	0259 32		320
1	0259 33		400
1	0259 35		500
1	0259 34		630

Emb.	Ref.		Bloque diferencial electrónico
			Se asocian a DPX 630 y DPX-I 630. Sensibilidad regulable a 0,03/0,3/1/3 A. Retardo regulable a 0/0,3/1/3 seg. Botón test y botón reset. Contacto de señalización a distancia de fallo diferencial. Conmutador de test (aislamiento de la instalación). 230-500 V, 50/60Hz. Clase A In(A)
	Montaje inferior		
	3P	4P	
1	0260 60	0260 61	400
1	0260 64	0260 65	630

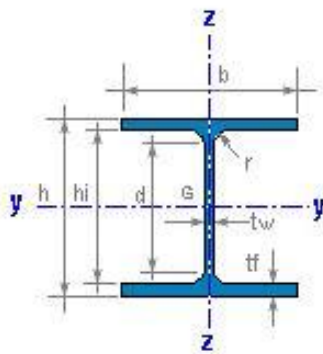
Emb.	Ref.		Electrónicos S1
			Selectividad dinámica S1. Equipados con portaetiquetas. Categoría de empleo: A para In= 630 A. B para In= 250 y 400 A.
			DPX 630 - 36 kA Tensión nominal 690 V \sim , 50 /60 Hz. Poder de corte Icu: 36 kA (400/415 V \sim). Protección retardo largo contra sobrecargas. Regulable en base al valor eficaz de corriente: I _r , I _m regulables
	3P	4P	In(A)
1	0256 01	0256 05	250
1	0256 02	0256 06	400
1	0256 03	0256 07	630
	3P	4P	
1	0256 09	0256 13	250
1	0256 10	0256 14	400
1	0256 11	0256 15	630

Emb.	Ref.		Electrónicos S2
			Regulable I _r , I _m , T _r , T _m Pilotos de funcionamiento Toma de test Selectividad dinámica y lógica
			DPX 630 - 36 kA Poder de corte Icu: 36 kA (400 V \sim). In(A)
	3P	4P	
1	0256 26	0256 30	250
1	0256 27	0256 31	400
1	0256 28	0256 32	630
	3P	4P	
1	0256 34	0256 38	250
1	0256 35	0256 39	400
1	0256 36	0256 40	630
	3P	4P	
1	0256 67	0256 71	250
1	0256 68	0256 72	400
1	0256 69	0256 73	630



IV.- Anexo 4 – Perfil estructura soporte

HEB 450



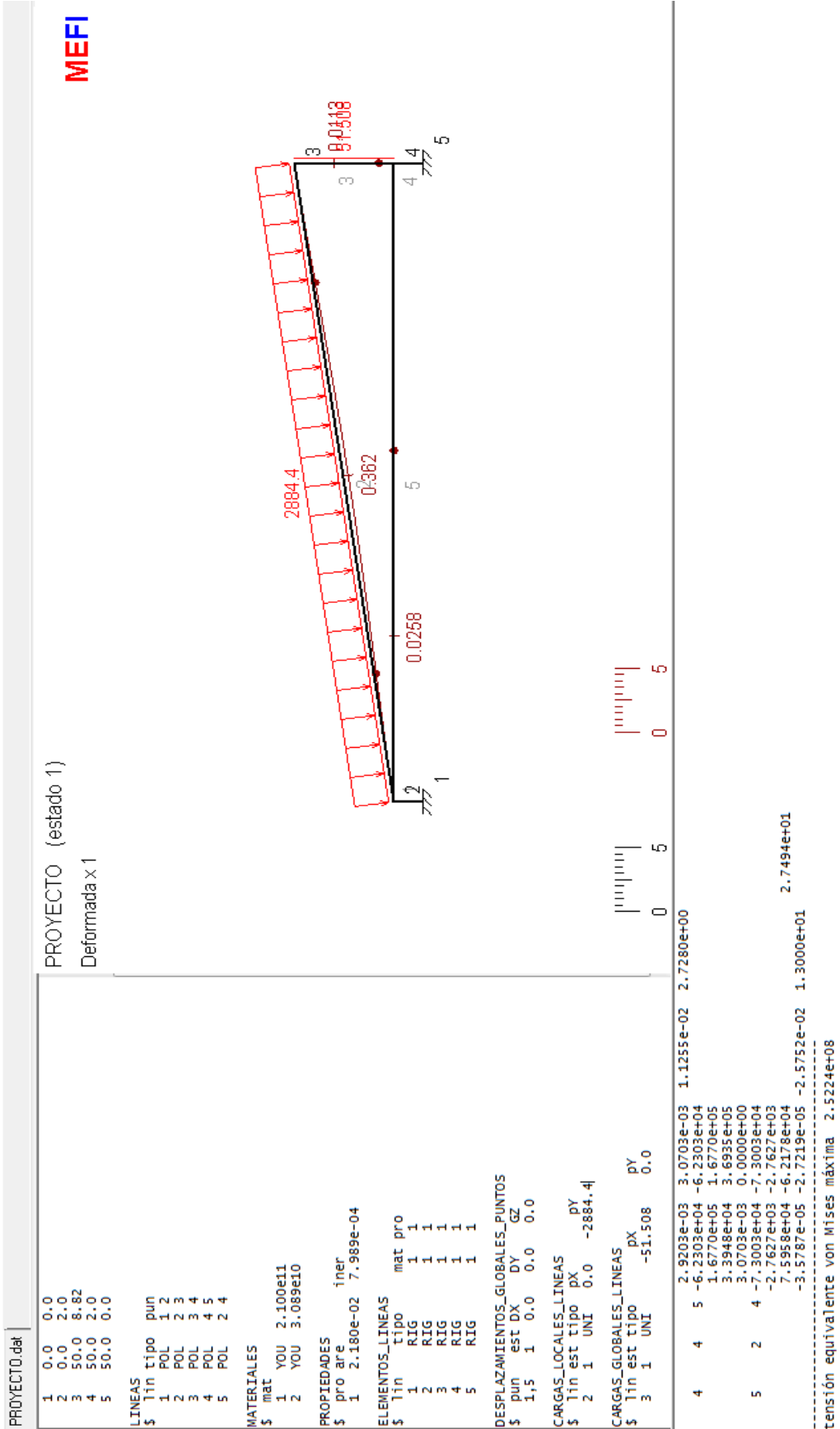
$h = 450 \text{ mm}$	$r = 27 \text{ mm}$
$b = 300 \text{ mm}$	$d = 344.0 \text{ mm}$
$tw = 14.0 \text{ mm}$	$hi = 398.0 \text{ mm}$
$tf = 26.0 \text{ mm}$	

