

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"Diseño de Instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red sobre pérgola en vivienda unifamiliar."

TRABAJO FIN DE GRADO

Agosto -2021

AUTOR: Salvador Arregui Montoya

DIRECTOR/ES: Sergio Valero Verdu

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE
ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ELCHE
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRABAJO FIN DE
GRADO
AGOSTO - 2021

"DISEÑO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO
CONECTADA A RED SOBRE PÉRGOLA
EN VIVIENDA UNIFAMILIAR."

AUTOR: SALVADOR ARREGUI MONTOYA
DIRECTOR/ES: SERGIO VALERO VERDU

DOCUMENTO 1: INDICE GENERAL

INDICE

DOCUMENTO 1: INDICE GENERAL	3
DOCUMENTO 2: MEMORIA DESCRIPTIVA.....	9
1. OBJETO Y ALCANCE.	9
2. ANTECEDENTES.	9
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. NORMAS Y REFERENCIAS.	10
4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.	10
4.2. BIBLIOGRAFÍA.....	12
4.3. PROGRAMAS DE CÁLCULO.	13
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.	13
5.1. DEFINICIONES.....	13
5.2. ABREVIATURAS.....	14
6. REQUISITOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES.	17
6.1. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	17
6.2. REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIVA.	17
6.3. REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL CLIENTE.....	18
6.4. REQUISITOS IMPUESTOS POR LOS USOS E INSTALACIONES EXISTENTES.....	19
6.5. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	24
6.6. DATOS METEOROLÓGICOS.....	26
7. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	30
7.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	30
7.2. INVERSOR.....	33
7.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	38
7.4. GENERADOR FOTOVOLTAICO.	41
7.4.1. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	42
7.4.2. PÉRDIDAS.....	43
7.5. CABLEADO.	43
7.5.1. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINÚA.....	44
7.5.2. CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.....	45
7.5.3. CABLEADO DE PUESTA A TIERRA.....	45
7.5.4. CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES.....	46

7.6.	PROTECCIONES.....	46
7.6.1.	PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS EN LA RED DE CONTINUA.....	46
7.6.2.	PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINUA INTERRUPTOR DE GENERAL 48	
7.6.3.	PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE ALTERNA.....	50
7.6.4.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.	55
7.6.5.	CUADROS ELÉCTRICOS.	57
7.6.6.	CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.....	59
8.	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.	59
9.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.	60
10.	CONCLUSIONES	61
	DOCUMENTO 3: CALCULOS.....	62
1.	GENERADOR FOTOVOLTAICO.	62
1.1.	CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DISPONIBLE.....	62
1.2.	GENERADOR E INVERSOR.....	63
1.2.1.	ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.....	63
1.2.2.	CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	66
2.	CABLEADO.....	71
2.1.	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA.....	74
2.2.	CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.....	75
2.3.	CABLEADO DE PUESTA A TIERRA.....	78
2.4.	PUESTA A TIERRA.	78
3.	PROTECCIONES.....	79
3.1.	CUADROS DE PROTECCIÓN AC DC.	79
3.1.1.	PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINÚA.....	80
3.1.2.	PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE ALTERNA.....	83
3.2.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.	86
3.2.1.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE CONTINUA.....	86
3.2.2.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE ALTERNA.....	87
4.	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.	87
4.1.	IRRADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL.....	87
4.2.	IRRADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE INCLINADA	89
4.3.	PERFORMANCE RATIO.....	90
4.4.	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ESPERADA.	91
4.5.	CÁLCULO DE AMORTIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.	92
	DOCUMENTO 4: SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO	95

1.	INTRODUCCIÓN.....	95
2.	SIMULACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE DE LA BASE DE DATOS PVGIS.....	95
2.1.	DATOS DE PARTIDA.....	95
2.2.	IRRADIACIÓN.....	96
2.3.	VARIACIÓN DE TEMPERATURA MENSUAL.....	98
2.4.	RATIO MENSUAL DE RADIACIÓN DIFUSA RESPECTO DE DIRECTA.....	99
2.5.	LÍNEA DEL HORIZONTE.....	100
2.6.	PRODUCCIÓN MEDIA DIARIA Y ANUAL ESPERADA.....	101
3.	SIMULACIÓN CON DMELECT MÓDULO DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	103
3.1.	CONCLUSIÓN RESULTADOS SIMULACIÓN.....	112
	DOCUMENTO 5: DOCUMENTACION TECNICA.....	113
3.2.	LISTADO DE DOCUMENTACION TECNICA ANEJA.....	113
	DOCUMENTO 6: PLANOS.....	114
3.3.	LISTADO DE PLANOS ANEJA.....	114
	DOCUMENTO 7: PLIEGO DE CONDICIONES.....	115
1.	CONDICIONES GENERALES.....	115
1.1.	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	115
1.2.	DISPOSICIONES GENERALES.....	115
1.2.1.	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.....	116
1.2.2.	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	118
1.2.3.	SEGURIDAD PÚBLICA.....	118
1.3.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	119
1.3.1.	DATOS DE LA OBRA.....	119
1.3.2.	REPLANTEO DE LA OBRA.....	119
1.3.3.	CONDICIONES GENERALES.....	120
1.3.4.	PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.....	122
1.3.5.	ACOPIO DE MATERIALES.....	122
1.3.6.	INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.....	123
1.3.7.	PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.....	123
1.3.8.	VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.....	124
1.3.9.	COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.....	125
1.3.10.	PROTECCIÓN.....	125
1.3.11.	LIMPIEZA DE LA OBRA.....	126
1.3.12.	ANDAMIOS Y APAREJOS.....	126
1.3.13.	OBRAS DE ALBAÑILERÍA.....	126
1.3.14.	ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.....	127

1.3.15.	RUIDOS Y VIBRACIONES.	127
1.3.16.	ACCESIBILIDAD.	127
1.3.17.	CANALIZACIONES.	128
1.3.18.	MANGUITOS PASAMUROS.	129
1.3.19.	PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.	129
1.3.20.	PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.	130
1.3.21.	CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.	130
1.3.22.	PINTURAS Y COLORES.	130
1.3.23.	IDENTIFICACIÓN.	131
1.3.24.	LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.	131
1.3.25.	PRUEBAS.	132
1.3.26.	PRUEBAS FINALES.	132
1.3.27.	RECEPCIÓN PROVISIONAL.	133
1.3.28.	PERIODOS DE GARANTÍA.	134
1.3.29.	RECEPCIÓN DEFINITIVA.	134
1.3.30.	PERMISOS.	135
1.3.31.	ENTRENAMIENTO.	135
1.3.32.	REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.	135
1.3.33.	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.	135
1.3.34.	RIESGOS.	136
1.3.35.	RESCISIÓN DEL CONTRATO.	136
1.3.36.	PRECIOS.	137
1.3.37.	PAGO DE OBRAS.	137
1.3.38.	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.	138
1.4.	DISPOSICIÓN FINAL.	138
2.	CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	138
2.1.	CRITERIOS ECOLÓGICOS.	139
2.2.	INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.	139
2.2.1.	INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.	140
2.2.2.	INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.	141
2.3.	SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN. 141	
2.3.1.	CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).	142
2.3.2.	SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).	143
2.3.3.	ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).	143
2.3.4.	INTERFAZ CC/CC.	144

2.3.5.	ALMACENAMIENTO.....	146
2.3.6.	INVERSOR.	147
2.3.7.	INTERFAZ CA/CA.....	149
2.3.8.	INTERFAZ A LA RED.....	151
2.4.	ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	152
2.4.1.	ENSAYO ULTRAVIOLETA.	152
2.4.2.	ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.....	153
2.4.3.	RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.	153
3.	MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	153
3.1.	ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.....	153
3.2.	LA ESTRUCTURA SOPORTE.	155
3.2.1.	MONTAJE SOBRE SUELO.	156
3.2.2.	MONTAJE SOBRE CUBIERTA.....	160
3.3.	ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.....	160
3.3.1.	UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.	160
3.3.2.	CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.	161
3.3.3.	IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.....	162
3.4.	INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.....	162
3.5.	MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.....	163
3.6.	MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.	164
4.	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	165
4.1.	GENERALIDADES.....	165
4.2.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	165
	DOCUMENTO 8: PRESUPUESTOS	168
1.	PRESUPUESTOS PARCIALES	168
1.1.	CABLEADO	168
1.2.	TUBOS Y CANALIZACIONES.....	168
1.3.	PROTECCIONES MAGNETOTÉRMICAS.....	168
1.4.	PROTECCIONES SOBRETENSIONES.....	168
1.5.	PROTECCIONES DIFERENCIALES	169
1.6.	.PANELES FOTOVOLTAICOS	169
1.7.	INVERSOR FOTOVOLTAICO.....	169
1.8.	ESTRUCTURA PÉRGOLA.....	169
1.9.	ESTRUCTURA MÓDULOS	170
1.10.	ELEMENTOS AUXILIARES	170
2.	PRESUPUESTO GENERAL	170

DOCUMENTO 9: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	171
1. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. 171	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	171
1.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	172
1.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.	172
1.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.	174
1.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.....	176
1.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	189
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	189
2.1. INTRODUCCIÓN.....	189
2.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	190
2.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.....	190
2.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.....	190
2.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.....	190
2.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.....	191



DOCUMENTO 2: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO Y ALCANCE.

Este proyecto se redacta como trabajo final del Grado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Teniendo una finalidad académica. Por este motivo se ha redactado como Proyecto, cuando por el tamaño de la instalación hubiese sido suficiente con una Memoria Técnica.

El objeto del siguiente proyecto es el diseño de una instalación solar fotovoltaica para la conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar y de la estructura de sustentación del generador fotovoltaico, así como evaluar la viabilidad tanto técnica como económica de la instalación.

2. ANTECEDENTES.

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica ha permitido nuevamente el resurgimiento de las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a red eliminando trabas administrativas tasas y tramites que ahora permiten a los puntos de acceso a la red ya existentes realizar autoconsumos de menos de 15Kw sin mayor dificultad que el cumplimiento de las normas técnicas de conexión evitando perturbaciones a la red.

3. INTRODUCCIÓN.

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en el cubrimiento de la demanda base de energía de la vivienda mediante la instalación de un sistema de aporte energético fotovoltaico al conjunto de la instalación eléctrica existente y el diseño de la estructura de montaje del generador fotovoltaico.

Se pretende cumplir un doble objetivo simplificando el mantenimiento de la instalación evitando el montaje en la cubierta de la edificación y proporcionar una superficie de sombra en el área contigua a la piscina situada a pocos metros de la edificación principal.

El diseño de la instalación eléctrica fotovoltaica debe ser integrado en una construcción existente respetando una armonía arquitectónica a criterio del cliente y procurando la optimización del diseño para que el criterio estético penalice mínimamente la capacidad de producción potencial.

Aunque el doble propósito de la infraestructura aumente su coste global se pretende realizar una inversión mínima que pueda ser amortizada en el menor tiempo posible.



Ilustración 1 fotos propiedad

4. NORMAS Y REFERENCIAS.

4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

Norma UNEEN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica IV de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.

Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía Guía.

Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.

Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.

Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).

Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.

Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).

Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).

Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.

Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.

Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características IV.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

4.2. BIBLIOGRAFÍA.

Reglamento de instalaciones en edificios RITE (RD: 1218/2002).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT (RD: 842/2002).

Catálogos comerciales.

Normas UNE.

Proyecto tipo de instalaciones fotovoltaicas aisladas – REBT.

Proyecto tipo de instalaciones fotovoltaicas aisladas – CIEMAT.

4.3. PROGRAMAS DE CÁLCULO.

Para la realización de este proyecto se han utilizado los siguientes programas.

PV-GIS

DMELECT-PV

METAL 3D (CYPE)

AUTOCAD

EXCEL

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

5.1. DEFINICIONES.

Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en kW/m².

Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m².

Radiación solar: Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas. En este contexto se engloban los conceptos de irradiancia e irradiación.

Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas o sistemas fotovoltaicos conectados a la red: Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie- paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos en condiciones estándar de medida (CEM).

Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Condiciones Estándar de Medida (CEM): Son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

Irradiancia solar 1000 W/m².

Distribución espectral AM 1,5 G.

Temperatura de célula 25 °C.

Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

Demanda Base: De la curva de consumos de una instalación se considera la menor de las demandas producidas en 24 horas, gráficamente el punto más bajo de la misma.

Diodo bypass: Es un componente semiconductor que, en caso de sombreado o deterioro de los módulos solares, deriva la corriente eléctrica evitando circuitos abiertos o sobrecalentamientos.

Máximo Power Point (MPP): punto de la curva característica de módulo dependiente de la irradiancia y la temperatura en el que el generador solar entrega la máxima potencia.

Semiconductores: materiales que, en estado puro, no son conductores, pero que con un dopaje específico se vuelven conductores de la electricidad con una polaridad específica.

5.2. ABREVIATURAS.

IDAE: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.

RD: Real decreto.

FV: Fotovoltaica.

REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión.

$\beta_{VMOD,OC}$ = Coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto de un módulo fotovoltaico (mV·°C⁻¹).

ΔV (adim) = caída de tensión permisible, en tanto por uno.

$\eta_{INV,M}$ (adim) = Eficiencia máxima del inversor.

η_{STC} (adim) = Eficiencia de conversión de la célula solar en condiciones estándar de medida.

ϕ (grados sexagesimales) = latitud local.

σ ($\text{m} \cdot \Omega^{-1} \cdot \text{mm}^{-2}$) = Conductividad.

$\cos \phi$ (adim) = Factor de potencia del inversor.

f (Hz) = Frecuencia de red.

FF (adim) = Factor de forma de la célula solar o del módulo fotovoltaico para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

F_s (adim) = Factor de dimensionado.

G (Wm^{-2}) = Irradiancia incidente.

GSTC (Wm^{-2}) = Irradiancia en condiciones estándar (1000 Wm^{-2}).

$G_{da}(0)$ ($\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}$) = Valor medio anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal.

$G_{da}(\alpha, \beta)$ ($\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}$) = Valor medio anual de la irradiación diaria sobre la superficie del generador.

IINV,AC (A) = Intensidad nominal a la salida del inversor.

IINV,M,DC (A) = Intensidad máxima a la entrada del inversor.

I,M (A) = Corriente del punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

IMOD,M,STC (A) = Corriente del punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico para condiciones estándar de medida.

IMOD,SC (A) = Corriente del módulo fotovoltaico en cortocircuito para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

IMOD,SC,STC (A) = Corriente del módulo fotovoltaico en cortocircuito para condiciones estándar de medida.

LAC (m) = Longitud simple de cable en alterna.

Lprinc (m) = Longitud simple de cable principal en continua.

Lrama (m) = Longitud simple de cable de rama.

N (adim) = Número total de módulos integrantes del generador fotovoltaico.

Ncp (adim) = Número de células en paralelo del módulo fotovoltaico.

Ncs (adim) = Número de células en serie del módulo fotovoltaico.

Nmp (adim) = Número de módulos en paralelo del generador fotovoltaico.

Nms (adim) = Número de módulos en serie del generador fotovoltaico.

PGFV,M (W) = Potencia del generador fotovoltaico en el punto de máxima potencia para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

PGFV,M,STC (W_p) = Potencia máxima del generador fotovoltaico en condiciones estándar de medida o potencia nominal del generador fotovoltaico.

$P_{INV,AC} (W)$ = Potencia de salida nominal del inversor.

$P_{INV,DC} (W)$ = Potencia de entrada nominal del inversor.

$P_{MOD,M} (W)$ = Potencia máxima del módulo fotovoltaico para unas condiciones de trabajo

Cualesquiera.

$P_{MOD,M,STC} (Wp)$ = Potencia máxima del módulo fotovoltaico en condiciones estándar de

medida o potencia nominal del módulo fotovoltaico.

PR (adim.) = Rendimiento del sistema.

T_a (°C) = Temperatura ambiente.

T_c (°C) = Temperatura de la célula solar.

$V_{INV,AC} (V)$ = Tensión nominal a la salida del inversor.

$V_{INV,M} (V)$ = Tensión máxima a la entrada del inversor.

$V_{INV,m,MPP} (V)$ = Límite inferior del margen de tensión para el que el inversor busca el punto de máxima potencia.

$V_{INV,M,MPP} (V)$ = Límite superior del margen de tensión para el que el inversor busca el punto de máxima potencia.

$VM (V)$ = Tensión del punto de máxima potencia de la célula solar en cortocircuito para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

$VM,STC (V)$ = Tensión del punto de máxima potencia de la célula solar para condiciones estándar de medida.

$V_{MOD,M} (V)$ = Tensión del punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

$V_{MOD,M,STC} (V)$ = Tensión del punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico para condiciones estándar de medida.

$V_{MOD,OC} (V)$ = Tensión del módulo fotovoltaico en circuito abierto para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

$V_{MOD,OC,STC} (V)$ = Tensión del módulo fotovoltaico en circuito abierto para condiciones estándar de medida.

$VOC (V)$ = Tensión en circuito abierto de la célula solar para unas condiciones de trabajo cualesquiera.

$VOC,STC (V)$ = Tensión en circuito abierto de la célula solar para condiciones estándares de medida.

$msnm$ = Metros sobre el nivel del mar.

$adim$ = Adimensional, sin unidades de medida.

V_b = velocidad básica de viento

Q_b =Presión equivalente de la velocidad básica del viento

CTE=Código Técnico de la Edificación

6. REQUISITOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES.

6.1. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.

La documentación que tenemos está constituida por el proyecto inicial de la vivienda.

6.2. REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA NORMATIVA.

Para la redacción del proyecto se ha tenido en cuenta lo dicho en la legislación española y en la normativa tanto nacional como internacional, especialmente las normas UNE y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

De igual manera, se ha tenido en cuenta lo prescrito por la compañía eléctrica para los autoprodutores que quieran conectarse a su red de baja tensión y el RD 244/2019 que para instalaciones urbanas que ya disponen de un punto de acceso a la red y cuya potencia sea menor de 10Kw apenas exige la instalación de un contador bidireccional en el punto frontera que delimita la red eléctrica y la instalación privada que ya existe en la caja general de protección y medida situada junto al acceso a la propiedad.

Puesto que se desea acceder a las tarifas bonificadas de los generadores de energía solar, también se han seguido los criterios del IDAE en su “Pliego de prescripciones técnicas de instalaciones conectadas a red”.

Se deberá solicitar el permiso de obra correspondiente al ayuntamiento como para cualquier obra menor y una vez concluida la instalación un instalador autorizado deberá emitir el informe de conformidad o certificado de fin de obra que se presentará a industria.

Para finalizar los trámites se deberá dar de alta en el Registro Administrativo de Autoconsumo de Energía Eléctrica.

Realizados estos trámites la compañía suministradora podrá remunerar los excedentes de producción acogiéndose al procedimiento de compensación que supondrá una rebaja en la facturación mensual.

6.3. REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL CLIENTE.

Nuestro cliente ha impuesto una serie de requisitos que nos condicionan el diseño del proyecto y que se detallan a continuación:

La superficie disponible para la instalación del generador es el área contigua a la piscina que dispone de un área de 28m² en una configuración de 3.6x7.8 m y la orientación del eje longitudinal se encuentra desviada 30° del Sur geográfico.



Ilustración 2 área de la piscina

En la piscina existe una instalación eléctrica de bombeo de 1.6kW e iluminación de 400W se pretende cubrir como mínimo la potencia demandada por la bomba para todo el periodo de verano.

La pérgola en la que se debe sostener el generador fotovoltaico ha de cumplir con la demanda de carga estática necesaria de forma segura y respetar una estética que sea acorde con el diseño de la propiedad y el gusto del cliente.

La plataforma sobre la que se asienta la piscina se sitúa unos 50cm sobre el nivel del terreno adyacente, este terreno se encuentra plantado alrededor de la piscina de árboles de producción de cítricos que alcanzan una altura de entre 2.5 y 3m. Por esta razón la altura mínima del generador fotovoltaico debe salvar una altura de al menos 2m sobre el nivel de la superficie de montaje de la pérgola.

La vivienda dispone de un porche que se encuentra encarado hacia la piscina, este se encuentra en el forjado de la primera planta de la edificación proporcionando una visión panorámica de la propiedad, para evitar dañar esta visión se limita la altura máxima de la pérgola a 4 metros sobre el nivel del suelo de instalación.



Ilustración 3 vistas desde el porche de la piscina

6.4. REQUISITOS IMPUESTOS POR LOS USOS E INSTALACIONES EXISTENTES.

Utilizando el informe emitido para el periodo del mes de julio que la compañía suministradora ofrece a sus clientes podemos estudiar la demanda horaria que existe en la propiedad. Es importante resaltar que en este periodo se hace uso intensivo del bombeo de filtración de la piscina tanto nocturno diario como diurno esporádico.

SALVADOR ARREGUI MARTINEZ
MOYA

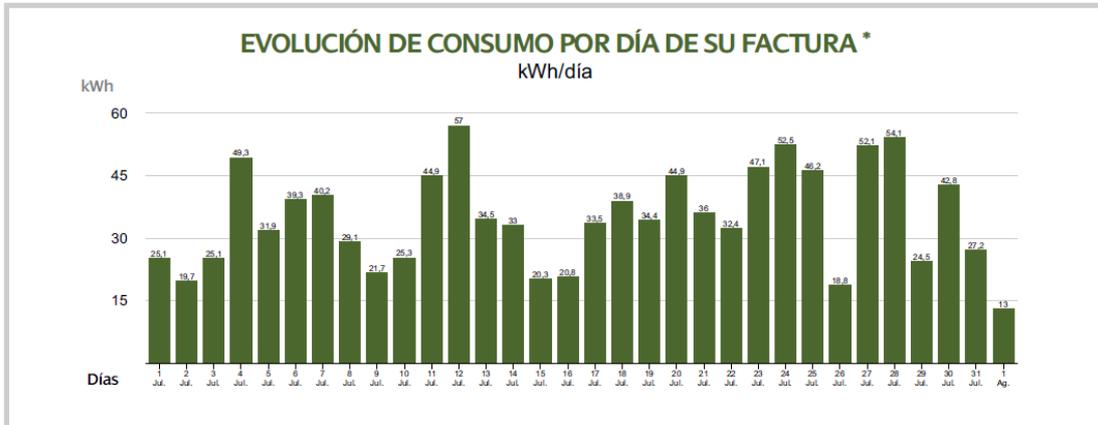
Dirección de suministro:

CAMINO DE LOS SILVESTRES, 90
30107-GUADALUPE - MURCIA

DATOS DE FACTURA

- Plan | Plan Noche
- Importe | 229,55 €
- Consumo | 1.116 kWh *
- Número de factura | 03210802030388284 emitida el 4 de Agosto de 2021
- Periodo de facturación | del 1 de julio de 2021 al 1 de Agosto de 2021
- Referencia contrato suministro | 0385052686

1 Consulte el consumo de electricidad que ha realizado cada día.



Le informamos que usted ha concentrado un 39% del consumo eléctrico de la factura en las horas del periodo Promocionado (las más económicas).

Ilustración 4 Informe de consumos 1/3

2 A continuación, le mostramos la media del consumo realizado por hora y día de la semana

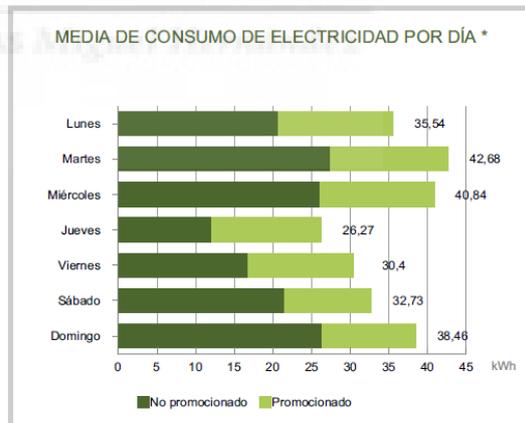
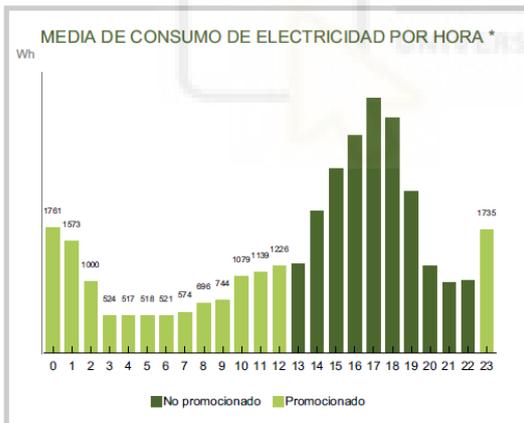


Ilustración 5 Informe de consumos 2/3

EVOLUCIÓN DE CONSUMO POR HORA DE SU FACTURA *

Horas (Wh)	Días																								Total (kWh)	% Consumo Promocionado
	00 - 01h	01 - 02h	02 - 03h	03 - 04h	04 - 05h	05 - 06h	06 - 07h	07 - 08h	08 - 09h	09 - 10h	10 - 11h	11 - 12h	12 - 13h	13 - 14h	14 - 15h	15 - 16h	16 - 17h	17 - 18h	18 - 19h	19 - 20h	20 - 21h	21 - 22h	22 - 23h	23h - 00h		
Jueves 1 Jul.	1.608	1.484	1.486	1.453	1.482	1.501	1.478	1.308	826	489	1.379	1.377	883	575	1.150	1.093	648	601	526	603	522	722	710	1.351	25,1	71,5%
Viernes 2 Jul.	1.678	1.491	966	420	396	419	396	423	601	541	628	1.960	1.530	497	535	941	618	624	637	583	746	577	892	1.579	19,7	66,2%
Sábado 3 Jul.	1.735	1.506	937	419	444	405	428	414	457	595	455	427	478	1.432	1.759	1.734	1.680	1.711	1.712	748	615	1.106	1.253	2.603	25,1	45,1%
Domingo 4 Jul.	2.007	1.596	1.035	462	471	465	456	431	626	1.173	2.056	2.314	2.023	1.699	1.748	1.745	1.715	4.390	5.624	6.486	4.050	2.222	2.626	1.876	49,3	34,5%
Lunes 5 Jul.	1.788	1.526	1.522	1.465	1.491	1.515	1.509	1.468	914	700	1.129	684	970	1.569	1.567	1.848	1.774	1.674	2.041	719	1.070	782	769	1.392	31,9	56,7%
Martes 6 Jul.	1.647	1.511	966	473	446	468	427	493	1.225	593	1.467	1.710	1.804	1.557	1.537	1.539	1.595	2.545	5.240	5.119	3.690	1.191	720	1.356	39,3	37,1%
Miércoles 7 Jul.	1.831	1.736	1.038	504	450	451	475	446	665	548	597	1.289	1.645	1.986	2.214	2.874	5.836	5.353	4.887	799	1.242	655	722	2.047	40,2	34,1%
Jueves 8 Jul.	2.346	1.596	1.002	442	469	490	493	526	617	559	1.062	601	581	445	800	643	719	2.427	4.624	4.597	1.311	600	742	1.417	29,1	42%
Viernes 9 Jul.	1.742	1.756	1.177	591	411	479	467	486	577	521	880	1.998	2.698	1.039	435	708	585	579	589	523	458	823	706	1.489	21,7	70,3%
Sábado 10 Jul.	1.855	1.496	937	462	399	403	461	431	481	492	512	431	454	513	540	707	1.279	4.769	4.104	405	491	719	647	2.346	25,3	44,1%
Domingo 11 Jul.	2.058	1.586	972	488	409	436	486	422	505	595	610	1.494	1.740	1.321	2.282	5.246	5.207	4.792	4.653	5.338	1.264	679	829	1.481	44,9	29,6%
Lunes 12 Jul.	1.697	1.612	937	387	486	445	402	547	817	530	950	573	472	551	2.921	4.986	5.127	5.330	5.313	5.064	4.624	4.188	4.273	4.768	57	25,7%
Martes 13 Jul.	2.301	1.796	1.015	422	448	379	437	488	457	1.289	1.091	1.753	2.362	1.540	1.338	524	2.438	4.411	4.404	2.136	555	735	720	1.346	34,5	45,2%
Miércoles 14 Jul.	1.648	1.422	854	461	443	414	578	563	435	1.001	4.695	1.788	857	707	761	928	1.705	4.594	4.471	1.582	520	486	673	1.434	33	90,2%
Jueves 15 Jul.	1.509	1.383	944	360	434	447	378	769	1.530	516	801	741	677	922	1.066	1.025	657	650	571	623	1.281	696	704	1.379	20,3	59,6%
Viernes 16 Jul.	1.623	1.396	908	405	468	411	408	444	533	1.063	1.358	881	1.494	795	594	1.141	659	716	632	557	855	923	947	1.550	20,8	62,3%
Sábado 17 Jul.	1.815	2.613	1.002	388	410	470	385	445	418	421	565	455	1.182	1.523	1.632	1.738	5.073	5.934	3.362	460	475	474	806	1.440	33,5	35,9%
Domingo 18 Jul.	1.767	1.573	911	404	441	369	436	403	411	564	493	574	443	448	2.550	5.266	5.363	5.135	4.831	3.182	583	622	867	1.283	38,9	25,9%
Lunes 19 Jul.	1.592	1.369	834	491	430	434	460	428	592	1.260	1.589	1.434	2.258	1.449	2.319	3.528	5.973	3.731	410	583	419	596	789	1.444	34,4	42,5%
Martes 20 Jul.	1.764	1.448	940	525	397	468	477	520	545	936	1.812	1.914	488	1.432	5.663	6.243	6.373	6.107	1.470	676	1.512	944	763	1.467	44,9	30,6%
Miércoles 21 Jul.	1.558	1.402	894	429	369	403	428	379	525	919	1.135	886	3.001	2.695	1.546	1.076	1.521	4.235	5.287	3.077	730	713	1.021	1.775	36	39,2%
Jueves 22 Jul.	1.564	1.565	995	440	517	442	480	589	569	523	789	2.572	2.340	1.568	756	782	674	2.777	5.084	1.726	849	1.021	1.596	2.139	32,4	48%
Viernes 23 Jul.	1.621	1.582	1.026	480	514	530	517	706	689	836	895	837	1.188	553	4.261	5.221	5.297	5.185	5.155	4.387	691	1.344	814	2.786	47,1	30,2%
Sábado 24 Jul.	1.875	1.672	1.065	525	551	490	462	479	499	639	597	660	648	4.859	6.104	5.640	5.545	5.737	5.773	3.849	542	1.796	803	1.730	52,5	22,6%
Domingo 25 Jul.	1.819	1.499	1.021	503	519	514	488	512	605	571	638	551	505	2.202	5.038	5.232	5.481	4.966	4.658	4.174	1.995	643	739	1.366	46,2	24%
Lunes 26 Jul.	1.756	1.570	995	500	501	511	486	576	788	645	1.053	766	731	541	793	769	692	633	541	561	519	693	829	1.395	18,8	65,1%
Martes 27 Jul.	1.700	1.631	1.008	506	464	453	499	590	999	1.618	1.843	1.753	1.624	1.374	3.526	4.787	4.672	5.796	5.512	4.585	2.141	1.028	1.343	2.422	52,1	32,9%
Miércoles 28 Jul.	1.782	1.535	982	501	454	506	484	483	718	671	1.440	1.828	1.821	1.711	1.737	4.938	5.619	7.076	6.392	5.437	3.064	2.000	1.435	1.648	54,1	27,1%
Jueves 29 Jul.	1.842	1.663	915	487	444	455	423	1.281	1.123	705	536	896	811	1.089	1.778	724	1.775	1.596	592	811	833	1.078	1.066	1.628	24,5	53,8%
Viernes 30 Jul.	1.706	1.474	929	474	507	502	493	477	1.583	1.306	574	594	558	614	3.589	5.596	5.350	5.323	5.402	2.013	471	678	1.005	1.476	42,8	29,7%
Sábado 31 Jul.	1.686	1.479	919	470	445	464	466	453	540	517	477	470	492	622	729	3.097	5.399	4.760	790	699	385	384	435	1.072	27,2	36,5%
Domingo 1 Ag.	1.427	1.351	869	433	421	403	417	385	396	424	413	445	467	398	431	421	416	374	417	403	399	406	404	1.038	13	66,6%
Total (kWh)	56,3	50,3	32	16,8	16,6	16,6	16,7	18,4	22,3	23,8	34,5	36,5	39,2	40,2	63,7	82,7	97,7	114,5	105,8	72,5	38,9	31,5	32,6	55,5		

Así ha concentrado el consumo por hora en esta factura.



Ilustración 6 Informe de consumos 3/3

Teniendo en cuenta que el periodo de aprovechamiento solar durante el mes de Junio puede aproximarse a la franja de 9 AM a 19 PM eliminando las primeras y últimas horas del día que tendrían una muy baja producción.

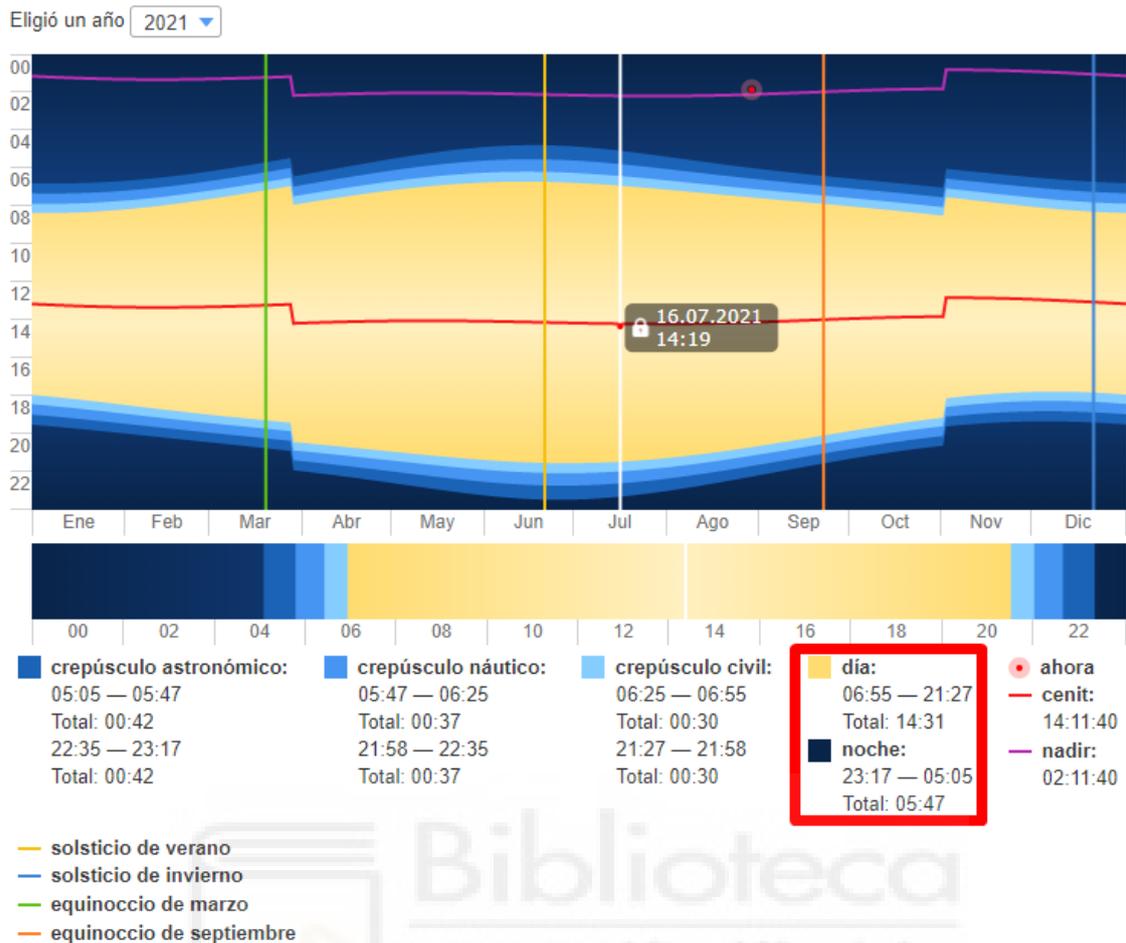


Ilustración 7 salida y puesta del sol el 16/07/2021

Se puede apreciar que en esta franja horaria no se producen consumos inferiores a 500 Wh alcanzando valores máximos de 7000 Wh y siendo en la franja de 13AM a 18AM valores moda de 4000 Wh. Se considera este valor un valor de referencia para el diseño del conjunto generador fotovoltaico.

La instalación preexistente que conecta la vivienda principal con el cuadro de control de la piscina mediante tubo enterrado que se sitúa junto al área de instalación de la pérgola, se encuentra dimensionada para un consumo de hasta 16A con una sección de cable suficiente de 6 mm² para que la instalación generadora fotovoltaica pueda verter la energía producida (que no superara en ningún caso los 4 kW de forma constante sin recalentamientos o caídas de tensión excesivas.

Las protecciones en ambos extremos de la línea constan de Diferencial de 40 A y 30mA sensibilidad y protección magnetotérmica de 16 A curva C aguas arriba y Diferencial de 25 A y 30mA sensibilidad y protección magnetotérmica de 16 A curva C aguas abajo. Ambas correctamente dimensionadas para la potencia pico de arranque del bombeo de filtración. Estas protecciones serán modificadas de ser necesario, ya que las nuevas protecciones de la instalación fotovoltaica deberán garantizar la selectividad.

Sera necesario el paso de un cable de red apantallado de telecomunicaciones a través de uno de los tubos existentes con la función de conectar el inversor al recinto de telecomunicaciones de la vivienda para la monitorización de la producción y tele comando.

El cuadro de control de la instalación fotovoltaica será resistente a la intemperie y con grado de protección IP 65 y se montará en la columna más próxima al subcuadro de la bomba de la piscina y se conectará a este a través de un tubo enterado.