$A = 218.0 \text{ cm}^2$	$M = 171.1 \text{ kg/m}$
--------------------------	--------------------------

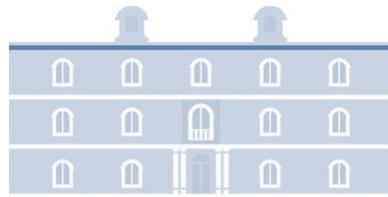
$I_y = 79892 \text{ cm}^4$	$I_z = 11721 \text{ cm}^4$
$W_y = 3550.8 \text{ cm}^3$	$W_z = 781.4 \text{ cm}^3$
$W_{ply} = 3982.6 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 1197.7 \text{ cm}^3$
$i_y = 19.14 \text{ cm}$	$i_z = 7.33 \text{ cm}$
$I_t = 448.0 \text{ cm}^4$	$I_w = 5268037 \text{ cm}^6$

$S_y = 1991.3 \text{ cm}^3$	$Avz = 79.67 \text{ cm}^2$
$s_y = 40.1 \text{ cm}$	

$AL = 2.026 \text{ m}^2/\text{m}$	$AG = 11.84 \text{ m}^2/\text{t}$
-----------------------------------	-----------------------------------



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



industriales

etsii UPCT

Instalación fotovoltaica conectada a la red en régimen de cogenerador para bombeo y desalación de acuífero subterráneo.

Estudio de Seguridad y Salud

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tituación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Especialidad en Electricidad

Alumno: Antonio Jesús Paredes Roca

Director: Juan Martínez Tudela

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Cartagena, 1 de Octubre de 2013



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
1.1.- Objeto del estudio básico de seguridad y salud.	4
1.2.- Justificación del estudio básico de seguridad y salud.....	4
1.3.- Datos del proyecto de obra.	5
2.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA	5
Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.	5
3.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.	5
3.1.- Cubiertas planas, inclinadas, materiales ligeros.....	5
3.2.- Albañilería y cerramientos.....	6
3.3.-Terminaciones (alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, salados, pinturas, carpintería, cerrajería, vidriería).....	6
3.4.-Instalaciones (electricidad, fontanería, gas, aire acondicionado. Calefacción, ascensores, antenas, pararrayos).....	7
4.- FORMACIÓN.....	7
5.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS.....	7
6.- PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7
7.- PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES	8
8.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR	8
9.-OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN TEMAS DE SEGURIDAD Y SALUD	9
10.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	9
11.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	10
12.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	11
13.- LIBRO DE INCIDENCIAS.....	12
14.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	12
15.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES	12
16.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	12
17.- CAMPO DE APLICACIÓN.....	13
18.- NORMATIVAS APLICABLES.....	13



19.- DESARROLLO DEL ESTUDIO	14
19.1.- Aspectos generales.....	14
19.2.- Identificación de los riesgos.	14
19.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.	14
19.4.- Protecciones.	15
19.5.- Características generales de la obra.	16
19.5.1.- Descripción de la obra y situación.....	16
19.5.2.- Suministro de Energía Eléctrica.	16
19.5.3.- Suministro de Agua Potable.....	16
19.5.4.- Servicios Higiénicos.....	16
19.5.5.- Previsiones e Informaciones útiles para Trabajos Posteriores.	16
19.5.6.-Medidas Específicas Relativas a Trabajos que Implican Riesgos Especiales para la Seguridad y Salud de los Trabajadores.....	16
20.- ANEXO I.....	17
21.- ANEXO II.....	17
22.- ANEXO III.....	19



1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Objeto del estudio básico de seguridad y salud.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Este Estudio de Seguridad y Salud, establece las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, durante la construcción de la Obra.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los Proyectos de Edificaciones.

1.2.- Justificación del estudio básico de seguridad y salud.

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es superior a 450.759,08 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997, se redacta el presente Estudio Básico, el cual deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.



1.3.- Datos del proyecto de obra.

Tipo de Obra: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOLTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED DE 350 KW EN RÉGIMEN DE COGENERADOR PARA BOMBEO Y DESALACIÓN DE ACUÍFERO SUBTERRÁNEO.

Situación: Paraje Camachos
Población: Torre Pacheco.
Promotor:
Proyectista: Antonio Jesús Paredes Roca
Director de obra:
Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto:

2.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

Ley 31/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.

(El redactor del Estudio Básico deberá elegir las fases de obra, los riesgos más frecuentes y las medidas preventivas aplicables a cada caso).

3.1.- Cubiertas planas, inclinadas, materiales ligeros.

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
Caídas de operarios al mismo nivel.	Marquesinas rígidas.	Orden y limpieza.
Caídas de operarios a distinto nivel.	Barandillas.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa.
Caída de operarios al vacío.	Pasos o pasarelas.	Cinturón de seguridad.
Caída de objetos sobre	Redes verticales.	Utilización de EPI's.



operarios.		
Caída de materiales transportados.	Se prohíbe la permanencia de trabajadores bajo la trayectoria de los materiales suspendidos.	Casco de seguridad y ropa de trabajo.
Choques o golpes contra objetos.		Ropa de trabajo, guantes y botas de seguridad.
Atrapamientos y aplastamientos	Mallazos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
Lesiones y/o cortes en manos y pies.		Calzado y guantes de seguridad.
Ambiente polvoriento.		Utilizar mascarillas de protección.
Ruidos, contaminantes acústicos.		Protectores auditivos.
Vibraciones.	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de maquinaria.	Ropa de trabajo, protectores auditivos, cinturones antivibración.

3.2.- Albañilería y cerramientos.