El inversor seleccionado dispone de todas las protecciones necesarias por normativa que incluye el vigilante de aislamiento y las protecciones de máxima y mínima tensión y máxima y mínima frecuencia, de manera que no es necesario emplear varios equipos estando todo centralizado en el inversor. Además de un módulo de monitorización y telecomando. Con protección IP65 se montará sobre la misma columna que el cuadro de protecciones.

Se han considerado diversas configuraciones que proporcionen una superficie máxima de módulos fotovoltaicos y una superficie sombreada aprovechable para el uso del área de la piscina llegando a un compromiso entre separación practica del agua, espacios de tránsito y criterio estético. Con los módulos seleccionados (de 400W) se configuraría una superficie de captación de 3 m x 6 m (18m²) en tres hileras de 3 módulos cada una.



Ilustración 8 área contigua a la piscina

No es necesaria la instalación de un nuevo contador u otro adicional para la venta de excedentes ya que la propiedad dispone de un contador telemático bidireccional situado en el límite de la propiedad junto a la puerta de acceso.

6.5. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La instalación objeto de este proyecto estará situada en la provincia de Murcia en el término municipal de Guadalupe, en el área urbana-rural de la huerta murciana.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 37° 59' 33,1'' N

Longitud: 1° 10' 47,4 W



Ilustración 9 Localización Guadalupe de Maciascoque



Ilustración 10 Localización propiedad.

La propiedad está formada por un huerto tradicional de cítricos (limoneros) con varios elementos constructivos en su interior, la edificación principal (vivienda unifamiliar) y el área de la piscina.

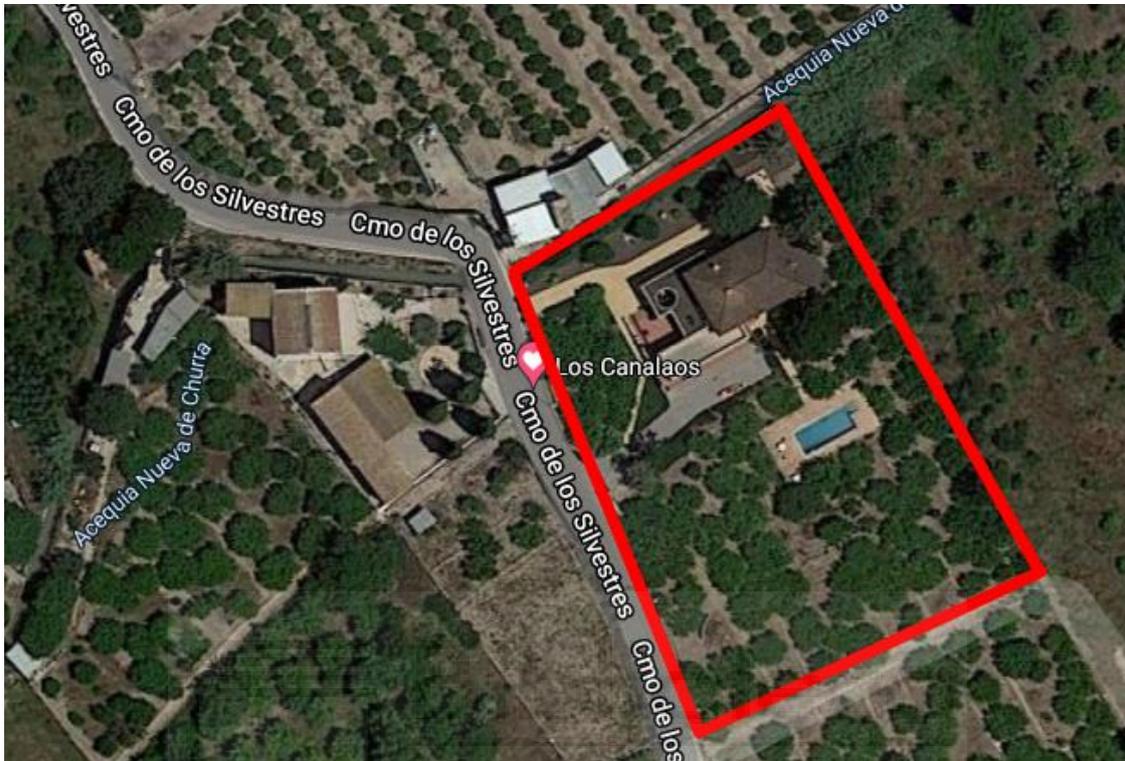


Ilustración 11 Emplazamiento propiedad

La pérgola deberá quedar situada dentro del recuadro indicado en la siguiente ilustración.



Ilustración 12 Emplazamiento área de la instalación.

6.6. DATOS METEOROLÓGICOS.

La climatología del emplazamiento Guadalupe de Maciascoque situado en el valle de Murcia a una altura de 56 m sobre el nivel del mar.

Se han obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología los siguientes datos climáticos:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.6	16.6	4.7	27	65	3.8	0.1	0.2	1.1	2.3	8.0	189
Febrero	12.2	18.4	5.9	27	63	3.6	0.0	0.5	2.0	1.2	7.1	190
Marzo	14.3	20.9	7.7	30	59	3.3	0.0	0.5	0.8	0.3	6.5	223
Abril	16.5	23.3	9.7	25	53	3.6	0.0	1.6	0.6	0.0	5.8	256
Mayo	20.0	26.6	13.3	28	52	3.9	0.0	2.3	0.6	0.0	5.8	289
Junio	24.2	31.0	17.4	18	49	2.0	0.0	2.1	0.3	0.0	10.9	323
Julio	27.2	34.0	20.3	3	50	0.6	0.0	0.9	0.2	0.0	16.1	353
Agosto	27.6	34.2	20.9	8	54	1.0	0.0	1.4	0.2	0.0	12.5	316
Septiembre	24.2	30.4	18.0	32	59	3.0	0.0	3.2	0.4	0.0	6.7	239
Octubre	19.8	25.6	13.9	36	64	3.7	0.0	2.0	0.6	0.0	5.3	217
Noviembre	14.6	20.3	8.9	32	65	4.1	0.0	0.5	0.8	0.2	7.1	186
Diciembre	11.5	17.2	5.8	29	68	3.9	0.0	0.2	1.0	1.5	7.0	172
Año	18.6	24.9	12.3	297	58	36.5	0.2	15.6	8.7	5.5	99.2	2967

Ilustración 13 Datos climáticos Murcia

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

Ilustración 14 Leyenda de la Tabla.

De los datos extremos el más significativo es el de la temperatura mínima, que nos puede influir a la hora del cálculo de las tensiones en circuito abierto. La AEMET ofrece un dato de temperatura media mínima más baja de 2.7°C pero debido a la especial localización en

un área de huerta en que la humedad ambiental produce heladas localizadas en las primeras horas de la mañana especialmente en los meses de enero y febrero, se ha decidido utilizar como temperatura ambiental mínima a efecto de cálculos -5°C y la temperatura ambiental más alta que se producen con regularidad los meses de julio y agosto se ha considerado 35° . A efecto de cálculos estas temperaturas ambientales proporcionan unas temperaturas de célula de verano e invierno de 66.25°C y -1.87°C respectivamente.

Con respecto al dato del viento a efectos de diseño estructural consideraremos según lo indicado en el código técnico de la edificación que se localiza en una zona B con una V_b (velocidad básica de viento) de 27m/s y una q_b (Presión equivalente de la velocidad básica del viento) de 0.46kN/m^2

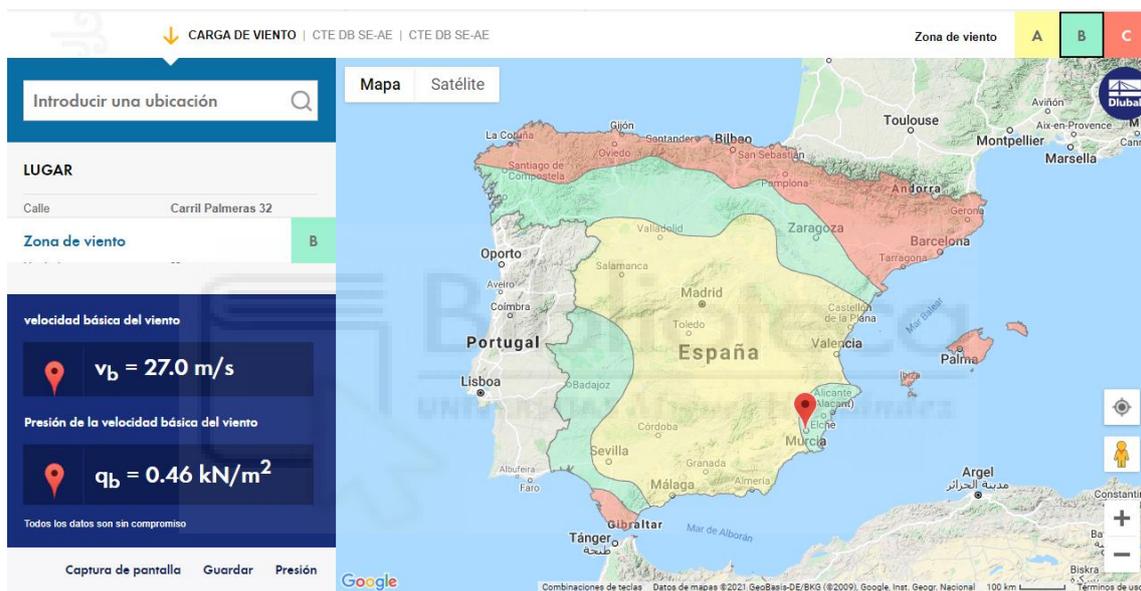


Ilustración 15 Zonas de viento CTE DB

La comisión europea nos ofrece información acerca de los datos de radiación solar a través del sistema PVGIS.

Irradiación global horizontal		Direct Normal irradiation		Global irradiation optimum angle		Global at user angle	
Mes	2016	Mes	2016	Mes	2016	Mes	2016
Enero	77.29	Enero	118.92	Enero	127.53	Enero	111.19
Febrero	92.98	Febrero	116.52	Febrero	130.67	Febrero	119.37
Marzo	139.79	Marzo	158.21	Marzo	171.95	Marzo	164.15
Abril	167.88	Abril	161.91	Abril	178.17	Abril	179.11
Mayo	206.53	Mayo	194.45	Mayo	198.14	Mayo	207.08
Junio	238.05	Junio	241.26	Junio	218.4	Junio	232.87
Julio	238.71	Julio	252.39	Julio	223.61	Julio	236.62
Agosto	220.49	Agosto	255.17	Agosto	227.15	Agosto	231.68
Septiembre	171.34	Septiembre	202.53	Septiembre	201.9	Septiembre	195.9
Octubre	116.95	Octubre	137.61	Octubre	156.9	Octubre	145.45
Noviembre	78.49	Noviembre	118.28	Noviembre	122.85	Noviembre	108.75
Diciembre	63.77	Diciembre	103.84	Diciembre	108.07	Diciembre	93.49

Ilustración 16 Irradiación mensual 2016 datos numéricos PV-GIS

Irradiación solar mensual

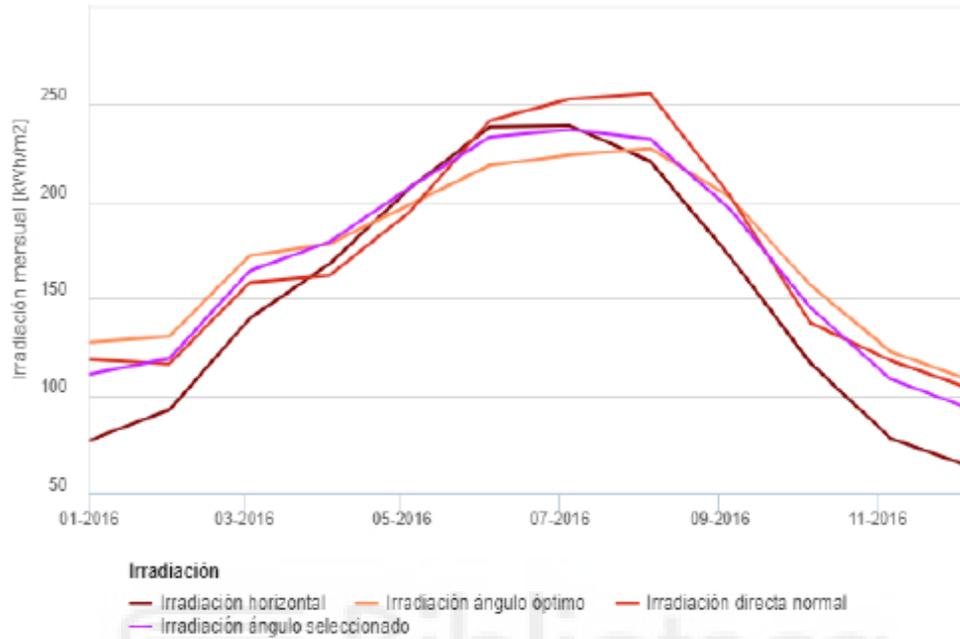


Ilustración 17 Irradiación Mensual 2016 datos graficados grafica

Las simulaciones son PV-GIS nos indica que el ángulo de inclinación óptimo es: 34° aunque por razones de diseño impuesto por el cliente la inclinación del conjunto generador fotovoltaico será de 20° sobre la horizontal. El azimut de -30° también producirá pérdidas por desorientación.

Finalmente, las simulaciones arrojan el siguiente resultado global de la instalación propuesta.



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:

Latitude/Longitude: 37.993, -1.180
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 3.6 kWp
 System loss: 25 %

Simulation outputs

Slope angle: 20 °
 Azimuth angle: -30 °
 Yearly PV energy production: 4861.9 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1995.75 kWh/m²
 Year-to-year variability: 118.19 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.89 %
 Spectral effects: 0.51 %
 Temperature and low irradiance: -7.55 %
 Total loss: -32.33 %
 PV electricity cost [per kWh]: 0.000 per kWh

Outline of horizon at chosen location:

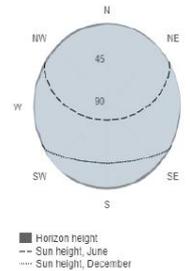
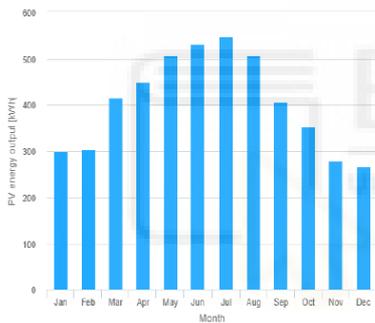


Ilustración 18 Resultados simulación PV-GIS 1-3

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:

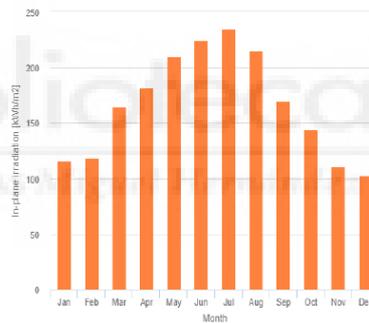


Ilustración 19 Resultados simulación PV-GIS 2-3

Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E _m	H(i) _m	SD _m
January	299.4	116.0	33.1
February	303.5	118.5	36.3
March	415.7	165.2	43.2
April	448.9	182.3	42.9
May	506.9	210.1	38.5
June	531.5	225.2	18.6
July	547.8	235.5	14.4
August	506.2	216.1	20.5
September	406.3	169.8	29.5
October	352.3	143.8	31.2
November	277.9	110.2	35.9
December	265.4	103.0	22.4

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].
 H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].
 SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

Ilustración 20 Resultados simulación PV-GIS 3-3

7. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS.

7.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo y deberán satisfacer las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, potencia pico, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos llevarán los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65. En instalaciones dentro del ámbito de aplicación del CTE los módulos serán de clase II.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Los paneles estarán diseñados para formar una estructura modular, siendo posible combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta, a fin de obtener la tensión e intensidad deseadas. El fabricante proporcionará los accesorios e instrucciones necesarios para lograr una interconexión fácil y segura. En cualquier caso, las conexiones se efectuarán utilizando terminales en los cables.

La estructura del generador se conectará a tierra.

El módulo solar propuesto es el modelo SRP-400-BMA de la marca TECHNOSUN. Con potencia pico de 400W y una tensión máxima de operación 1000V. El resto de las características eléctricas se pueden ver en la siguiente ilustración.

-HV SRP-1000-BMA: Maximum System Voltage 1000 VDC
 SRP-1000-BMA-HV: Maximum System Voltage 1500 VDC

Electrical Characteristics

Module Type	SRP-390-BMA SRP-390-BMA-HV	SRP-395-BMA SRP-395-BMA-HV	SRP-400-BMA SRP-400-BMA-HV	SRP-405-BMA SRP-405-BMA-HV
	8TC	8TC	8TC	8TC
Maximum Power at STC (Pmp)	390	395	400	405
Open Circuit Voltage (Voc)	48.7	48.9	49.1	49.4
Short Circuit Current (Isc)	9.95	10.03	10.10	10.15
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.2	41.4	41.6	41.9
Maximum Power Current (Imp)	9.47	9.55	9.62	9.67
Module Efficiency at STC(ηm)	19.32	19.56	19.81	20.06
Power Tolerance	(0,+4.99)			
Maximum System Voltage	1000 VDC / 1500 VDC			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.6;

Temperature Characteristics

Pmax Temperature Coefficient	-0.36 %/°C
Voc Temperature Coefficient	-0.28 %/°C
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C
Operating Temperature	-40 ~ +85 °C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2 °C

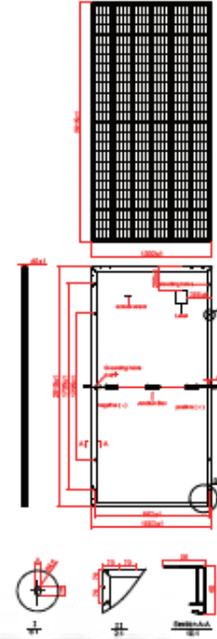
Mechanical Specifications

External Dimensions	2015 x 1002 x 40 mm
Weight	23.0kg
Solar Cells	PERC Mono crystalline 158.75 X 79.375 mm(144pcs)
Front Glass	3.2 mm AR coating tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68, 3 diodes
Output Cable	4.0 mm², Portrait:255mm(+)/355mm(-);Landscape:1200mm
Connector	MC4 Compatible
Mechanical Load	5400 Pa

Packing Configuration

	2015 x 1002 x 40 mm		
Container	20'GP	40'GP	40'HQ
Pieces per Pallet	27	27	27*2*
Pallets per Container	10	22	22
Pieces per Container	270	594	638

* 27*2 pieces per pallet is the special package which only suits for container transport. For details, please consult SERAPHIM.



I-V Curve

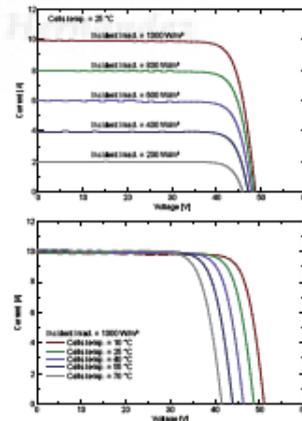


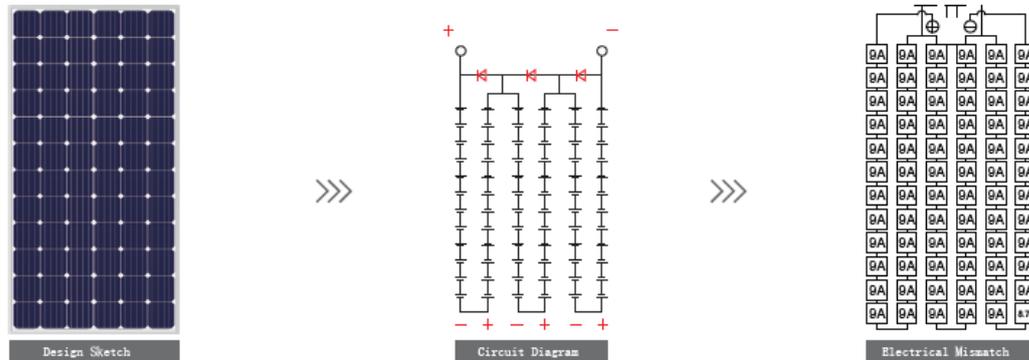
Ilustración 21 Tabla de datos característicos del módulo fotovoltaico SRP-400-BMA

Se componen por 144 células en configuración de 6 pequeños string conectados a un conductor central sobre el que se disponen los diodos bypass. Esta configuración disminuye las pérdidas por sombras o puntos calientes a la mitad respecto a la configuración de un módulo tradicional de 72 células.

Less Mismatch loss

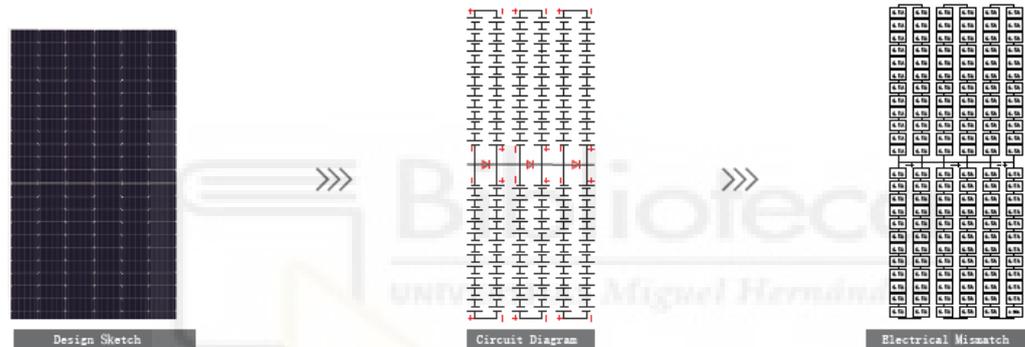
Instead of 6 internal strings of cells, the Blade series module has 2 x 6 shorter ones. This design effectively deals with the mismatch happened between cells caused by shadow, out of sync performance degradation, ect.

Standard Module / With 6 internal strings of cells



Module current output is 8.7A, current mismatch in series is **0.3A**.

Blade™ / With 2 x 6 internal strings of cells



Module current output is 4.5+4.35=8.85A, current mismatch in series is **0.15A**.

Ilustración 22 Configuración interna de las células en el módulo

El módulo dispone de una protección IP68 y un peso de 23kg con unas dimensiones de 2015x1002x40mm. Disponen de una garantía de 15 años para defectos de material y 25 años para la potencia de salida. Siendo su vida útil mayor de 25 años con una eficiencia del 19.81 %. En cuanto a la pérdida de potencia con el paso del tiempo, se nos garantiza que será como mínimo el siguiente porcentaje de la inicial a la instalación:

1 Año: 97.5 %

10 Años: 92.1 %

20 Años: 86.1 %

25 Años: 83.1 %

Las características fundamentales del módulo son las siguientes:

Parámetros Eléctricos	
Potencia máxima (Pmax)	400 W
Tensión en circuito abierto (Voc)	49.1 V
Tensión en el punto de máxima potencia (Vpmp)	41.6 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	10.1 A
Corriente en el punto de máxima potencia (Ipmp)	9.62 A
Eficiencia (%)	19.81%
Tolerancia de potencia (%Pmax)	4.99%
Parámetros de temperatura	
T _{opc}	45 °C +/- 2 °C
Variación de Isc	+0,05 %/ °C
Variación de Voc	-0,28 %/ °C
Variación de Pmax	-0,36 %/ °C
Parámetros dimensionales	
Dimensiones	2015 x 1002 x 40 mm
Peso	23 Kg

Ilustración 23 Características principales del módulo fotovoltaico

7.2. INVERSOR.

El inversor es una pieza fundamental en la instalación eléctrica fotovoltaica, ya que permite la conversión de la energía generada por los paneles fotovoltaicos de corriente continua a corriente alterna.

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.

- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones frente a:

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

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

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

- Encendido y apagado del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superiores a las condiciones estándar. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las condiciones estándar durante períodos de hasta 10 s.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de los edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de los edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie.

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

La instalación deberá permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

El inversor seleccionado es el modelo SUNNY BOY 3.6 del fabricante SMA Solar Technology AG., que está especialmente indicado para las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red. La gama de inversores SUNNY BOY está diseñada específicamente para aplicaciones de conexión a red a partir de un generador fotovoltaico.



Ilustración 24 inversor SUNNY BOY 3.6

El inversor SUNNY BOY 3.6 tiene un amplio rango de temperatura de funcionamiento, de -25 °C a 60 °C, lo que lo hace adecuado para nuestra localización, su refrigeración es por convección natural y su consumo nocturno es de 1 W. Su facilidad de utilización, bajo mantenimiento y bajo nivel sonoro los hace muy adecuados tanto en entornos domésticos como industriales. Su grado de protección es IP65 por lo que su uso es adecuado tanto para interior como para exterior.

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0
Entrada (CC)				
Potencia de CC máx. [con $\cos \varphi = 1$]	3200 W	3880 W	4200 W	5250 W ¹⁾
Tensión de entrada máx.	600 V			
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V			
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V			
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A			
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A			
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2			
Salida (CA)				
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ²⁾
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ²⁾
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V			
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz			
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V			
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ³⁾	22 A ³⁾
Factor de potencia a potencia asignada	1			
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo			
Fases de inyección/conexión	1/1			
Rendimiento				
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0 %/96,4 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %
Dispositivos de protección				
Punto de desconexión en el lado de entrada	•			
Monitorización de toma a tierra/de red	• / •			
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/ con separación galvánica	• / • / -			
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	•			
Clase de protección (según IEC 62103)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III			
Datos generales				
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)			
Peso	16 kg (35,3 lb)			
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)			
Emisión sonora, típica	25 dB(A)			
Autoconsumo (nocturno)	1,0 W			
Topología	Sin transformador			
Sistema de refrigeración	Convección			
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65			
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H			
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %			

Ilustración 25 Tabla ficha técnica 1/2

Equipamiento	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Conector de enchufe de CA
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil	●
Interfaces: WLAN, Speedwire/Webconnect	● / ● / ●
Protocolos de comunicación	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R
Gestión de las sombras: OptiTrac Global Peak	● / ○
Garantía: 5/10/15 años	● / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, GB3/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, IEC-EN50438, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR D4, PPDS, PPC, RD1699, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014
Certificados y autorizaciones (en planificación)	DEWA, IEC 61727, IEC 62116, MEA, NBR16149, PEA, SI4777, TR3.2.2
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK
● Equipamiento de serie ○ Opcional – No disponible Datos en condiciones nominales: 02/2019	
1) 4600 W/4600 VA para VDE-AR-N 4105 2) AS 4777: 21,7 A	
Modelo comercial	SB3.0-1AV-41 SB3.6-1AV-41 SB4.0-1AV-41 SB5.0-1AV-41 SB6.0-1AV-41

Ilustración 26 Tabla ficha técnica 2/2

El inversor cumple con los requisitos de seguridad para personas y cosas exigidos por las Directivas Comunitarias siguientes: Directiva de Baja Tensión 2006/95/EG, Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/EG. Este cumplimiento permite que el equipo lleve la marca CE. Cumple también con la normativa establecida en el Real decreto 1663/2000 del 29 de Septiembre de 2000 (incluidos RD 444/1994 y 154/1995) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Las medidas de protección que el inversor incluye son:

Se desconecta automáticamente de la red cuando la tensión de red o la frecuencia quedan fuera del rango de operación.

Incluye protección contra funcionamiento en isla.

La desconexión y reconexión del inversor en el punto de inyección se llevan a cabo por medio de relés internos controlados por software. Dicho software y sus ajustes no son accesibles al usuario. Para la calibración/verificación de esta función se han empleado aparatos calibrados en un laboratorio externo acreditado para tal función.

Incorpora internamente un vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua que actúa en caso de detectar una derivación a tierra. Esta situación se señala en la parte frontal del equipo con un LED rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige, el inversor rearma automáticamente.

El fabricante aporta los certificados necesarios para que la compañía distribuidora acepte que estas protecciones sean incorporadas por el inversor sin necesidad de añadir elementos de protección adicionales.

Sus características fundamentales son:

Entrada (corriente continua)	
Potencia máxima de corriente continua	3880 W
Tensión máxima de corriente continua	600 V
Rango de tensiones del PMP	130 V - 500 V
Corriente máxima de entrada A/B	15 A/15 A
Salida (corriente alterna)	
Potencia nominal de corriente alterna	3680 W
Potencia máxima de corriente alterna	3680 VA
Rango de tensiones nominal de corriente alterna	220 -230-240 V / 180 -280 V
Rango de frecuencia de red (ajuste automático)	50 Hz / 60 Hz +- 5 Hz
Factor de potencia	1
Conexión de corriente alterna	monofásica
Corriente máxima de salida	16 A
Factor de desfase ajustable	0.8 inductivo a 0.8 capacitivo
Rendimiento máximo	97%
Rendimiento europeo	96.40%
Parámetros dimensionales	
Dimensiones	435 x 470 x 176 mm
Peso	16 Kg

Ilustración 27 Características principales del inversor

7.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE.

La cubierta sobre la que se va a realizar la instalación está formada por una pérgola diseñada a tal efecto de perfiles de ladera tratados con imprimaciones resistentes a UV y con efecto retardaste del fuego con pendiente a un agua.

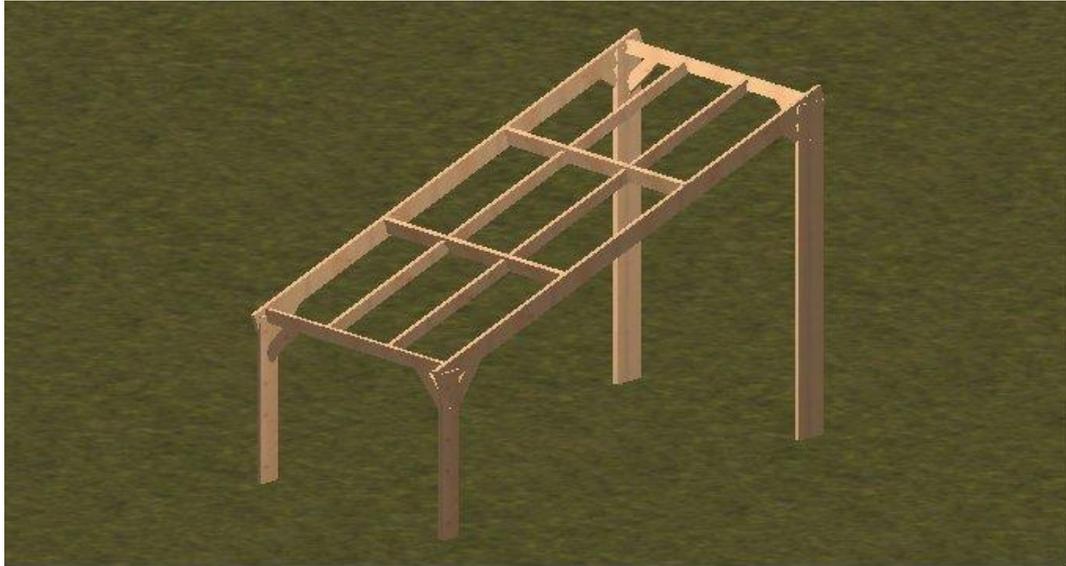


Ilustración 28 pérgola de madera

La pérgola se encontrará empotrada en cuatro zapatas que quedaran integradas en el suelo de bajo la construcción de suelo cerámico ya existente que será retirado para montar las zapatas, quedando así empotradas a ras de suelo. Las uniones rígidas entre las vigas se realizan con tornillería y elementos mecánicos de clase A2. Se compone de los siguientes elementos con las dimensiones indicadas en la tabla.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Madera	C14	Vigas-60	V-260x60	4.000			0.062			21.84		
			V-160x60	23.615			0.227			79.35		
			V-220x60	3.000			0.040			13.86		
			V-200x60	3.000			0.036			12.60		
			V-380x60	8.036			0.183			64.13		
			V-240x60	12.800			0.184			64.51		
							54.451			0.732		256.29
						54.451		0.732			256.29	

Ilustración 1 mediciones de la pérgola

Los módulos irán sujetos a la cubierta mediante estructura de sujeción diseñada para tal efecto. En este proyecto se utilizará la estructura Sun Top III fabricada por la empresa Conergy. Al no ir montados los módulos directamente sobre las vigas.

El Conergy SunTop III ha sido desarrollado como sistema universal para el montaje sobre cubierta inclinada. Gracias a la utilización de los raíles patentados fabricados en aluminio, el conector Quickstone y la tecnología de conexión telescópica de Conergy, este sistema no precisa recortes y es especialmente fácil y rápido de montar.

Todos los elementos están contruidos en aluminio y acero inoxidable. Su alto grado de resistencia a la corrosión garantiza una larga vida útil y permite su total reciclaje. La garantía de los materiales empleados de 10 años.

Sus características principales son:

Características	
Lugar de montaje	Tejado inclinado, sobre vigas de madera.
Carga de viento	Adecuado para cualquier cubierta de tejado (más información a petición)
Inclinación del tejado	Hasta 60 grados ¹
Altura del edificio	Hasta 20 m
Carga de nieve	Hasta carga de nieve de 1,4 kN/m ²
Módulos fotovoltaicos	Enmarcado
Distribución de los módulos	En filas o columnas ³
Orientación de los módulos	Vertical, horizontal

Ilustración 29 Características de estructura de montaje Conergy Sun Top III

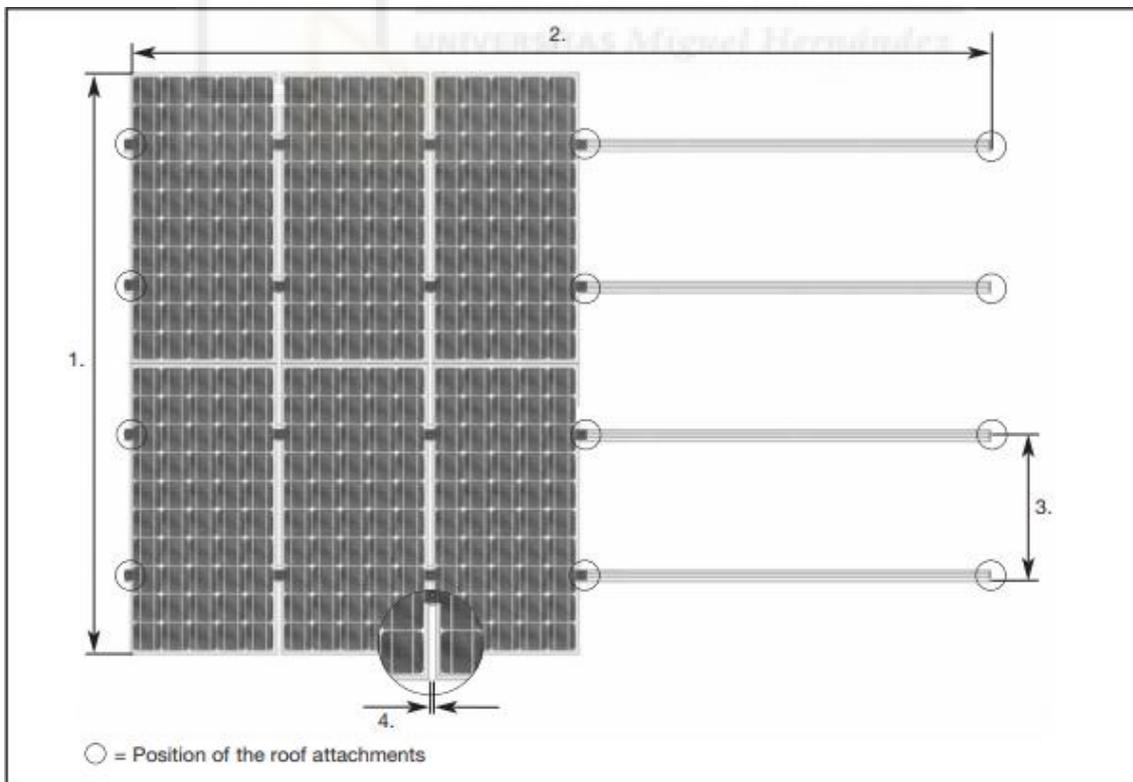


Ilustración 30 Ejemplo de configuración de módulos sobre la estructura

7.4. GENERADOR FOTOVOLTAICO.

El generador fotovoltaico no se ha dimensionado en función de las necesidades energéticas del edificio o de conseguir la máxima producción posible, si no que el diseño está condicionado a la superficie disponible y a una potencia máxima que no queremos superar de 4 kW definida por la demanda base de la vivienda durante las horas solares disponibles.

Se ha llegado a una configuración de 3x3 módulos que alcanza una superficie de 18 m² con una configuración de 3 x 6 m.