Las medidas que se deben adoptar en este caso son a parte de las mencionadas en el punto anterior, las que se muestran a continuación:

Riegos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
Dermatitis por contacto de cemento y cal.	Limpieza de zonas de trabajo y tránsito.	Guantes de PVC y botas de seguridad.
Contactos eléctricos directos e indirectos.	Habilitar caminos de circulación.	Guantes de PVC y botas de seguridad.
Condiciones meteorológicas adversas.	Andamios adecuados.	Traje para ambientes lluviosos y botas antideslizantes.
Trabajos en zonas húmedas o mojadas.		Botas antideslizantes.
Derivados de medios auxiliares.	Los sobrantes se irán retirando conforme se produzcan.	
Quemaduras en impermeabilizaciones.		Botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización.
Derivados del acceso al lugar de trabajo.	Los sobrantes se irán retirando conforme se produzcan.	

3.3.-Terminaciones (alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, salados, pinturas, carpintería, cerrajería, vidriería).

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
Caídas de operarios al mismo nivel.	Marquesinas rígidas.	Orden y limpieza.
Caídas de operarios a	Barandillas.	Utilización de equipos de



distinto nivel.		protección individual y colectiva, según normativa.
Caída de operarios al vacío.	Pasos o pasarelas.	Utilización de EPI's.
Caída de objetos sobre operarios.	Redes verticales.	Utilización de EPI's.
Caída de materiales transportados.	Se prohíbe la permanencia de trabajadores bajo la trayectoria de los materiales suspendidos.	Casco de seguridad.

3.4.-Instalaciones (electricidad, fontanería, gas, aire acondicionado. Calefacción, ascensores, antenas, pararrayos).

Las medidas que se deben adoptar en este caso son las mismas que las mencionadas en el punto 3.2.

4.- FORMACIÓN

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

5.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Para la asistencia a accidentados, se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista de los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

6.- PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 establece disposiciones mínimas y entre ellas no figura, para el Estudio Básico la de realizar un Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación de dicho Estudio. (Aunque no sea obligada Seguridad y Salud, que obra).

Aunque no sea obligatorio se recomienda reservar en el Presupuesto del proyecto una partida de Seguridad y Salud, que puede variar entre el 1% y el 2% del PEM, en función del tipo de obra.



7.- PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

(El redactor del Estudio Básico deberá elegir para los previsibles trabajos posteriores, los riesgos más frecuentes y las medidas preventivas aplicables en cada caso).

8.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Riesgos más frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
Caídas de operarios al vacío.		Utilización de EPI's.
Caídas de operarios al mismo nivel.	Orden y limpieza.	Botas antideslizantes y casco protector.
Caídas de alturas por huecos horizontales.	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón de seguridad y ropa de trabajo.
Caída por resbalón	Limpieza	Botas antideslizantes.
Contactos eléctricos directos e indirectos.	Correcto mantenimiento	Guantes de PVC y botas de seguridad.
Condiciones meteorológicas adversas.		Traje para lluvia y botas antideslizantes.
Trabajos en zonas húmedas o mojadas.		Botas antideslizantes.

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

(En la introducción del Real Decreto y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución).

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.



9.-OBLIGACIONES DEL COORDINADOR EN TEMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

10.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de Prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera



razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

11.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

-El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.

-La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

-La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

-El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

-La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.

-El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.

-La recogida de materiales peligrosos utilizados.

-La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

-La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

-Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a



los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor o eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

12.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.



13.- LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

14.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

15.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

16.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.



Así mismo este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

17.- CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de Instalaciones Generadoras de Baja Tensión.

18.- NORMATIVAS APLICABLES

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Decreto 2413/1973 del 20 de septiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.

Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 485/1997, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbar, para los trabajadores.

Real Decreto 773/1997, referente a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.



Real Decreto 1215/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo año 1971, capítulo VI.

Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

19.- DESARROLLO DEL ESTUDIO

19.1.- Aspectos generales.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todo lo han entendido.

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada en forma visible en lugares estratégicos de la obra.

19.2.- Identificación de los riesgos.

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajos de cada una de ellas, se incorporan en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva.

En los Anexos 2 y 3 se identifican los riesgos específicos para las obras siguientes:

- Líneas aéreas.
- Estructuras.

19.3.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.



- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

19.4.- Protecciones.

Las protecciones a utilizar son: Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

Equipos de protección. Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para IBERDROLA. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE:
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes aislantes de la electricidad de baja tensión y de alta tensión.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Discriminador de baja tensión, protecciones colectivas.
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.
- Equipos de primeros auxilios.
- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Dicho botiquín deberá estar ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.
- Equipo de protección contra incendios: Extintores de polvo seco clase A, B, C.



19.5.- Características generales de la obra.

Se procede a analizar con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se pueden definir perfectamente y solucionar antes de comenzar las obras.

19.5.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el documento de Memoria del presente proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuado a la orografía del terreno. En nuestra obra no tenemos problemas de acceso y nos encontramos a seis kilómetros del Hospital del Mar Menor, pudiendo facilitar un rápido traslado de urgencia a cualquier posible herido.

19.5.2.- Suministro de Energía Eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra, utilizando si es necesario, grupos electrógenos para las situaciones en las que se tenga que cortar el suministro eléctrico.

19.5.3.- Suministro de Agua Potable.

Se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra. Como puede ser un suministro continuo de agua potable mediante cisternas, agua embotellada, etc. Siendo de extrema importancia en épocas estivales, donde se alcanzan en esta zona temperaturas extremas con un ambiente muy seco.

19.5.4.- Servicios Higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente. Como ejemplo más válido la instalación de los llamados WC químicos, idóneos para zonas aisladas sin posibilidad de evacuación al alcantarillado.

19.5.5.- Previsiones e Informaciones útiles para Trabajos Posteriores.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia.
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia.
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento.
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

19.5.6.-Medidas Específicas Relativas a Trabajos que Implican Riesgos Especiales para la Seguridad y Salud de los Trabajadores.

En el ANEXO 1 se recogen las medidas específicas para las etapas de pruebas y puesta en servicio de la instalación, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.