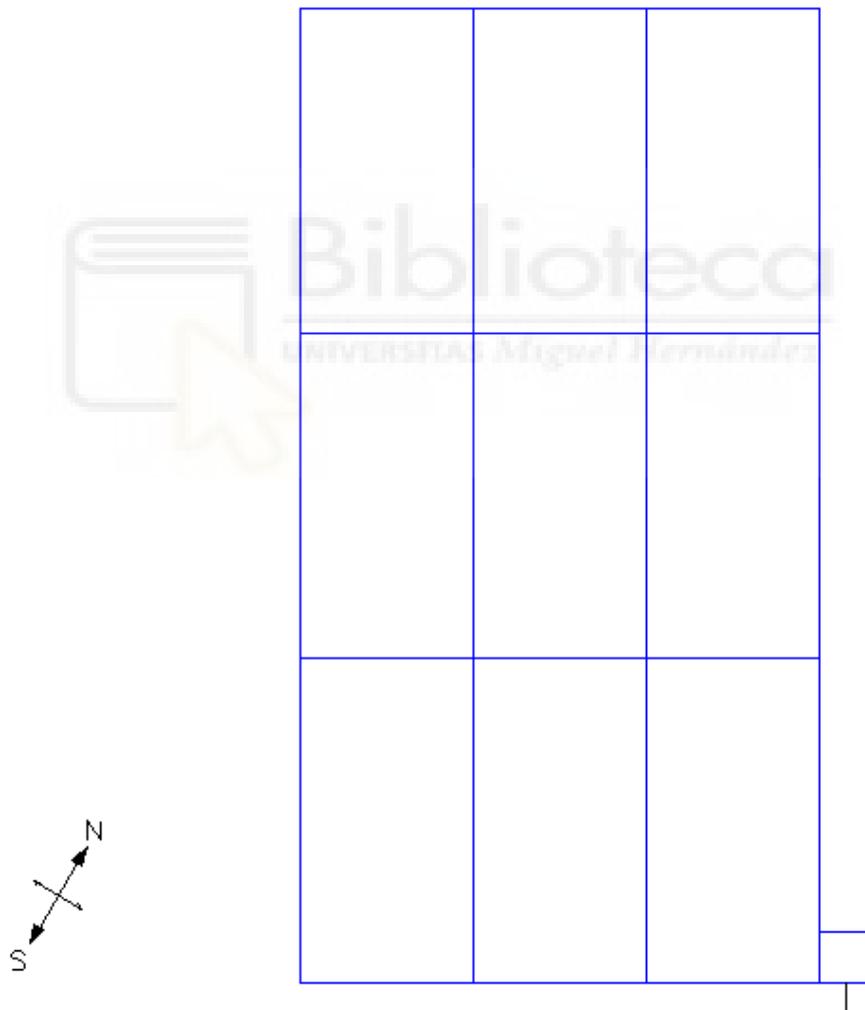


Ilustración 31 Configuración del generador fotovoltaico

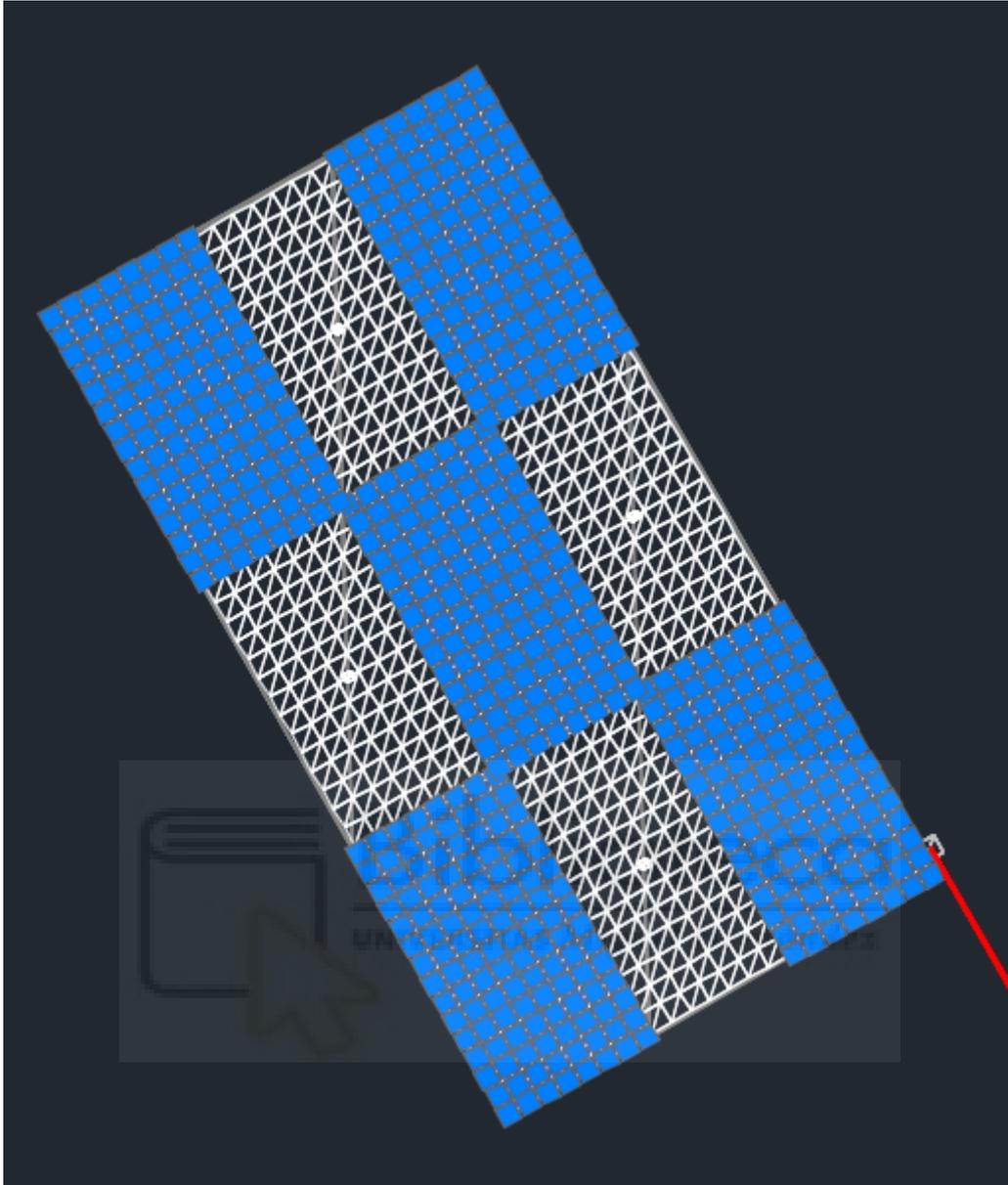


Ilustración 32 Generador fotovoltaico orientado norte-sur

7.4.1. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.

Debido a que la instalación será superpuesta al tejado, tanto la inclinación como la orientación son fijas, siendo la orientación Sureste con una desviación de 30° (-30° Azimut) respecto al eje Norte-Sur y la inclinación la misma del tejado, es decir 20° definida por los límites de altura mínima y máxima definidas por el cliente.

7.4.2. PÉRDIDAS.

Debido a la posición que ocupa la piscina respecto a las construcciones y los árboles que se ubica en la zona sureste de la propiedad no existen obstáculos o edificios más altos que la propia estructura sobre la que se instala el generador que puedan provocar sombras excepto la propia sombra de la salida o la puesta de sol y que por la desconexión del inversor a bajas potencias no nos producirán ninguna incidencia en el generador fotovoltaico.

Según indica el IDAE en su “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red”, las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente.

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Ilustración 33 Pérdidas máximas admisibles por inclinación, orientación o sombras del generador (Fuente: IDAE)

En nuestro caso hemos determinado que las pérdidas por sombreado son nulas y las de inclinación y orientación no superan el 5% por lo que cumplen con los máximos admitidos por el IDAE.

7.5. CABLEADO.

Los conductores utilizados cumplirán las siguientes características:

- No propagación de la llama.
- No propagación del incendio.
- Libre de halógenos.
- Reducida emisión de gases tóxicos.
- Baja emisión de humos opacos.
- Nula emisión de gases corrosivos.

Emplearemos conductores de cobre que estarán aislados con polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen para los cables subterráneos y contra los rayos ultravioleta para los colocados a la intemperie. Tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos. La sujeción se efectuará mediante bridas de sujeción, procurando no someter una excesiva doblez a los radios de curvatura. Los empalmes se realizarán con accesorios a tal efecto, usando cajas de derivación siempre que sea posible.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE 20.460-5-

523. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas.

De acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo. Al cable de alterna se le aplica el mismo criterio, respecto de la intensidad nominal de salida del inversor.

Para instalaciones generadoras de baja tensión la ITC-BT 40 en su punto 5, indica que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal. Por esta razón vamos a considerar una caída de tensión máxima en la parte de continua del 0.5 % y un 1 % en la parte de alterna, aunque lo indicado por IDAE es del 1.5 % en la parte de continua y 1.5 % en la parte de alterna. En cuanto a la temperatura, como margen de seguridad vamos a considerar que el cable de cobre puede alcanzar los 90 grados, siendo para esta temperatura su resistividad de 44.

El diámetro de los tubos se determina en función de la tabla 1 de la ITC-RBT-14, eligiendo por tanto tubo de 75 mm² de diámetro. Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

7.5.1. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINÚA.

El cableado de continua discurrirá bajo los módulos a la intemperie y fijado a la estructura con bridas desde los dos extremos del string bajan dos tubos que llegan hasta el inversor situado sobre uno de los pilares de la pérgola.

Aplicando los criterios de diseño, la sección mínima a emplear sería 2.4 mm², sin embargo, el fabricante de los módulos nos recomienda emplear como sección mínima 4 mm² para minimizar las caídas de tensión, por lo que esta será la sección elegida.

Los puentes necesarios para completar la configuración del string serán dos latiguillos de 2.5m de longitud con conectores MC4 compatibles en los extremos y cable de 4mm² de sección con doble capa y resistencia UV del mismo tipo que equipan los módulos de serie.

7.5.2. CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.

El trazado de la línea de alterna se realizará lo más corto y rectilíneo posible. La primera parte, desde la salida del inversor hasta la caja de control del bombeo de la piscina se realizará bajo tubo enterrado en el perímetro de la cimentación con una longitud de 4m. Desde ese punto el cableado discurre hasta el cuadro general de mando y protección de la casa a través de arquetas de registro y tubos enterrados ya existentes.

Aplicando los criterios de diseño, la sección mínima a emplear sería 10 mm², siguiendo el criterio fijado en la ITC_BT_07 “Redes subterráneas para distribución en baja tensión” para conductores enterrados, emplearemos cable de cobre de 10 mm². Siendo que existe un conductor de 6mm² se opta por reforzar el cableado desdoblado tanto fase como neutro y tierra añadiendo estos tres cables en la canalización existente.

7.5.3. CABLEADO DE PUESTA A TIERRA.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el REBT.

La puesta a tierra de la instalación limita la tensión que pueda presentarse en un momento dado en las masas metálicas de los componentes, delimitando el riesgo que supone el mal funcionamiento o avería de alguno de los equipos utilizados.

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a redes de baja tensión 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.

Todas las carcasas metálicas de los equipos irán unidas a una conexión equipotencial a tierra como medida de protección ante contactos indirectos. La línea de tierra discurrirá en paralelo a los conductores activos de corriente continua (en superficie) y a los de corriente alterna (subterráneos y bajo tubo).

Según las normas UNE 20-460-90/5-54 y la tabla 2 de la ITC-BT-18 para cable de puesta a tierra de cobre, la sección mínima a emplear será 10 mm² o 2x 6mm² para la sección de AC y 4mm² para la sección de DC.

Dado que ya existe una red de tierras operando en la instalación no es necesario crear una nueva red de tierra adicional. Si será comprobada la puesta a tierra actual y la resistencia de puesta a tierra será revisada en el proceso de verificación de la instalación para la puesta en marcha por parte del instalador.

7.5.4. CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES

Se dispondrá de un cable de comunicaciones UTP categoría 6 armado que será introducido en el tubo de reserva contiguo a la canalización de alterna para proporcionar conectividad con el recinto de telecomunicaciones al inversor y poder monitorizar la operación de este.

7.6. PROTECCIONES.

7.6.1. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS EN LA RED DE CONTINUA.

Actualmente la configuración más empleada por ofrecer mejor seguridad es la llamada de generador flotante, que consiste en aislar el circuito activo de tierra y conectar a la misma las carcasas y elementos metálicos. En esta configuración y en condiciones normales de funcionamiento, la red de continua se encuentra aislada de tierra, siendo la única unión con esta las carcasas y los elementos aislantes del circuito. La resistencia a tierra suele presentar valores del orden de los Mega Ohmios y su valor dependerá de factores como: calidad de los aislantes empleados, envejecimiento de estos aislantes, calidad en la ejecución de la instalación, condiciones climáticas, en especial de la humedad, tamaño del generador, etc.

Para un generador flotante con un buen aislamiento, el valor de la intensidad de defecto es prácticamente despreciable al ser la resistencia a tierra tan elevada y en teoría un contacto directo no supone una situación de riesgo para la persona, ya que estos sólo se pueden producir en caso de negligencias o imprudencias. El propio diseño del generador constituye en sí una medida de protección frente a los contactos directos.

El inversor incorpora internamente un vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua que actúa en caso de detectar una derivación a tierra. Esta situación se señala en la parte frontal del equipo con un LED rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige, el inversor rearma automáticamente. Esto unido al conexionado del generador en conexión flotante con las masas a tierra nos protege ante contactos indirectos.



Ilustración 34 Cuadro general de protección de la vivienda



Ilustración 35 subcuadro protecciones piscina

7.6.2. PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINUA INTERRUPTOR DE GENERAL

En la parte de corriente continua tenemos un interruptor general de continua integrado en el inversor por lo que podría ser suficiente con instalar unos fusibles para proteger contra sobrecargas, sin embargo instalaremos un interruptor magnetotérmico, que nos protegerá la línea además de poder realizar cortes en carga de la línea con toda seguridad y sin tener que manipular ningún conductor activo, además de evitar el consumo propio de los fusibles y de ser un equipo con menos fallos que estos últimos.

Además, es obligatoria la instalación de un interruptor principal en continua entre generador e inversor, de acuerdo con el estándar internacional IEC 60364-7-712. Dicho interruptor debe ser dimensionado para soportar la tensión de generador en las condiciones de operación más desfavorables.

PROTECCIONES DC

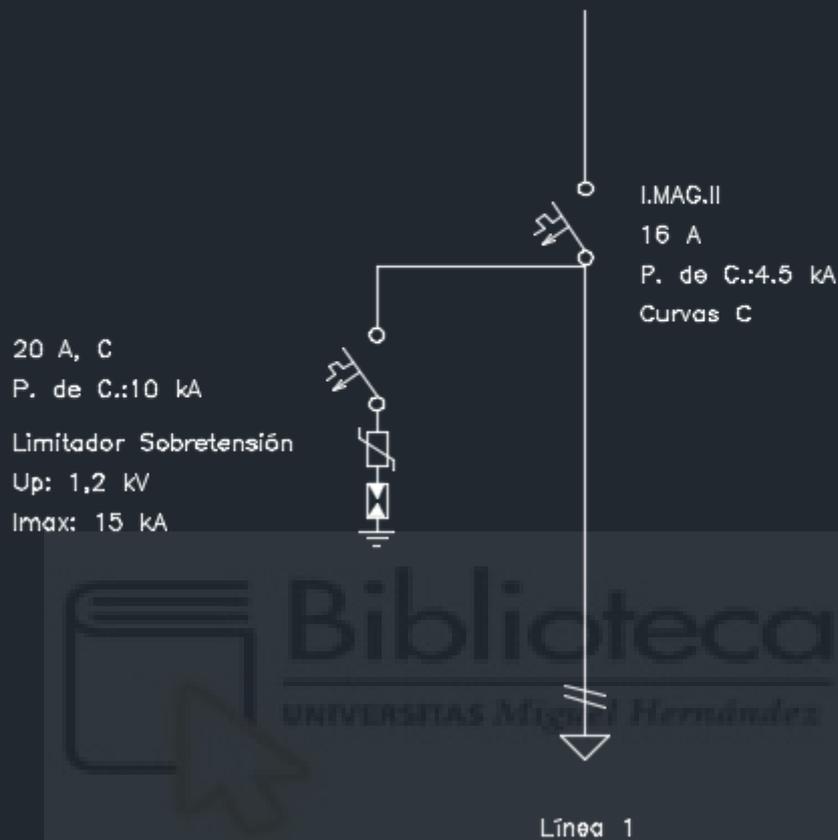


Ilustración 36 Configuración de protecciones DC

Para seleccionar el interruptor magnetotérmico nos iremos a la serie C60PV-DC-2P-16A-800v de Schneider, que es una serie específica para aplicaciones fotovoltaicas.

Hoja de características del
producto
Características

A9N61651

Interruptor en carga especial de CC C60PV-DC -
2P - 16A - 800 V - curva C



Principal

Gama de producto	C60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C60PV-DC
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Tipo de red	CC
Código de curva	B
Categoría de empleo	Category A conforming to EN/IEC 60947-2
Poder de seccionamiento	Yes conforming to EN/IEC 60947-2

Complementario

[In] Corriente nominal	16 A
Voltage Drop	648 mV 40,5 mOhm 10,4 W 16 A
[Ue] Tensión nominal de empleo	800 V CC
Límite de enlace magnético	5.5 x In (**)
Capacidad de corte	3 kA Icu en 650 V CC 1,5 kA Icu en 800 V CC
[Ics] poder de corte en servicio	1,5 kA 100 % - 800 V CC 3 kA 100 % - 650 V CC
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	1000 V CC

Ilustración 37 Hoja de características C60PV-DC-2P-16A-800v

7.6.3. PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE ALTERNA.

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

La protección externa o de la interconexión tiene por objeto evitar el funcionamiento en isla del generador y evitar que el generador alimente defectos producidos en la red de distribución, defectos externos.

Incluye los relés de máxima y mínima tensión y frecuencia, estos atacarían al interruptor automático de la interconexión que sería el encargado de desconectar el circuito. Estas funciones de protección las puede incorporar, con el correspondiente certificado, el inversor.

En nuestro caso, el esquema de protecciones va a ser el siguiente:

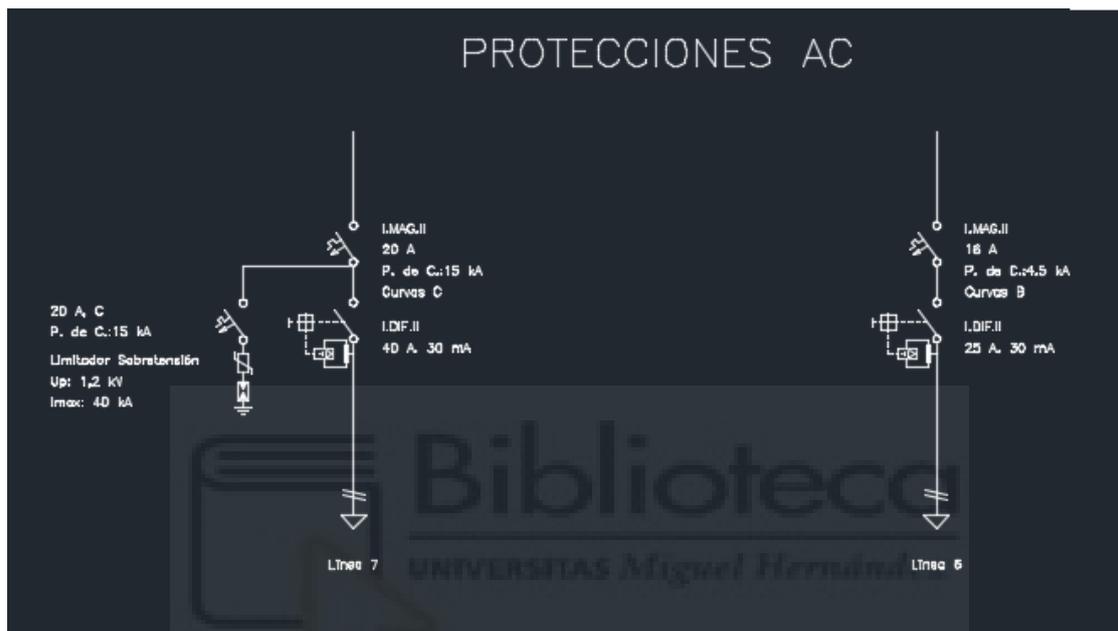


Ilustración 38 Configuración de protecciones AC

7.6.3.1. INTERRUPTOR DIFERENCIAL Y MAGNETOTÉRMICO DE CORRIENTE ALTERNA.

Para evitar sobrecargas que puedan dañar nuestro circuito y para proteger a las personas ante fallos de aislamiento y contactos directos o indirectos tenemos que colocar elementos de protección. Se instalarán en el cuadro de salida de alterna y será una protección magnetotérmica y otra diferencial.