20.- ANEXO I

Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la puesta en servicio de las instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

Actividades	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
Pruebas y puestas en servicio.	Golpes.	Mantenimiento de equipos y utilización de EPI's.
	Heridas.	Utilización de EPI's.
	Caídas de Objetos.	Adecuación de Cargas.
	Atrapamientos	Control de Maniobras: Vigilancia continuada.
	Contactos Eléctricos Directos e Indirectos.	Utilización de EPI's. Seguir los procedimientos de descarga de instalaciones eléctricas. Aplicar las siguientes reglas: -Apantallar en caso de proximidad de los elementos en tensión. -Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

21.- ANEXO II

Líneas aéreas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

Actividad	Riesgo	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES.
Acopio, carga y descarga.	Golpes	Mantenimiento de Equipos.
	Heridas.	Utilización de EPI's.
	Caídas de objetos.	Adecuación de las cargas.
	Atrapamiento.	Control de maniobras. Vigilancia continuada.
Excavaciones y Hormigonado.	Caídas al mismo nivel.	Orden y limpieza.
	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa



		vigente.
	Desprendimientos.	Entibamiento.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Oculares, cuerpos extraños.	Utilización de EPI's.
	Riesgos a terceros.	Vallado de seguridad. Protección de los huecos.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
	Atrapamientos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
Montaje, izado y armado.	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa.
	Desprendimientos.	Entibamiento.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Oculares, cuerpos extraños.	Utilización de EPI's.
	Riesgos a terceros.	Vallado de seguridad. Protección de los huecos.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
Cruzamientos.	Caídas al mismo nivel.	Orden y limpieza.
	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa.
	Desprendimientos.	Entibamiento.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Oculares, cuerpos extraños.	Utilización de EPI's.
	Riesgos a terceros.	Vallado de Seguridad. Protección de los huecos.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
Tendido de conductores.	Vuelco de maquinaria.	Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de máquinas de tracción.
	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa.
	Riesgo eléctrico.	Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella.



	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Atrapamientos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
Tensado y grapado.	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva.
	Riesgo eléctrico.	Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Atrapamientos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
Pruebas y Puesta en Servicio.	Ver ANEXO 1.	

22.- ANEXO III

Estructura.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

Actividad	Riesgo	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES.
Acopio, carga y descarga.	Golpes	Mantenimiento de Equipos.
	Heridas.	Utilización de EPI's.
	Caídas de objetos.	Adecuación de las cargas.
	Atrapamiento.	Control de maniobras. Vigilancia continuada.
Excavaciones y Hormigonado.	Caídas al mismo nivel.	Orden y limpieza.
	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente.
	Desprendimientos.	Entibamiento.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Oculares, cuerpos extraños.	Utilización de EPI's.
	Riesgos a terceros.	Vallado de seguridad. Protección de los huecos.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección



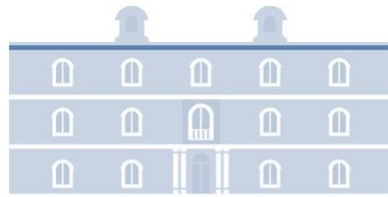
		lumbar.
	Atrapamientos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
Montaje, izado y armado.	Caídas desde altura.	Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa.
	Desprendimientos.	Entibamiento.
	Golpes y heridas.	Utilización de EPI's.
	Oculares, cuerpos extraños.	Utilización de EPI's.
	Riesgos a terceros.	Vallado de seguridad. Protección de los huecos.
	Sobreesfuerzos.	Utilizar fajas de protección lumbar.
	Cruzamientos.	Caídas al mismo nivel.
Caídas desde altura.		Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa.
Desprendimientos.		Entibamiento.
Golpes y heridas.		Utilización de EPI's.
Oculares, cuerpos extraños.		Utilización de EPI's.
Riesgos a terceros.		Vallado de Seguridad. Protección de los huecos.
Sobreesfuerzos.		Utilizar fajas de protección lumbar.

Cartagena, Octubre 2013.

Alumno

Antonio Jesús Paredes Roca

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



industriales
etsii UPCT

Instalación fotovoltaica conectada a la red en régimen de cogenerador para bombeo y desalación de acuífero subterráneo.

Pliego de Condiciones

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tituación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Especialidad en Electricidad

Alumno: Antonio Jesús Paredes Roca

Director: Juan Martínez Tudela

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Cartagena, 1 de Octubre de 2013



ÍNDICE

1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	4
1.1.- Condiciones Generales	4
1.2.- Reglamentos y Normas.....	4
1.3.- Responsabilidades en la ejecución	4
1.4.- Ejecución de las Obras	4
1.5.- Recepción de las Obras.....	5
1.6.- Interpretación y Desarrollo del Proyecto.....	5
1.7.- Características de los Materiales.....	6
1.8.- Modificaciones	6
1.9.- Obras complementarias	7
1.10.- Obra Defectuosa.....	7
1.11.- Medios Auxiliares	7
1.12.- Contratación de la Empresa.....	7
1.13.- Conservación de las Obras	7
2.- CONDICIONES ECONÓMICAS	8
2.1.- Abono de la Obra.....	8
2.2.- Fianza.....	8
2.3.- Precios.....	8
2.4.- Revisión de Precios	8
2.5.- Responsabilidades.....	9
2.6.- Penalizaciones.....	9
2.7.- Contrato.....	9
2.8.- Rescisión del Contrato	9
2.9.-Liquidación en caso de Rescisión del Contrato.....	10
3.- CONDICIONES FACULTATIVAS	10
3.1.- Normas a Seguir	10
3.2.- Personal	10
4.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	11
4.1.- Unidades de Obra Civil.	11
4.1.1.-Materiales Básicos.....	11
4.1.2.- Recogida y limpieza de la zona.....	11
4.2.- Condiciones técnicas de los Equipos Eléctricos.....	11
4.2.1.- Generalidades.	11



4.2.2.- Cuadros eléctricos.	13
4.3.- Suministro y almacenamiento.	14
4.4.- Reconocimiento y ensayos previos.	15
4.5.- Ensayos.	15
4.6.- Armario de Mando y Control	16
4.7.- Red de puesta a Tierra	16
4.8.- Medida del Consumo.	17



1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1.- Condiciones Generales

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del proyecto y la ejecución cualitativa del mismo, definiendo las características que se deben cumplir en la ejecución de la instalación solar fotovoltaica descrita en la Memoria así como los materiales a utilizar.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

El documento que nos ocupa garantiza y expone:

- La utilización segura de la instalación.
- La durabilidad y calidad en la instalación.
- La optimización del ahorro energético en el periodo de la instalación y puesta en marcha.

1.2.- Reglamentos y Normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

1.3.- Responsabilidades en la ejecución

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

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

1.4.- Ejecución de las Obras

COMIENZO:

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.