Se instalará en el circuito del cuadro principal un magnetotérmico de 20 A curva C en sustitución del existente de 16 A curva C que protege la derivación hacia la piscina. Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 20 A, C curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

Hoja de características del
producto
Características

A9F79620

Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 20 A,
C curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC
60947-2)



Principal

Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	20 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C

Ilustración 39 ficha técnica Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 20 A, C curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

El interruptor diferencial de entrada al cuadro de la piscina de sensibilidad 30 mA y 25 A de corriente nominal se mantendrá y de este se derivará la conexión al subcuadro de control de la instalación fotovoltaica, dentro de este se situarán las protecciones del inversor. La protección diferencial superinmunizada contra los ruidos electrónicos que puedan producir disparos intempestivos causados por el inversor, con sensibilidad de 30 mA y una corriente nominal de 25 A R9R71225 Interruptor diferencial, Resi9, 2P, 25 A, 30 mA, tipo F-SI y la protección magnetotérmica de 16 A con curva de disparo B. Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 16 A, B curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

Hoja de características del producto

Características

R9R71225

Interruptor diferencial, Resi9, 2P, 25 A, 30 mA, tipo F-SI



Principal

Gama	Resi9
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Número de polos	2P
[In] Corriente nominal	25 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo F
Poder de conexión y de corte	Im 500 A conforming to EN/IEC 61008
Corriente condicional de cortocircuito	Isc 6 kA

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	230 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
[U] Tensión nominal de aislamiento	440 V
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	4 kV
Corriente de sobretensión	250 A

Ilustración 40 R9R71225 Ficha técnica Interruptor diferencial, Resi9, 2P, 25 A, 30 mA, tipo F-SI

Hoja de características del producto

Características

A9F78616

Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 16 A, B curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)



Principal

Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	1P + N
Número de polos protegidos	1
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	16 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	B
Capacidad de corte	6000 A Icn at 230 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60898-1 10 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 36 kA Icu at 12...60 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2 20 kA Icu at 100...133 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A acorde a HB1 Categoría A acorde a En > 50 A

Ilustración 41 ficha técnica magnetotérmica de 16 A con curva de disparo B. Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 16 A, B curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

La selección de todos los elementos de seguridad se ha realizado para favorecer la selectividad total de disparo usando las curvas correspondientes y las corrientes nominales que proporcionan selectividad funcional amperimétrica.

7.6.4. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.

Las sobretensiones es uno de los problemas más peligrosos que se pueden presentar en una instalación fotovoltaica. Las sobretensiones más importantes tienen su origen en descargas de rayos o en sobretensiones generadas en la propia red eléctrica como consecuencia de la conexión y desconexión de interruptores, transitorios, cortocircuitos, pérdidas de carga, etc.

Los descargadores son elementos que actúan como un interruptor controlado por tensión. Si la tensión en el dispositivo es mayor que un determinado nivel, pasa a un valor de baja impedancia y deriva a tierra. En estado de tensión nominal el dispositivo presenta una alta impedancia y se comporta como un circuito abierto

La conexión de los descargadores tiene que ser a la tierra de la instalación. Esto evita que, ante la caída de un rayo, se produzcan diferencias de potencial entre los distintos elementos del sistema. Como norma general esto es aplicable a todos los elementos, por lo que sólo debe haber una puesta a tierra.

7.6.4.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE CONTINUA.

En nuestro caso seleccionaremos el descargador PV de clase 2 para aplicaciones fotovoltaicas de Schneider A9L40271 iiPRD40r 40KA 600DC Con un dispositivo es suficiente ya que tiene dos entradas de línea y una de tierra.

Principal

Range of product	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IPRF 1
Nombre corto del dispositivo	IPRD PV-DC
Tipo de producto o componente	Limitador de sobretensiones con cartucho enchufable
Número de polos	2P
Tipo de salida	Contacto (sin tensión)
Composición de contactos de señalización	1 SD (1 C/O)
Tipo de limitador de sobretensiones	Red de distribución eléctrica
[Uoc] tensión de circuito abierto	666 V

Complementario

Tipo y clase de limitador de sobretensiones	Tipo 2
Tecnología de limitador de sobretensiones	MOV
[Ue] Tensión nominal de empleo	800 V +/- 10 % corriente continua
[In] nominal discharge current	15 kA
[Imax] maximum discharge current	40 kA
[Ucpv] maximum continuous operating voltage	Modo diferencial, estado 1 800 V L+/L- Modo común, estado 1 800 V L+/PE Modo común, estado 1 800 V L-/PE
[Up] nivel de protección de tensión	Modo diferencial <3 kV tipo 2 L+/L- Modo común <3 kV tipo 2 L+/PE Modo común <3 kV tipo 2 L-/PE
Tipo de dispositivo seccionador	Integrated disconnecter
Señalizaciones en local	White/red flag
Tensión del circuito de señalización	CA, estado 1 250 V 50/60 Hz
Corriente salida señal.	0.25 A

Ilustración 42 ficha técnica del A9L40271 iiPRD40r 40KA 600DC

Este dispositivo cumple con nuestros requisitos:

- Corriente continua.
- Clase C (clase 2): Diseñados para hacer frente a formas de onda 25 ns, limitando las tensiones residuales a valores compatibles con las tensiones soportadas por los equipos de la instalación.
- Corriente nominal de descarga: 15 kA.
- Tensión máxima en régimen permanente: 666 V

7.6.4.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE ALTERNA.

Existe una protección tipo II ya instalada en el cuadro central que proporciona protección frente a sobretensiones, no siendo necesario la instalación de protección tipo I.

El dispositivo instalado que cumple con las necesidades sobradamente es el Tipo II Weidmüller 1352630000 VPU II 1+1 280V/40KA Protección Contra Sobretensiones, cuyas características son:

En cuanto al clase 2 será el OVR T2 para 230 V de ABB, cuyas características son:



Ilustración 43 Protecciones de sobretensiones AC existentes

- Corriente alterna.
- Clase C (clase 2): Diseñados para hacer frente a formas de onda 8/20 μ s, limitando las tensiones residuales a valores compatibles con las tensiones soportadas por los equipos de la instalación.
- Corriente nominal de descarga: por polo 20 kA.
- Corriente nominal de descarga máxima 40 kA.
- Tensión máxima en régimen permanente: 280 V.
- Tensión máxima de circuito abierto 10 kV

7.6.5. CUADROS ELÉCTRICOS.

Las disposiciones generales del cuadro eléctrico quedan recogidas en la ITC-BT-13.

7.6.5.1. CUADRO DE ENTRADA DE CORRIENTE CONTINUA Y DE SALIDA DE CORRIENTE ALTERNA.

En el cuadro de salida de alterna que estará situado junto al inversor, instalaremos el interruptor general de continua, los descargadores de sobretensiones de continua, lado inversor, un interruptor general magnetotérmico y un diferencial. Con estos dispositivos además de proteger la instalación y a las personas ante un posible funcionamiento anómalo, permitirán desconectar las partes de continua y alterna en caso de tener que realizar algún trabajo o labor de mantenimiento.

Se instalará un cuadro metálico de la marca Schneider con protección IP66 modelo NSYCRN55250

Spacial CRN plain door w/o mount.plate. H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035 que dada la proximidad con la piscina proporciona una protección adicional y una imposibilidad de apertura sin utilizar un útil específico. En el que se centralizan todas las protecciones del sistema fotovoltaico, tanto las de DC como las de AC.

Hoja de características del producto
Características

NSYCRN55250

Spacial CRN plain door w/o mount.plate.
H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035..



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

Principal

Gama	Spacial
Nombre del producto	Spacial CRN
Application	Multiuso
Category	Armario compacto
Altura nominal del armario	500 mm
Anchura nominal del armario	500 mm
Profundidad nominal del armario	250 mm
Tipo de accesorio de instalación	Montaje mural
Composición del dispositivo	1 cuerpo 1 cable gland plate 1 puerta 1 lock
Tipo de puerta	Ciego
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje

*Ilustración 44 NSYCRN55250 Spacial CRN plain door w/o mount.plate.
H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035*

7.6.6. CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

Los cuadros eléctricos para protección y medida de utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

La instalación unifamiliar ya dispone de una CGPM Caja General de Protección y medida. Según la normativa existente y en ella se localiza el fusible general de corte y el contador telemático bidireccional.

No será necesario realizar modificaciones de la infraestructura existente.



Ilustración 45 CGPM en el límite exterior de la propiedad.

8. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.

El orden de prioridad de los documentos de este proyecto es el siguiente:

Planos.

Pliego de condiciones.

Presupuesto.

Memoria.

9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a trece mil doscientos cincuenta y tres euros con veintiocho céntimos sin tener en cuenta el 21% de IVA aplicable (13,253.28 €).Aplicando los impuestos correspondientes para el cálculo de amortización supone dieciséis mil treinta y seis euros con cuarenta y siete céntimos (16.036.47 €).

Siendo que la construcción de la pérgola representa el 60% del total y la instalación eléctrica fotovoltaica representa el 40% .

COSTE MATERIAL ESTRUCTURA	7089.3	44.2
COSTE EJECUCION OBRA ESTRUCTURA	1063.40	6.6
IMPUESTOS OBRA INSTALACION ESTRUCTURA	1712.07	10.7
TOTAL INSTALACION ESTRUCTURA	9864.76	61.5
COSTE MATERIAL ELECTRICO	4435.29	27.7
COSTE EJECUCION OBRA INSTALACION ELECTRICA	665.29	4.1
IMPUESTOS OBRA INSTALACION ELECTRICA	1071.12	6.7
TOTAL INSTALACION ELECTRICA	6171.71	38.5
TOTAL	16036.47	% DEL TOTAL

Ilustración 46 Resumen presupuesto

10. CONCLUSIONES

Existen una extensa serie de razones que actualmente incentivan la implantación de los pequeños autoconsumos conectados a red como son la actual incertidumbre económica, el constante aumento del coste del MW eléctrico, la entrada de las nuevas tarifas reguladas que penalizan el consumo en las horas pico de forma generalizada, bajada de los precios de las tecnologías fotovoltaicas, incentivos fiscales en la declaración de la renta, subvenciones a nivel de las comunidades autónomas, la rebaja en las exigencias de tramitación administrativa y una flexibilización de los requisitos técnicos para pequeños autoconsumidores. Esta nueva situación sin ser optima es la mejor históricamente en España y supone una oportunidad excelente para el refuerzo de la generación distribuida en nuestro país como preludio a la implantación generalizada del coche eléctrico.

Este proyecto presenta una alternativa de implantación de la tecnología fotovoltaica a nivel doméstico adaptándose a una situación particular real, con una rentabilidad razonable que permite acometen una inversión en eficiencia energética del conjunto de la sociedad desde el bolsillo del particular beneficiando mutuamente tanto la sociedad como el consumidor e inversor.

Para finalizar, hay que decir que desde el punto de vista regulatorio existe bastante incertidumbre y las tarifas se están revisando continuamente a la baja. Aunque esto va en contra de la implantación de la fotovoltaica, el descenso de los costes de producción está haciendo que el posible frenazo de esta tecnología no se haya producido y al menos por ahora la tecnología solar fotovoltaica, goce de buena salud.

DOCUMENTO 3: CALCULOS

1. GENERADOR FOTOVOLTAICO.

1.1. CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DISPONIBLE

La superficie disponible para la instalación del generador es el área contigua a la piscina que dispone de un área de 28m² en una configuración de 3.6x7.8 m y la orientación del eje longitudinal se encuentra desviada 30° del Sur geográfico. Teniendo en cuenta esto y las limitaciones de altura mínima de 2 m y máxima de 4.5 m se diseña una celosía de vigas de madera a un agua que proporciona una superficie aprovechable de 18m² de sombra útil.

Para el diseño mecánico se tiene en cuenta tres hipótesis de cargas.

El material seleccionado de construcción es madera laminada de abeto y se tendrá en cuenta su carga por el peso propio. Que para este material será de 0.05 t/m²

La carga estática distribuida correspondiente a 23 kg por modulo + 7 kg de barras de aluminio y elementos de anclaje sumando un total de 270kg (15 kg/m²) para el cálculo simulado consideraremos 0,015 t/m² este valor queda sobredimensionado un 25% alcanzando el valor de 0,01875 t/m²

La carga debida a la presión dinámica de viento con la localización en zona B según CTE correspondiente a 0,45 kN/m² Equivalente a 0,0459 t/m²

En base a estas tres hipótesis y el diseño de nudos rígidos mediante la simulación en METAL 3D (CYPE) se llega al dimensionado de los pilares y vigas necesarios.

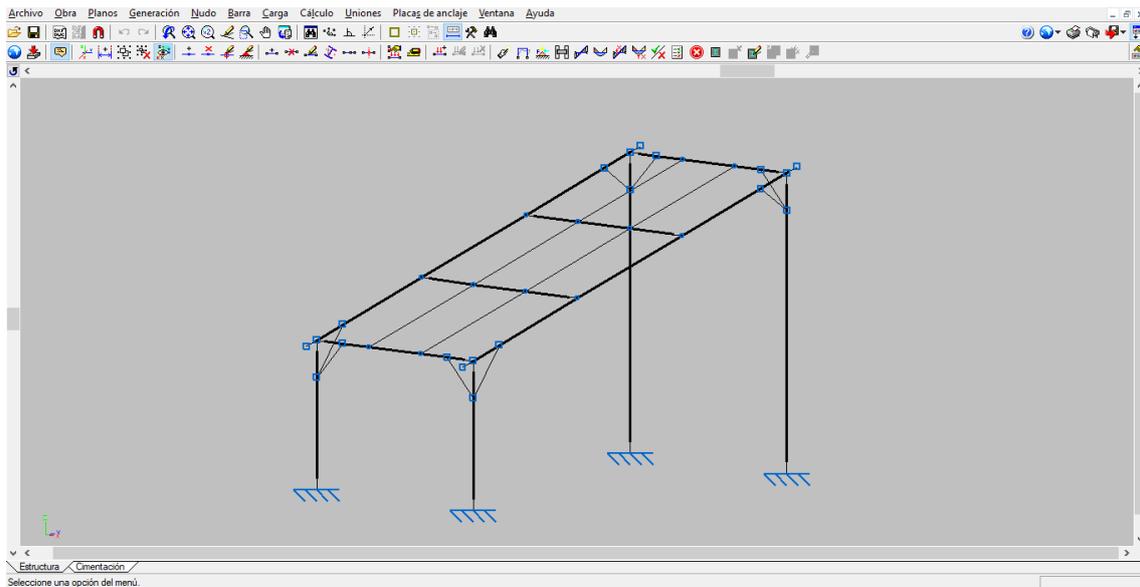


Ilustración 47 Diseño de perfiles METAL 3D

Los resultados de las simulaciones arrojan las dimensiones de los perfiles de abeto a utilizar en cada una de las vigas y columnas.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Madera	C14	Vigas-60	V-260x60	4.000			0.062			21.84		
			V-160x60	23.615			0.227			79.35		
			V-220x60	3.000			0.040			13.86		
			V-200x60	3.000			0.036			12.60		
			V-380x60	8.036			0.183			64.13		
			V-240x60	12.800			0.184			64.51		
							54.451			0.732		256.29
						54.451		0.732			256.29	

Ilustración 48 Dimensiones de los perfiles resultado de la simulación

1.2. GENERADOR E INVERSOR.

1.2.1. ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

El módulo solar propuesto es el modelo SRP-400-BMA de la marca TECHNOSUN. Con potencia pico de 400W y una tensión máxima de operación 1000V. El resto de las características eléctricas se pueden ver en la siguiente ilustración.

Electrical Characteristics

Module Type	SRP-390-BMA SRP-390-BMA-HV	SRP-395-BMA SRP-395-BMA-HV	SRP-400-BMA SRP-400-BMA-HV	SRP-405-BMA SRP-405-BMA-HV
	STC	STC	STC	STC
Maximum Power at STC (Pmp)	390	395	400	405
Open Circuit Voltage (Voc)	48.7	48.9	49.1	49.4
Short Circuit Current (Isc)	9.95	10.03	10.10	10.15
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.2	41.4	41.6	41.9
Maximum Power Current (Imp)	9.47	9.55	9.62	9.67
Module Efficiency at STC(η_m)	19.32	19.56	19.81	20.06
Power Tolerance	(0,+4.99)			
Maximum System Voltage	1000 VDC / 1500 VDC			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.5;

Ilustración 49 Características modulo modelo SRP-400-BMA de la marca TECHNOSUN

El módulo dispone de una protección IP68 y un peso de 23kg con unas dimensiones de 2015x1002x40mm.

Para la superficie disponible se configura una distribución de los módulos de 3 filas de 3 módulos que permite aprovechar la sombra en la zona de descanso de la piscina de forma más eficiente ya que orientación longitudinal sur norte proporciona una sombra alargada a casi cualquier hora del día en la configuración de la imagen siguiente

El generador se configura como una de 9 módulos de 400W proporcionando una potencia pico de 3600Wp.

Se selecciona un inversor compatible con esta potencia pico que se pueda adaptar a las posibles configuraciones de string y sus tensiones.

Para la potencia pico disponible el inversor seleccionado será el SUNNY BOY 3.6 con los siguientes datos técnicos.

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0
Entrada (CC)				
Potencia de CC máx. (con $\cos \varphi = 1$)	3200 W	3880 W	4200 W	5250 W ¹⁾
Tensión de entrada máx.	600 V			
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V			
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V			
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A			
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A			
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2			
Salida (CA)				
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ²⁾
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ²⁾
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V			
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz			
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V			
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ³⁾	22 A ³⁾
Factor de potencia a potencia asignada	1			
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo			
Fases de inyección/conexión	1/1			
Rendimiento				
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0 %/96,4 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %	97,0 %/96,5 %
Dispositivos de protección				
Punto de desconexión en el lado de entrada	•			
Monitorización de toma a tierra/de red	• / •			
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/ con separación galvánica	• / • / -			
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	•			
Clase de protección (según IEC 62103)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III			
Datos generales				
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)			
Peso	16 kg (35,3 lb)			
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)			
Emisión sonora, típica	25 dB(A)			
Autoconsumo (nocturno)	1,0 W			
Topología	Sin transformador			
Sistema de refrigeración	Convección			
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65			
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H			
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %			

Ilustración 50 Ficha técnica sunny boy 3.6

Teniendo en cuenta las características de potencia de los módulos y del inversor propuesto, calculamos el factor de dimensionamiento (Fs), siendo este el cociente entre la potencia de entrada del inversor en corriente continua y la potencia máxima del generador, así tenemos:

$$\frac{P_{GFV \max}}{P_{MAX \ CC \ inv}} = \frac{3600}{3880} = 0.927$$

Este factor no debería superar nunca el valor unitario y para la latitud en la que se encuentra la instalación es correcto. La potencia máxima del generador en ningún caso superara la máxima admisible del inversor.