PLAZO DE EJECUCIÓN:

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ÓRDENES:

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.5.- Recepción de las Obras

RECEPCIÓN PROVISIONAL:

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA:

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

RECEPCIÓN DEFINITIVA:

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.6.- Interpretación y Desarrollo del Proyecto

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.



El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

1.7.- Características de los Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso, podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse ésta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.8.- Modificaciones

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.



1.9.- Obras complementarias

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

1.10.- Obra Defectuosa

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.11.- Medios Auxiliares

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigente y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

1.12.- Contratación de la Empresa

Modo de contratación: El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso-subasta.

Presentación: Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 15 de octubre de 2007 en el domicilio del propietario.

Selección: La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo entre el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

1.13.- Conservación de las Obras

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

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



2.- CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1.- Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.2.- Fianza

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2.3.- Precios

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

2.4.- Revisión de Precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.



2.5.- Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

2.6.- Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

2.7.- Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

2.8.- Rescisión del Contrato

CAUSAS DE RESCISIÓN:

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.

Segunda: La quiebra del contratista.

Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.

Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.



Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.

Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.

Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.

Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.

Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

Decimo: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

2.9.-Liquidación en caso de Rescisión del Contrato

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3.- CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1.- Normas a Seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- 1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- 4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- 5.- Normas de la Compañía Suministradora.
- 6.- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.
- 7.- Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo

3.2.- Personal

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida



aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

4.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Este pliego de Condiciones Técnicas alcanza el conjunto de características que deberán cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de colocación en obra y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.1.- Unidades de Obra Civil.

4.1.1.-Materiales Básicos.

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

4.1.2.- Recogida y limpieza de la zona.

Se define como la limpieza y retirada de material de la zona, el trabajo consistente en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los materiales, objetos, o cualquier otro material no deseable para poder empezar la ejecución de la obra y al finalizarla.

Todo esto se realizará de acuerdo con las especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Los trabajos se realizaran de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que se establezca el facultativo encargado de las obras.

4.2.- Condiciones técnicas de los Equipos Eléctricos.

4.2.1.- Generalidades.

El ofertante será el responsable del suministro de los equipos elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35°C por lo que el ofertante deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.



Así pues todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

- Ventilación forzada e independiente del exterior. Resistencia de calentamiento.
- Refrigeración, en caso de que se requiera.
- Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad.
- Iluminación interior.
- Seguridad de intrusismo y vandalismo.
- Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc. según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- La intensidad de empleo en función del coste. Fin, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos.
- La intensidad del cortocircuito.
- El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la Intensidad de cortocircuito del punto en el cual está instalado.
- La coordinación del dispositivo de protección con el aparillaje situado aguas abajo.
- La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

- La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.
- La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.
- Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.
- Se verificará la relación de seguridad (V_c / V_L), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales MI-BT021, protección contra contactos directos e indirectos.
- La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 40 KA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 KA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 KA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Así mismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual. Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.



Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 21-103.

Todos los relés auxiliares serán del tipo enchufable en base tipo undecal, de tres contactos inversores, equipados con contactos de potencia, (10 A. para carga resistiva, $\cos. \phi=1$), aprobados por UL.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y MI-BT021.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en MI BT004. La corriente de las canalizaciones será 1.5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según MI BT017, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación.

El sistema de instalación será según la instrucción MI BT018 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El ofertante debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

- Memorándum de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar la calidad de las instalaciones ofertadas.
- Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados.

En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004

Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

4.2.2.- Cuadros eléctricos.

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería).

El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:



- Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc...), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.
- Compartimentos en que se dividen.
- Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc...), detallando los mismos.
- Interruptores automáticos.
- Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares.

Protecciones que, como mínimo, serán:

- Mínima tensión, en el interruptor general automático. Sobrecarga en cada receptor.
- Cortocircuitos en cada receptor.
- Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.

Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.

La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.

En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados.

Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.

Características:

- Fabricante: A determinar por el contratista.
- Tensión nominal de empleo: 400 V.
- Tensión nominal de aislamiento: 1000 V.
- Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo.
- Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios.
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 KA.
- Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN.
- Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2000 mm.

4.3.- Suministro y almacenamiento.

Todos los suministros, en especial los de gran tamaño, se deberán prever para que su estancia a pie de obra no exceda de tres días, esto significará un desahogo de material en el almacenamiento.

Los sistemas de gran o mediano tamaño que puedan resultar dañados en el transporte o instalación deben ser suministrados en jaulas de madera adecuadas y embalados con



todas las protecciones necesarias para su correcto transporte y posterior almacenamiento. Estas jaulas se encontrarán sujetas a euro palets, los cuales facilitaran las labores de traslado y elevación.

En caso de los paneles solares, se advertirá en el exterior de la caja protectora la fragilidad del contenido.

Los sistemas de menor tamaño como los sistemas electrónicos de pequeña envergadura, etc. serán embalados individualmente con todas las protecciones necesarias para su correcto transporte y posterior almacenamiento.

Las piezas y elementos de pequeño tamaño como tornillos o soportes se han de suministrar desmontados y embalados con todas las protecciones necesarias, de tal forma que no puedan sufrir deformaciones o desperfectos.

Los conductores se suministrarán en bobinados de entre 20 y 200 metros (según el tipo de conductor) enrollados en estructura cilíndrica de cartón rígido o madera y sujetos a la misma con fuertes sujeciones. En cada bobina se indicará el tipo de conductor y se llevará un seguimiento de los metros utilizados de cada una de ellas.

El hormigón a utilizar se suministrará en sacos de 5 kg sobre euro palets para su correcto transporte y almacenaje.

Todos los elementos antes descritos se almacenarán en lugar seco, depositados en suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, se cubrirán para protegerlos del agua de lluvia, impactos, humedades y de los rayos de sol. En cada embalaje se deberá indicar el elemento contenido y su peso en kilogramos, los elementos de pequeño tamaño se ven excluidos de esta condición.

4.4.- Reconocimiento y ensayos previos.

Cuando se estime oportuno el técnico Director, podrá encargarse y ordenar análisis, ensayos o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en la fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no están indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los costes ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán a cargo del contratista.

4.5.- Ensayos.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados para probar, a la total satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra. Los resultados de los ensayos serán pasados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.



Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases, y entre fase y tierra, que se realizará de la forma siguiente:

- Alimentación a los cuadros. Con el receptor desconectado medir la resistencia de aislamiento desde el lado de la salida de los arrancadores.
- Maniobra de los equipos de interconexión. Con los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección y mando medirla resistencia de aislamiento entre fases y tierra.
- Fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos que han estado conectados.
- Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y de sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.
- Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.
- Todas las lámparas de señalización se verificarán a través de un pulsador de prueba.

4.6.- Armario de Mando y Control

La función del armario es la de colocar en su interior los aparatos de mando, alarmas, medición y protección. Posee las siguientes características:

- Regleta de bornas de prueba para instrumentos de medidas y relés de protección.
- Medidas aproximadas de cada módulo de mando de 2.000*800*400 mm.
- Sinóptico, amperímetros, voltímetros, lámparas de señalización y pulsadores de maniobra.
- Imprimación y dos capas de pintura.

4.7.- Red de puesta a Tierra

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de B.T. Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc. Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios. La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotérmica sistema CADWELL o similar.



4.8.- Medida del Consumo.

El sistema eléctrico contará con el correspondiente equipo de medida, con contador de Energía Activa triple tarifa sentido generador-red, contador de Energía Reactiva sentido red-generador, reloj triple tarifa con discriminación semanal y Contador de Energía Activa sentido red-generador, siguiendo las normas de la Compañía suministradora.

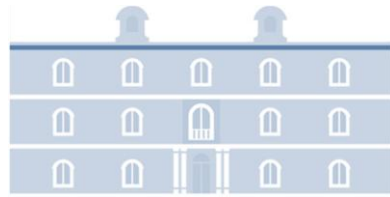
Los contadores tendrán indicación local y salida digitalizada para transmisión a distancia, homologada por la compañía. De todo ello se indicarán las marcas y características. Los contadores serán verificados y precintados por el organismo de industria correspondiente.

Cartagena, Octubre 2013.

El alumno:

Antonio Jesús Paredes Roca.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



industriales
etsii UPCT

Instalación fotovoltaica conectada a la red en régimen de cogenerador para bombeo y desalación de acuífero subterráneo.

Presupuesto

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Tituación: Ingeniería Técnica Industrial

Intensificación: Especialidad en Electricidad

Alumno: Antonio Jesús Paredes Roca

Director: Juan Martínez Tudela

Departamento: Ingeniería Eléctrica

Cartagena, 1 de Octubre de 2013



ÍNDICE

1.- PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	3
2.- UNIDADES DE OBRA.....	3
2.1.- Generador fotovoltaico.....	3
2.2.- Inversores e instalación de enlace.....	5
2.3.- Puesta a tierra.....	7
2.4.- Obra civil.....	7
2.5.- Estructura fotovoltaica.....	7
3.- MEDICIONES	8
3.1.- Generador fotovoltaico.....	8
3.2.- Inversores e instalación de enlace.....	10
3.3.- Puesta a tierra.....	11
3.4.- Obra civil.....	12
3.5.- Estructura fotovoltaica.....	12
4.- PRESUPUESTOS	13
4.1.- Generador fotovoltaico.....	13
4.2.- Inversores e instalación de enlace.....	15
4.3.- Puesta a tierra.....	17
4.4.- Obra civil.....	18
4.5.- Estructura fotovoltaica.....	18
5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO	19



1.- PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

El presupuesto de la instalación se divide en la definición de cada elemento como unidad de obra y más adelante la medición de cada elemento que compone la instalación junto con el presupuesto total.

Los precios indicados son sin la aplicación del 21% de IVA.

A continuación se dispone a hacer el desglose de los sistemas instalados, unidades de obra, mediciones y presupuestos.

2.- UNIDADES DE OBRA

2.1.- Generador fotovoltaico.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Precio €
GF/E.1.	Ud Módulo fotovoltaico Sun Power SPR-333NE-WHT-D. Transporte, cableado, colación, conexionado y mano de obra.	426,57
GF/E.2.	Estructura soporte para módulos fotovoltaicos Revosolar. Totalmente instalada. Todo el material y accesorios para su montaje. En aluminio aleación 6005A. Tornillería en Acero Inoxidable A2-70. Garantía integral 10 años. Debido a que la película protectora de óxido se renueva automáticamente, los perfiles no requieren mantenimiento alguno. Sólo en condiciones de contaminación industrial extrema o bien donde se desea mantener un aspecto limpio por razones estéticas.	37.190
GF/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-44s, IP-65 de material autoextinguible y protegido contra rayos UV, Clase II, 360X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro parcial.	57,49
GF/E.4.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-64, IP-65 material autoextinguible, Clase II, 540X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadros de entrada de inversor.	82,72



Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Precio €
GF/CA.1.	Ud de 3 metros, Canal rectangular marca Unex de 30X60 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	12,77
GF/CA.2	Ud de 3 metros, Tubo rígido URIARTE de 50 mm. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	0,97

Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Precio €
GF/CO.1.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	14,85
GF/CO.2.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x70 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	30,07

Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Precio €
GF/PO.1.	Ud Fusible modelo NH1 gPV 1000 V D, calibre 80 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	220,66
GF/PO.2.	Ud Fusible modelo NH2 gPV 1000 V D, calibre 200 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	242,15



GF/PO.3.	Ud Descargador de sobretensión modelo DG Y PV 100 (DEHN) o similar.	94,25
GF/PO.4.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH1, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	32,44
GF/PO.5.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH2, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	35,62

2.2.- Inversores e instalación de enlace.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Precio €
IN/E.1.	Ud Inversor de conexión a la red eléctrica de 70 kw, marca Ingeteam modelo Ingecon ® Sun, suministrado, instalado y conectado.	29.132,23
IN/E.2.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-43, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 360X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro de salida de inversor.	44,75
IN/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-63, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 540X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro principal.	61,75

Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Precio €
IN/CA.1.	Ud de 3 metros, Bandeja perforada marca Unex de 60X300 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	43,80



Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Precio €
IN/CO.1.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado	14,85
IN/CO.2.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x300 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado	123,99

Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Precio €
IN/PO.1.	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, curva B, de cuatro polos DPX 160 con 160 A de intensidad nominal y 25kA de poder de corte, Legrand o similar.	657,03
IN/PO.2.	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 160, Legrand o similar.	182,52
IN/PO.3.	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, de cuatro polos DPX 630 con 600 A de intensidad nominal y 36kA de poder de corte, Legrand o similar.	2.957,71
IN/PO.4.	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 630, Legrand o similar.	1.953,83
IN/PO.5.	Equipo de medida para Cuadro de protección y medida, incluido contador bidireccional. Contador bidireccional CONTSL762 DT., Calibre: 3x230/400V 500/5 ^a , Clase: Clase 1. Marca Uriarte o similar	1.158,08
IN/PO.6.	El interruptor general manual será un interruptor seccionador con fusible de la marca Telergon, modelo M-21, Número de polos: 3 + N	690,76



2.3.- Puesta a tierra.