Respecto a la potencia nominal de salida en AC el inversor debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{P_{GFV \max}}{1.2} \leq P_{N \ AC} \leq \frac{P_{GFV \ max}}{1.05}$$

$$\frac{3600}{1.2} \leq P_{NAC} \leq \frac{3600}{1.05}$$

$$3000 \leq P_{NAC} \leq 3428.5$$

Siendo que las potencias disponibles son de 3000W para el modelo SUNNYBOY 3.0 o 3680W para el modelo SUNNYBOY - 3.6 se selecciona el modelo 3.6 con un pequeño factor de sobredimensionado.

1.2.2. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

Dado que tenemos la posibilidad de instalar 9 módulos, vamos a calcular la configuración adecuada. El número de módulos en serie tiene que cumplir el rango de tensiones del inversor, de manera que la máxima tensión del generador no supere la máxima del inversor y la mínima del generador sea superior la menor tensión en la que el inversor puede realizar el seguimiento del PMP. Para el cálculo de las tensiones de los módulos vamos a emplear unas temperaturas de operación definidas por convenio y que nos garantizan cierto margen de seguridad y son +35 °C para el mínimo y

-5 °C para el máximo.

De la hoja del fabricante obtenemos el valor del coeficiente de variación de la tensión en circuito abierto y de la corriente de cortocircuito con la temperatura por cada grado, y sabiendo que las medidas en condiciones estándar de medida se efectúan a 25 °C, tenemos:

$$V_{OC} \beta = -0.28 \%/^{\circ}\text{C} = \frac{-0.28 \%/^{\circ}\text{C}}{100 \%} \times 49.1\text{V} = -0.13748 \text{V}/^{\circ}\text{C} = -137.48 \text{mV}/^{\circ}\text{C}$$

$$I_{SC} \alpha = 0.05 \%/^{\circ}\text{C} = \frac{0.05 \%/^{\circ}\text{C}}{100 \%} \times 10.1\text{A} = 5.05 \times 10^{-3} \text{A}/^{\circ}\text{C} = 5.05 \text{mA}/^{\circ}\text{C}$$

Teniendo en cuenta las hipótesis de irradiancia G en los casos extremos para la corrección por temperatura:

$$T_P = T_A + \left(\frac{T_{ONC} - 20}{800} \right) \times G$$

Durante las horas nocturnas con irradiancia cero:

$$G = 0 \text{ W/m}^2 \rightarrow T_P = T_A$$

Situación más fría desfavorable:

$$G = 100 \text{ W/m}^2 \quad T_A = -5^\circ\text{C} \rightarrow T_P = T_A + \left(\frac{T_{ONC} - 20}{800}\right) \times G =$$

$$-5 + \left(\frac{45 - 20}{800}\right) \times 100 = -1.875^\circ\text{C}$$

Situación más cálida desfavorable:

$$G = 1000 \text{ W/m}^2 \quad T_A = +35^\circ\text{C} \rightarrow T_P = T_A + \left(\frac{T_{ONC} - 20}{800}\right) \times G =$$

$$35 + \left(\frac{45 - 20}{800}\right) \times 1000 = +66.25^\circ\text{C}$$

Las tensiones máximas y mínimas en circuito abierto considerando las temperaturas corregidas de las células son:

$$V_{OC}(x^\circ\text{C}) = V_{OC}(25^\circ\text{C}) + \Delta T \times \Delta V_{OC} \beta(T)$$

$$V_{MOD,OC}(-1.875^\circ\text{C}) = 49.1 + (-1.875 - 25) \times (-137.48 \times 10^{-3}) = 52.794\text{V}$$

$$V_{MOD,OC}(+66.25^\circ\text{C}) = 49.1 + (66.25 - 25) \times (-137.48 \times 10^{-3}) = 43.511\text{V}$$

Y de aquí el número máximo y mínimo de módulos en serie:

$$\max N_{ms} = \text{Int} \left(\frac{V_{INV,M}}{V_{MOD,OC}(-1.875^\circ\text{C})} \right) =$$

$$\text{Int} \left(\frac{600}{52.794} \right) = \text{Int}(11.36) = 11 \rightarrow 9$$

$$\min N_{ms} = \text{Int} \left(\frac{V_{INV,m,MPP}}{V_{MOD,OC}(+66.25^\circ\text{C})} \right) + 1 =$$

$$\text{Int} \left(\frac{130}{43.511} \right) + 1 = \text{Int}(2.987) + 1 \rightarrow 4$$

Para el cálculo del número máximo de módulos en paralelo, vamos a dividir la corriente máxima de entrada al inversor entre la de cortocircuito del módulo:

$$\max N_{mp} = I_{INV,M} / I_{MOD,SC} = 15 / 10.1 = 1.485 \rightarrow 1$$

De este cálculo se desprende que podremos colocar una única rama en paralelo y un mínimo de 4 módulos en serie y un máximo de 9. La única posibilidad de que se cumpla esta configuración con 9 módulos sería dos string una de 4 módulos y otra de 5 o una única serie de 9 módulos. Si se decidiese la configuración de dos string o ramas las tensiones de cada serie serían inferiores haciendo trabajar al inversor de forma menos eficiente.

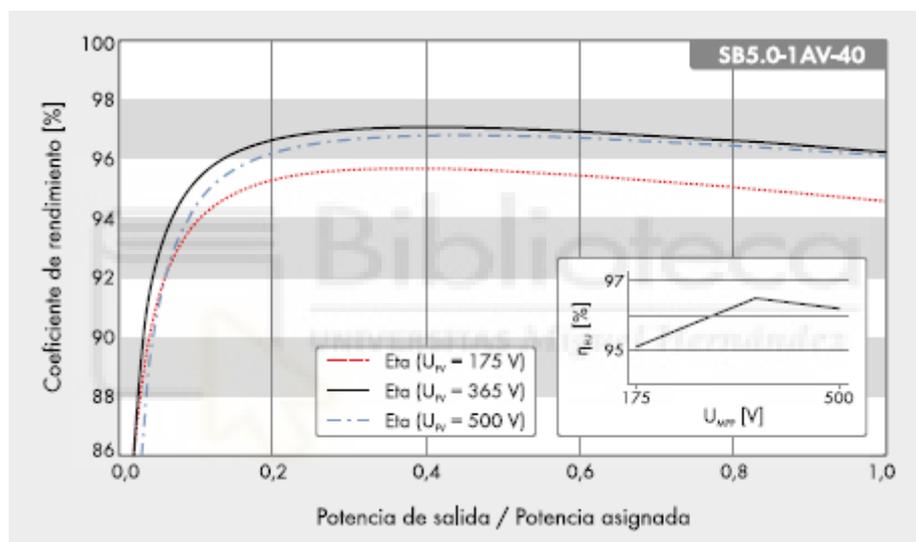


Ilustración 51 Curva de rendimiento del inversor.

Por esta razón el diseño se decanta por el string de 9 módulos, aunque el inversor escogido es un modelo multi string capaz de ser alimentado por dos ramas independientes de hasta 15A.

También se tiene en cuenta la probabilidad de fallo como un factor decisivo para escoger un único inversor ya que la elección de dos inversores menores o nueve microinversores multiplica la probabilidad de fallos o funcionamiento parcial de la instalación.

Ahora se comprueba que la única serie de 9 módulos funcionara dentro de los rangos específicos del inversor en todo momento.

$$I_{SC,TOTAL} = I_{SC} \times N_{mp} = 10.1 \times 1 = 10.1A$$

$$V_{OC,TOTAL} = V_{OC} \times N_{ms} = 49.1 \times 9 = 441.9V$$

Las Corrientes de cortocircuito para las temperaturas de modulo corregidas están por debajo de los 15A

$$I_{SC}(x^{\circ}C) = I_{SC}(25^{\circ}C) + \Delta T \times \Delta I_{SC} \alpha(T)$$

$$I_{MOD,SC}(-1.875^{\circ}C) = 10.1 + (-1.875 - 25) \times (5.05 \times 10^{-3}) = 9.964A$$

$$I_{MOD,SC}(+66.25^{\circ}C) = 10.1 + (+66.25 - 25) \times (5.05 \times 10^{-3}) = 10.308A$$

Las tensiones de circuito abierto para las temperaturas de modulo corregidas para la serie de 9 módulos son:

$$V_{GEN,OC}(-1.875^{\circ}C) = N_{ms} \times V_{MOD,OC}(-1.875^{\circ}C) = 9 \times 52.794 = 475.146V$$

$$V_{GEN,OC}(+66.25^{\circ}C) = N_{ms} \times V_{MOD,OC}(+66.25^{\circ}C) = 9 \times 43.5114 = 391.6V$$

El coeficiente de variación de tensión con la temperatura para la VMPP se calcula partiendo de la siguiente relación:

$$V_{MPP} \approx 0.76 \times V_{OC} \rightarrow \Delta V_{MPP} \approx 0.76 \times \Delta V_{OC} \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta V_{MPP} = 0.76 \times (-137.48 \times 10^{-3}) = -0.104484 = -104.48 \times 10^{-3} mV$$

La tensión de máxima potencia de la serie de 9 módulos a 25 grados es:

$$V_{MPP}(25^{\circ}C) = 41.6V$$

$$V_{MPP,GEN}(25^{\circ}C) = V_{MPP}(25^{\circ}C) \times N_{ms} = 41.6 \times 9 = 374.4V$$

Aplicando la corrección por temperatura de las células:

$$V_{MPP}(x^{\circ}C) = V_{MPP}(25^{\circ}C) + \Delta T x \Delta V_{MPP} \beta(T)$$

$$V_{MPP}(-1.875^{\circ}C) = 41.6 + (-1.875 - 25)x(-104.48x10^{-3}) = 44.4079V$$

$$V_{MPP}(66.25^{\circ}C) = 41.6 + (+66.25 - 25)x(-104.48x10^{-3}) = 37.2909V$$

Obteniendo una tensión de máxima potencia dependiendo de la temperatura que oscila entre:

$$V_{MPP,TOTAL}(-1.875^{\circ}C) = V_{MPP}(-1.875^{\circ}C)XN_{ms} = 44.4079x9 = 399.67V$$

$$V_{MPP,TOTAL}(66.25^{\circ}C) = V_{MPP}(66.25^{\circ}C)XN_{ms} = 37.2909x9 = 335.61V$$

Los valores se reflejan en la tabla para mayor claridad.

	V_(MPP)	V_(OC)	I_(SC)
INVIERNO T [≠] MED MIN=10.3 T [≠] PICO MIN=-5	399.6	475.2	9.96
VERANO T [≠] MED MAX=25.7 T [≠] PICO MAX=35	335.6	391.6	10.3
INVERSOR	130-500	600	15

Ilustración 52 Tensiones y corrientes resultantes

Como se observa en la tabla todos los parámetros se encuentran dentro del rango de operación del inversor además de operar en la parte alta del rango de tensión que permitirá rendimientos del inversor de alrededor del 95% durante gran parte de sus periodos de funcionamiento en cualquier época del año.

La conexión del generador al inversor será en modo flotante con las masas del generador e inversor puestas a tierra a través del cableado de protección.

2. CABLEADO.

De acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo. Al cable de alterna se le aplica el mismo criterio, respecto de la intensidad nominal de salida del inversor.

Para instalaciones generadoras de baja tensión la ITC-BT 40 en su punto 5, indica que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal. Esto mismo nos dice la normativa particular de la compañía distribuidora (Iberdrola Distribución), para la conexión de autoprodutores a la red eléctrica. Por esta razón vamos a considerar una caída de tensión máxima en la parte de continua del 0.5 % y un 1 % en la parte de alterna, aunque lo indicado por IDAE es del 1.5% en la parte de continua y 1.5 % en la parte de alterna.

En cuanto a la temperatura como margen de seguridad vamos a considerar que el cable de cobre con aislamiento XLPE puede alcanzar los 90 grados, siendo para esta temperatura su resistividad de 44.

Para el tipo de instalación del cableado se utilizará cables multiconductores en el interior de tubos empotrados en paredes aislantes para el cableado de alterna y cables multiconductores en el interior de tubos de superficie para el cableado de corriente continua.

Para este caso las intensidades máximas admisibles para los cables vienen indicadas en la tabla de la norma UNE 20.460-5-523 a la que hace referencia la ITC-BT19 del Reglamento y que se muestran a continuación:

Tabla A.52-1 bis
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A1													
A2	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm ²													
Cu													
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269	
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
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	-	
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	

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Ilustración 53 Intensidad soportada por el cableado en función de su sección y aislamiento.

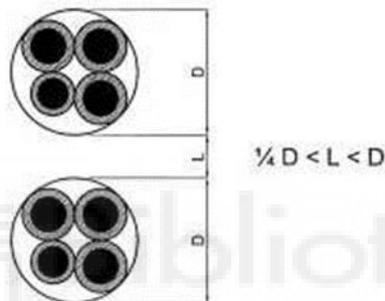
La máxima intensidad admisible por el cable depende de la sección del conductor, con arreglo a la tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20.460-5-523. Siguiendo un criterio pesimista se asume que el cable en continua puede llegar a trabajar a una temperatura del aire de 50°C, por lo que las intensidades reflejadas en la tabla 52-1 bis han de ser multiplicadas por un factor corrector de 0,9 de acuerdo con la tabla 7 de la instrucción técnica complementaria del reglamento de baja tensión 06 (ITC-BT06) “Redes aéreas

para la distribución en baja tensión”. Adicionalmente, para el cable de alterna este factor disminuye hasta 0,78 al considerar que se halla enterrado y a una temperatura de suelo de 50°C.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-06
		Página 19 de 20

Tabla 6. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible en caso de agrupación de cables aislados en haz, instalados al aire

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75



A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del conductor de fase.

4.2.2.3 Factores de corrección en función de la temperatura ambiente.

En la tabla 7 figuran los factores de corrección para temperaturas diferentes a 40°C.

Tabla 7. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible para cables aislados en haz, en función de la temperatura ambiente

Temperatura °C	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con polietileno reticulado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

Ilustración 54 Factores de corrección de intensidad en función de la temperatura ambiente.

2.1. CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA.

Por el criterio de la máxima intensidad admisible, de acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de una rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo, por tanto:

$$I_{MAX} = 1.25 \times I_{MOD,SC} = 1.25 \times 10.1 = 12.625A$$

De la tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20.460-5-523, obtenemos que nos valdría con 1.5 mm², que según la tabla 7 de la instrucción técnica complementaria del reglamento de baja tensión 06 (ITC- BT06) soporta 0.9 x 21 = 18.9 A.

Dado que sólo tenemos una rama, la longitud del cableado de continua será la distancia desde el módulo más alejado hasta el inversor, que en este caso será de 10 metros. Debido a que los conexionados entre módulos pueden incrementar esta distancia y al ser las distancias tan cortas, vamos a aplicar un factor de seguridad y consideraremos la distancia igual a 15 metros.

Por el criterio de la máxima caída de tensión donde σ del cobre es 44, la caída de tensión será del 1% y L rama igual a 15m.

$$S_m = (2 \times L_{rama} \times I_{MOD,M,SCT}) / (\Delta V \times N_{ms} \times V_{MOD,M,STC} \times \sigma)$$

$$S_m = (2 \times 15 \times 12.625) / (0.01 \times 9 \times 49.1 \times 44) = 1.95 \text{ mm}^2$$

En nuestro caso el fabricante de los módulos nos recomienda emplear como sección mínima 4 mm² para minimizar las caídas de tensión. Los latiguillos de interconexión premontados disponen de una sección de 4mm² En aplicación de lo dicho en la norma UNE 20.460-5-523 y la ITC_BT_06 el cable soportaría 0.89 x 31 = 27.6 A.

2.2. CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

Tabla A.52-2 bis
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 25 °C en el terreno

Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D	Cobre				
	1,5	20,5	17	24,5	21
	2,5	27,5	22,5	32,5	27,5
	4	36	29	42	35
	6	44	37	53	44
	10	59	49	70	58
	16	76	63	91	75
	25	98	81	116	96
	35	118	97	140	117
	50	140	115	166	138
	70	173	143	204	170
	95	205	170	241	202
	120	233	192	275	230
	150	264	218	311	260
	185	296	245	348	291
240	342	282	402	336	
300	387	319	455	380	
D	Aluminio				
	2,5	20,5	17	24,5	21
	4	27,5	22,5	32,5	27,5
	6	34	28	40	34
	10	45	38	53	45
	16	58	49	70	58
	25	76	62	89	74
	35	91	76	107	90
	50	107	89	126	107
	70	133	111	156	132
	95	157	131	185	157
	120	179	149	211	178
	150	202	169	239	201
	185	228	190	267	226
	240	263	218	309	261
300	297	247	349	295	

Ilustración 55 Intensidad soportada por el cableado enterrado en función de su sección y aislamiento

Por el criterio de la máxima I admisible, los cables deben soportar 1.25 veces la $I_{INV,M,AC}$, por tanto:

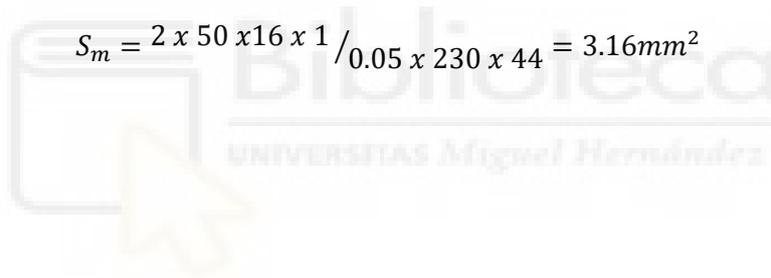
$$I_{max} = 1.25 \times I_{INV,M,AC} = 1.25 \times 16 = 20A$$

De la 52-2 bis de la norma UNE 20.460-5-523 obtenemos que nos valdría con 1.5 mm^2 , al que según el Reglamento de Baja Tensión hay que aplicar el factor 0.78 por ser enterrado y soporta $0.78 \times 24.5 = 19.11 \text{ A}$.