Código	Descripción	Precio €
PT.1.	Picas de tierra de 15 mm de diámetro, de 2 m de longitud con mordaza de conexión incluida. Instalada y colocada.	23,12
PT.2.	Tubo de acero de 20 mm.	1,56
PT.3.	M.L Conductor de cobre desnudo de 35 mm, Colocado.	1.10
PT.4.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x16 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado	7,08

2.4.- Obra civil.

Código	Descripción	Precio €
OB.1.	H de máquinas para la excavación de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos, incluido transporte de tierra a vertedero y mano de obra.	28
OB.2.	H de máquina en relleno de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos y mano de obra	28

2.5.- Estructura fotovoltaica.

Código	Descripción	Precio €
ES.1.	Estructura soporte de todos los módulos fotovoltaicos conforme a memoria descriptiva y planos. Medidas 40X45 metros con una inclinación de 10°.	33.057,85



3.- MEDICIONES

3.1.- Generador fotovoltaico.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Cantidad
GF/E.1.	Ud Módulo fotovoltaico Sun Power SPR-333NE-WHT-D. Transporte, cableado, colación, conexionado y mano de obra.	1100
GF/E.2.	Estructura soporte para módulos fotovoltaicos Revosolar. Totalmente instalada. Todo el material y accesorios para su montaje. En aluminio aleación 6005A. Tornillería en Acero Inoxidable A2-70. Garantía integral 10 años. Debido a que la película protectora de óxido se renueva automáticamente, los perfiles no requieren mantenimiento alguno. Sólo en condiciones de contaminación industrial extrema o bien donde se desea mantener un aspecto limpio por razones estéticas.	1
GF/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-44s, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 360X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro parcial.	15
GF/E.4.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-64, IP-65 material autoextinguible, Clase II, 540X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadros de entrada de inversor.	5

Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Cantidad
GF/CA.1.	Ud de 3 metros, Canal rectangular marca Unex de 30X60 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	263
GF/CA.2	Ud de 3 metros, Tubo rígido URIARTE de 50 mm. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	5



Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Cantidad
GF/CO.1.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	588
GF/CO.2.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x70 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	200

Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Cantidad
GF/PO.1.	Ud Fusible modelo NH1 gPV 1000 V D, calibre 80 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	15
GF/PO.2.	Ud Fusible modelo NH2 gPV 1000 V D, calibre 200 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	5
GF/PO.3.	Ud Descargador de sobretensión modelo DG Y PV 100 (DEHN) o similar.	5
GF/PO.4.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH1, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	15
GF/PO.5.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH2, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	5



3.2.- Inversores e instalación de enlace.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Cantidad
IN/E.1.	Ud Inversor de conexión a la red eléctrica de 70 kw, marca Ingeteam modelo Ingecon ® Sun, suministrado, instalado y conectado.	5
IN/E.2.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-43, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 360X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro de salida de inversor.	5
IN/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-63, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 540X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro principal.	1

Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Cantidad
IN/CA.1.	Ud de 3 metros, Bandeja perforada marca Unex de 60X300 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	10

Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Cantidad
IN/CO.1.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frio. Colocado	140
IN/CO.2.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x300 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frio. Colocado	12



Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Cantidad
IN/PO.1.	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, curva B, de cuatro polos DPX 160 con 160 A de intensidad nominal y 25kA de poder de corte, Legrand o similar.	5
IN/PO.2.	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 160, Legrand o similar.	5
IN/PO.3.	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, de cuatro polos DPX 630 con 600 A de intensidad nominal y 36kA de poder de corte, Legrand o similar.	1
IN/PO.4.	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 630, Legrand o similar.	1
IN/PO.5.	Equipo de medida para Cuadro de protección y medida, incluido contador bidireccional. Contador bidireccional CONTSL762 DT., Calibre: 3x230/400V 500/5ª, Clase: Clase 1. Marca Uriarte o similar	1
IN/PO.6.	El interruptor general manual será un interruptor seccionador con fusible de la marca Telergon, modelo M-21, Número de polos: 3 + N	1

3.3.- Puesta a tierra.

Código	Descripción	Cantidad
PT.1.	Picas de tierra de 15 mm de diámetro, de 2 m de longitud con mordaza de conexión incluida. Instalada y colocada.	3
PT.2.	Tubo de acero de 20 mm.	18
PT.3.	M.L Conductor de cobre desnudo de 35 mm, Colocado.	8



PT.4.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x16 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado	26
-------	--	----

3.4.- Obra civil.

Código	Descripción	Cantidad
OB.1.	H de máquinas para la excavación de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos, incluido transporte de tierra a vertedero y mano de obra.	1
OB.2.	H de máquina en relleno de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos y mano de obra	1

3.5.- Estructura fotovoltaica.

Código	Descripción	Cantidad
ES.1.	Estructura soporte de todos los módulos fotovoltaicos conforme a memoria descriptiva y planos. Medidas 40X45 metros con una inclinación de 10°.	1



4.- PRESUPUESTOS

4.1.- Generador fotovoltaico.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
GF/E.1.	Ud Módulo fotovoltaico Sun Power SPR-333 NE -WHT-D. Transporte, cableado, colación, conexionado y mano de obra.	1.100	426,57	469.227
GF/E.2.	Estructura soporte para módulos fotovoltaicos Revosolar. Totalmente instalada. Todo el material y accesorios para su montaje. En aluminio aleación 6005A. Tornillería en Acero Inoxidable A2-70. Garantía integral 10 años. Debido a que la película protectora de óxido se renueva automáticamente, los perfiles no requieren mantenimiento alguno. Sólo en condiciones de contaminación industrial extrema o bien donde se desea mantener un aspecto limpio por razones estéticas.	1	37.190	37.190
GF/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-44s, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 360X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro parcial.	15	57,49	862,35
GF/E.4.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-64, IP-65 material autoextinguible, Clase II, 540X360X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadros de entrada de inversor.	5	82,72	413,6
				507.692,9



Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Unid,	Precio €	Total
GF/CA. 1.	Ud de 3 metros, Canal rectangular marca Unex de 30X60 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	263	12,77	3.358,51
GF/CA. 2.	Ud de 3 metros, Tubo rígido URIARTE de 50 mm. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	5	0,97	4,85
				3.363,36

Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
GF/CO. 1.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	588	14,85	8.731,8
GF/CO. 2.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x70 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado.	200	30,07	6.014
				14.745,8



Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
GF/PO. 1.	Ud Fusible modelo NH1 gPV 1000 V D, calibre 80 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	15	220,66	3.309,9
GF/PO. 2.	Ud Fusible modelo NH2 gPV 1000 V D, calibre 200 Amperios y poder de corte 30 kA, marca DF Electric o similar.	5	242,15	1.210,75
GF/PO. 3.	Ud Descargador de sobretensión modelo DG Y PV 100 (DEHN) o similar.	5	94,25	471,25
GF/PO. 4.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH1, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	15	32,44	486,6
GF/PO. 5.	Ud base unipolar portafusible seccionable en carga tipo BUC para fusible NH2, conforme a las especificaciones establecidas en las normas UNE 21 103, RU 6303 B, CEI 269 y EN 60.269., materiales autoextinguibles, clase térmica "B" según UNE 21305, marca Cahors o similar.	5	35,62	178,1
				5.656,6

4.2.- Inversores e instalación de enlace.

Capítulo I. Equipamiento.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
IN/E.1.	Ud Inversor de conexión a la red eléctrica de 70 kw, marca Ingeteam modelo Ingecon ® Sun, suministrado, instalado y conectado.	5	29.132	145.660
IN/E.2.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-43, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 360X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro de salida de inversor.	5	44,75	223,75



IN/E.3.	Ud Caja estanca aislante de polyester marca SafyBox Uriarte modelo CA-63, IP-65 de material autoextinguible y protegido conta rayos UV, Clase II, 540X270X170 mm, o similar. Instalada, para Cuadro principal.	1	61,75	61,75
				145.945,5

Capítulo II. Canalizaciones.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
IN/CA.1	Ud de 3 metros, Bandeja perforada marca Unex de 60X300 mm, indicado para intemperie, IK08, resistencia a la corrosión. Incluso grapas de fijación y accesorios. Colocado.	10	43,80	438
				438

Capítulo III. Conductores.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
IN/CO.1	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x35 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frio. Colocado	140	14,85	2079
IN/CO.2	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x300 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frio. Colocado	12	123,99	1487,88
				3566,88



Capítulo IV. Protección.

Código	Descripción	Unid	Precio €	Total
IN/PO.1	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, curva B, de cuatro polos DPX 160 con 160 A de intensidad nominal y 25kA de poder de corte, Legrand o similar.	5	657,03	3.285,15
IN/PO.2	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 160, Legrand o similar.	5	182,52	912,6
IN/PO.3	Ud Interruptor automático magnetotérmico trifásico, de cuatro polos DPX 630 con 600 A de intensidad nominal y 36kA de poder de corte, Legrand o similar.	1	2.957,7	2.957,7
IN/PO.4	Ud Interruptor diferencial por bloque diferencial electrónico, sensibilidad 300 mA, cuatro polos, para acople a DPX 630, Legrand o similar.	1	1.953,8	1.953,8
IN/PO.5	Equipo de medida para Cuadro de protección y medida, incluido contador bidireccional. Contador bidireccional CONTSL762 DT., Calibre: 3x230/400V 500/5 ^a , Clase: Clase 1. Marca Uriarte o similar	1	1.158	1.158
IN/PO.6	El interruptor general manual será un interruptor seccionador con fusible de la marca Telergon, modelo M-21, Número de polos: 3 + N	1	690,76	690,76
				10.958,01

4.3.- Puesta a tierra.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
PT.1.	Picas de tierra de 15 mm de diámetro, de 2 m de longitud con mordaza de conexión incluida. Instalada y colocada.	3	23,12	69,36
PT.2.	Tubo de acero de 20 mm.	18	1,56	28,08



PT.3.	M.L Conductor de cobre desnudo de 35 mm, Colocado.	8	1,10	8,80
PT.4.	Ud. en metros conductor de cobre unipolar flexible de tensión nominal 0,6/1kV con aislamiento de polipropileno reticulado XLPE de Prysmian (Afumex 1000V AS) o similar de 1x16 mm ² , libre de halógenos, no propagador del incendio, con baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, baja opacidad de humos, resistencia a los rayos UV y resistente al frío. Colocado	26	7,08	184,08
				290,32

4.4.- Obra civil.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
OB.1.	H de máquinas para la excavación de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos, incluido transporte de tierra a vertedero y mano de obra.	1	28	28
OB.2.	H de máquina en relleno de zanjas según memoria, pliego de condiciones y planos, con medios mecánicos y mano de obra	1	28	28
				56

4.5.- Estructura fotovoltaica.

Código	Descripción	Unid.	Precio €	Total
ES.1.	Estructura soporte de todos los módulos fotovoltaicos conforme a memoria descriptiva y planos. Medidas 40X45 metros con una inclinación de 10°.	1	33.058	33.058
				33.058



5.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Generador fotovoltaico. **531.458,71 €**

Capítulo I. Equipamiento.	507.692,95
Capítulo II. Canalizaciones.	3.363,36
Capítulo III. Conductores.	14.745,80
Capítulo IV. Protección.	5.656,60

Inversores e instalación de enlace. **160.908,39 €**

Capítulo I. Equipamiento.	145.945,50
Capítulo II. Canalizaciones.	438,00
Capítulo III. Conductores.	3566,88
Capítulo IV. Protección.	10.958,01

Puesta a tierra. **290,32 €**

Obra civil. **56 €**

Estructura fotovoltaica. **33.058 €**

Total ejecución de la instalación FV **725.577,42 €**

Trámites y proyectos. **6.345,25 €**

Costes indirectos 3% **21.299,27 €**

Beneficio industrial 6% **42.598,54 €**

IVA 21% **149.094,89 €**

Total del coste ejecución **929.313,61 €**

Cartagena, Octubre 2013

El alumno:

Antonio Jesús Paredes Roca.