Por el criterio de la máxima caída de tensión para una línea de donde la caída de tensión será del 0.5% y LAC igual a 50m:

$$S_m = \frac{2 \times L_{AC} \times I_{INV,M,AC} \times \cos \varphi}{\Delta V \times V_{INV,M,AC} \times \sigma}$$

$$S_m = \frac{2 \times 50 \times 16 \times 1}{0.05 \times 230 \times 44} = 3.16 \text{ mm}^2$$



Siguiendo el criterio fijado en la ITC_BT_07 “Redes subterráneas para distribución en baja tensión” emplearemos cable de cobre de 6 mm². En aplicación de lo dicho en la norma UNE 20.460- 5-523 y la ITC_BT_06 el cable soportaría 0.78 x 53 = 41.3 A.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	ITC-BT-07
		Página 14 de 22

(3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar o tetrapolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

3.1.2.2 Condiciones especiales de instalación enterrada y factores de corrección de intensidad admisible.

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado en los apartados 2.1.1 y 3.1.2.1, deberán corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 2. A continuación se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los factores de corrección a aplicar.

3.1.2.2.1 Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C.

En la tabla 6 se indican los factores de corrección, F, de la intensidad admisible para temperaturas del terreno θ_1 , distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima de servicio θ_2 , de la tabla 2.

Tabla 6. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25°C

Temperatura de servicio θ_2 (°C)	Temperatura del terreno, θ_1 , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_2 - 25}}$$

Ilustración 56 Factores de corrección de intensidad en función de la temperatura del terreno

2.3. CABLEADO DE PUESTA A TIERRA.

Según la norma UNE 20-460-90/5-54 y la tabla 2 de la ITC_BT_18 para cable de puesta a tierra de cobre, la sección mínima a emplear para cableado de fase de secciones menores de 16 mm² es de sección mínima igual a la de fase, por tanto 6 mm² para el cableado de alterna y 4 mm² para el cableado de continua, por tanto, esas serán las secciones a emplear en todo el trazado tanto de alterna como de continua 6mm².

2.4. PUESTA A TIERRA.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La resistencia del cable la podemos calcular, sabiendo que la resistividad del cobre a 20°C es de

0.018 ohmios x mm²/m, y que la longitud sería aproximadamente la suma del tramo de continua más el de alterna, es decir 50 metros. y la resistividad del cobre a 90 °C que es de 0.023 ohmios x mm²/m.

$$R = 0.023 \times \frac{50}{6} = 0.1916 \Omega$$

El electrodo se dimensionará de forma que su valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor

50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia máxima de puesta a tierra la determinaremos teniendo en cuenta que la I máxima en alterna es de 30 mA y en continua tendríamos la protección del vigilante de aislamiento que en caso de derivación desconectaría el inversor. Por tanto, para que tengamos una tensión residual superior a 24 V, lo que nos da que la resistencia total a tierra no puede ser superior a 800 Ohmios. Se recomienda no superar los 25 Ohms siendo un valor optimo 5 Ohms. En la instalación existente la resistencia de tierra medida desde el embarrado de tierras del cuadro general de protecciones es de 3.76Ohms que añadiendo

la resistencia del tramo de 50 m supone 3.9516 Ohms con lo que no sería necesario modificar o reforzar la actual toma de tierra.

3. PROTECCIONES.

3.1. CUADROS DE PROTECCIÓN AC DC.

En el cuadro de salida de alterna que estará situado junto al inversor, instalaremos el interruptor general de continua, los descargadores de sobretensiones de continua en el lado DC del inversor, un interruptor general magnetotérmico y un diferencial en el lado de AC. Con estos dispositivos además de proteger la instalación y a las personas ante un posible funcionamiento anómalo, permitirán desconectar la parte de continua y alterna en caso de tener que realizar algún trabajo o labor de mantenimiento. De esta manera se elimina la necesidad de desdoblarse el cuadro en dos cuadros de alterna y continua ya que todos los elementos se pueden localizar dentro de un solo cuadro de forma segura y compacta.

Se instalará un cuadro metálico de la marca Schneider con protección IP66 modelo NSYCRN55250

Spacial CRN plain door w/o mount.plate. H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035 que dada la proximidad con la piscina proporciona una protección adicional y una imposibilidad de apertura sin utilizar un útil específico. En el que se centralizan todas las protecciones del sistema fotovoltaico, tanto las de DC como las de AC.

Hoja de características del
producto
Características

NSYCRN55250

Spacial CRN plain door w/o mount.plate.
H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035..



Principal

Gama	Spacial
Nombre del producto	Spacial CRN
Application	Multiuso
Category	Armario compacto
Altura nominal del armario	500 mm
Anchura nominal del armario	500 mm
Profundidad nominal del armario	250 mm
Tipo de accesorio de instalación	Montaje mural
Composición del dispositivo	1 cuerpo 1 cable gland plate 1 puerta 1 lock
Tipo de puerta	Ciego
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje

*Ilustración 57 NSYCRN55250 Spacial CRN plain door w/o mount.plate.
H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035*

3.1.1. PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE CONTINÚA.

Es obligatoria la instalación de un interruptor principal en continua entre generador e inversor, de acuerdo al estándar internacional IEC 60364-7-712. Dicho interruptor debe ser dimensionado para soportar la tensión de generador en las condiciones de operación que por convenio considerábamos más desfavorables, o sea con una temperatura de la célula de -1.875 °C y una corriente de corte de 1.25 veces la intensidad de cortocircuito del generador fotovoltaico en condiciones estándar.

$$V_{GEN,OC}(-1.875^{\circ}\text{C}) = N_{ms} \times V_{MOD,OC}(-1.875^{\circ}\text{C}) = 9 \times 52.794 = 475.146\text{V}$$

$$I_{MOD,SC}(+66.25^{\circ}\text{C}) = 10.1 + (+66.25 - 25) \times (5.05 \times 10^{-3}) = 10.308\text{A}$$

$$I_C = 1.25 \times I_{MOD,SC}(+66.25^{\circ}\text{C}) = 1.25 \times 10.308 = 12.885\text{A}$$

Teniendo en cuenta la corriente máxima admisible en el cable de CC con sección 4mm² es de 36A. En la parte de corriente continua podría ser suficiente con instalar unos fusibles para proteger contra sobrecargas, sin embargo, instalaremos un interruptor magnetotérmico, que nos protegerá la línea además de poder realizar cortes en carga de la línea con toda seguridad y sin tener que manipular ningún conductor activo, además de evitar el consumo propio de los fusibles y de ser un equipo con menos fallos que estos últimos.

Se selecciona el interruptor magnetotérmico nos iremos a la serie C60PV-DC-2P-16A-800V de Schneider, que es una serie específica para aplicaciones fotovoltaicas. Este modelo tiene una I_n de 16 A una V_n de 800 V una capacidad de corte en servicio superior a 3kA con tensiones inferiores a 650 V y una resistencia a picos de tensión de 6 kV



Hoja de características del
producto
Características

A9N61651

Interruptor en carga especial de CC C60PV-DC -
2P - 16A - 800 V - curva C



Principal

Gama de producto	C60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C60PV-DC
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Tipo de red	CC
Código de curva	B
Categoría de empleo	Category A conforming to EN/IEC 60947-2
Poder de seccionamiento	Yes conforming to EN/IEC 60947-2

Complementario

[In] Corriente nominal	16 A
Voltage Drop	648 mV 40,5 mOhm 10,4 W 16 A
[Ue] Tensión nominal de empleo	800 V CC
Límite de enlace magnético	5.5 x In ((*))
Capacidad de corte	3 kA Icu en 650 V CC 1,5 kA Icu en 800 V CC
[Ics] poder de corte en servicio	1,5 kA 100 % - 800 V CC 3 kA 100 % - 650 V CC
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	1000 V CC
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Indicador de posición del contacto	Sí

Ilustración 58 Hoja de características del C60PV-DC-2P-16A-800v

3.1.2. PROTECCIONES EN LA RED DE CORRIENTE ALTERNA.

El Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, en su art. 11, fija los elementos de maniobra y protección que se deben incluir en la red de baja tensión.

La protección externa o de la interconexión tiene por objeto evitar el funcionamiento en isla del generador y evitar que el generador alimente defectos producidos en la red de distribución, defectos externos.

Incluye los relés de máxima y mínima tensión y frecuencia, estos atacarían al interruptor automático de la interconexión que sería el encargado de desconectar el circuito. Es conveniente que el interruptor tenga un rearme automático para evitar que el generador se mantenga parado innecesariamente. Estas funciones de protección las incorpora el inversor.

En nuestro caso, el esquema de protecciones va a ser el siguiente:



Ilustración 59 Esquema de protecciones de la instalación AC

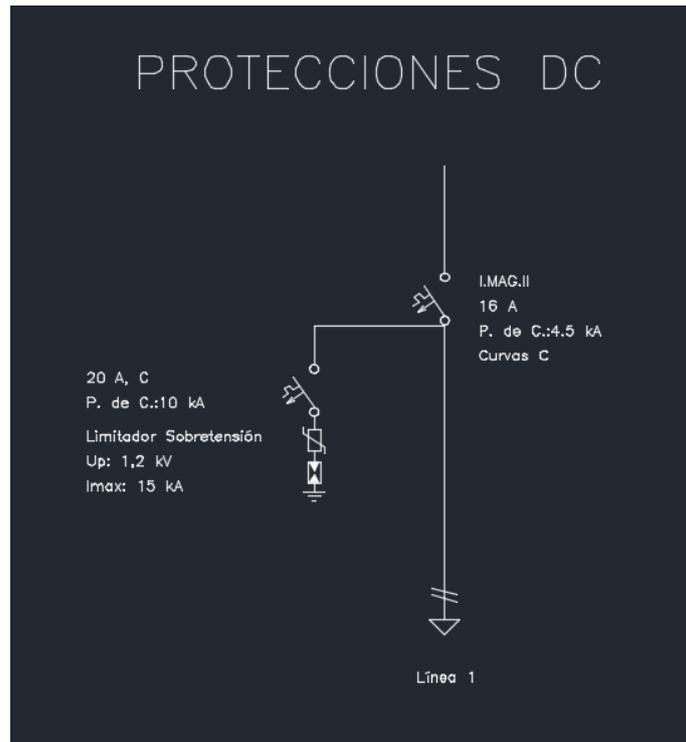


Ilustración 60 Esquema de protecciones de la instalación DC

Los valores para los que habría que diseñar las protecciones son:

- Tensión de línea VL: 230 V, al ser monofásica en baja tensión.
- Intensidad de línea: $I_L = I_{INV,M,AC} = 16 \text{ A}$.
- Imax: Con cableado enterrado de 6 mm², este soportaría $0.78 \times 42 = 32.76 \text{ A}$.

3.1.2.1. INTERRUPTOR DIFERENCIAL Y MAGNETOTÉRMICO DE CORRIENTE ALTERNA.

Para evitar sobreintensidades que puedan dañar nuestro circuito y para proteger a las personas ante fallos de aislamiento y contactos directos o indirectos tenemos que colocar elementos de protección. Se instalarán en el cuadro de salida de alterna y será una protección magnetotérmica y otra diferencial.

Para la selección del magnetotérmico deberá satisfacer dos condiciones

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \times I_Z$$

Siendo:

I_B =Corriente para la que se ha diseñado el circuito = 16 A

I_Z =Corriente máxima admisible por el circuito = 32.76 A

I_n =Corriente asignada del interruptor

I_2 =Corriente que asegura la actuación del dispositivo.

$$16 \leq I_n \leq 32.76$$

$$I_2 \leq 1.45 \times 32.76 = 47.5 \text{ A}$$

Los interruptores magnetotérmicos de I_n característica 16 A o 20 A cumplirían con ambas condiciones esto permite el uso de ambos elementos de protección.

En el cuadro general de la vivienda la derivación de la piscina dispone de un interruptor diferencial de con I_n 40A y sensibilidad 30mA y un magnetotérmico de I_n 16A curva C.

En el subcuadro de la piscina se dispone de la protección diferencial de I_n 25A y 30mA y una protección magnetotérmica temporizable de 16A curva C y aguas debajo de este un disyuntor magnetotérmico regulable para motor de 4-6.3 A para la bomba.

Se instalará en el circuito del cuadro principal un magnetotérmico de 20 A curva C en sustitución del existente de 16 A curva C que protege la derivación hacia la piscina. Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 20 A, C curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

El interruptor diferencial de entrada al cuadro de la piscina de sensibilidad 30 mA y 25 A de corriente nominal se mantendrá y de este se derivará la conexión al subcuadro de control de la instalación fotovoltaica, dentro de este se situarán las protecciones del inversor. La protección diferencial superinmunizada contra los ruidos electrónicos que puedan producir disparos intempestivos causados por el inversor, con sensibilidad de 30

mA y una corriente nominal de 25 A R9R71225 Interruptor diferencial, Resi9, 2P, 25 A, 30 mA, tipo F-SI y la protección magnetotérmica de 16 A con curva de disparo B. Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 1P+N, 16 A, B curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

3.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.

La conexión de los descargadores tiene que ser a la tierra de la instalación. Esto evita que, ante la caída de un rayo, se produzcan diferencias de potencial entre los distintos elementos del sistema. Como norma general esto es aplicable a todos los elementos, por lo que sólo debe haber una puesta a tierra.

3.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE CONTINUA.

Puesto que la distancia entre los paneles y el inversor es tan escasa, sólo vamos a colocar unos descargadores en el cuadro de continua que esta junto al inversor.

El dispositivo debe tener una tensión nominal superior a la de operación del generador fotovoltaico de 500 V DC y disponer de una corriente nominal de descarga superior a 10 kA ya que el circuito de AC también dispone de protección frente a sobre tensiones.

En nuestro caso se selecciona el descargador PV de clase 2 para aplicaciones fotovoltaicas de Schneider A9L40271 iiPRD40r 40KA 600DC Con un dispositivo es suficiente ya que tiene dos entradas de línea y una de tierra.

Este dispositivo cumple con cumple con nuestros requisitos:

- Corriente continua.
- Clase C (clase 2): Diseñados para hacer frente a formas de onda 25 ns, limitando las tensiones residuales a valores compatibles con las tensiones soportadas por los equipos de la instalación.
- Corriente nominal de descarga: 15 kA.
- Tensión máxima en régimen permanente: 666 V.

3.2.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES EN CORRIENTE ALTERNA.

Existe una protección tipo II ya instalada en el cuadro central que proporciona protección frente a sobretensiones, no siendo necesario la instalación de protección tipo I.

El dispositivo instalado que cumple con las necesidades sobradamente es el Tipo II Weidmüller 1352630000 VPU II 1+1 280V/40KA Protección Contra Sobretensiones, cuyas características son:

En cuanto al clase 2 será el OVR T2 para 230 V de ABB, cuyas características son:

Corriente alterna.

Clase C (clase 2): Diseñados para hacer frente a formas de onda 8/20 μ s, limitando las tensiones residuales a valores compatibles con las tensiones soportadas por los equipos de la instalación.

- Corriente nominal de descarga: por polo 20 kA.
- Corriente nominal de descarga máxima 40 kA.
- Tensión máxima en régimen permanente: 280 V.
- Tensión máxima de circuito abierto 10 kV

4. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.

4.1. IRRADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

La comisión europea nos ofrece información acerca de los datos de radiación solar a través del sistema PVGIS. Nuestra localización está en el límite del término municipal de Murcia.

Los datos que obtenemos para la ciudad de Murcia a menos de 10 Km de la localización son:

Latitude (decimal degrees): 37.993
 Longitude (decimal degrees): -1.18
 Radiation database: PVGIS-SARAH

year	month	H(h)_m	Kd	T2m
2016	Jan	77.29	0.4	14.6
2016	Feb	92.98	0.41	14.4
2016	Mar	139.79	0.36	14.6
2016	Apr	167.88	0.39	16.7
2016	May	206.53	0.35	19.2
2016	Jun	238.05	0.29	23.9
2016	Jul	238.71	0.26	25.7
2016	Aug	220.49	0.23	25.4
2016	Sep	171.34	0.28	24.5
2016	Oct	116.95	0.4	21.1
2016	Nov	78.49	0.37	16.4
2016	Dec	63.77	0.42	13.6

H(h)_m: Irradiation on horizontal plane (kWh/m²/mo)

Kd: Ratio of diffuse to global irradiation (-)

T2m: 24 hour average of temperature (degree Celsius)

*Ilustración 61 Datos de Irradiación mensual sobre superficie horizontal
 H(h)_m(kWh/m²) (Fuente: PVGIS datos 2016)*

4.2. IRRADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE INCLINADA

En caso de una superficie arbitrariamente orientada, $G_{da}(\alpha, \beta)$ puede ser obtenido muy aproximadamente, a partir de la irradiación media sobre superficie horizontal $G_{da}(0,0)$ para España utilizando la gráfica representada en la siguiente figura .

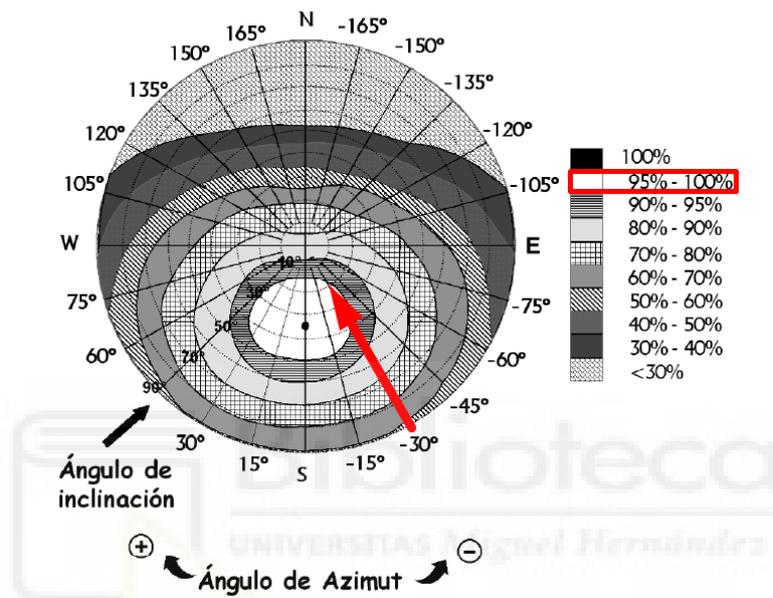


Ilustración 62 Relación entre irradiación sobre horizontal y sobre superficie inclinada. (Fuente: IDAE).

Las circunferencias concéntricas representan la inclinación mientras que los radios indican el azimut de la superficie colectora de irradiación. La orientación sur en el hemisferio norte ($\alpha = 0^\circ$) e inclinación ligeramente inferior a la latitud local ($\beta \approx \varphi$) del generador fotovoltaico maximizan la producción anual de electricidad solar. Esta orientación e inclinación son consecuentemente consideradas óptimas.

Para realizar el cálculo partiremos de la radiación sobre superficie horizontal, correspondiente al centro del círculo de la figura. Sabemos, que este valor se corresponde con un 85% de la máxima $G_{da}(0^\circ, 35^\circ)$ y una vez conocido este dato y obteniendo el factor correspondiente a la inclinación de 20° y desviación de -30° respecto al Sur, que está situado entre el 1-0.95 ya que se encuentra en el límite con el intervalo 0.9-0.95, consideraremos el valor de 0.95 usando este podremos calcular la producción anual esperada:

4.3. PERFORMANCE RATIO

El parámetro PR, se encuentra comprendido entre 0 y 1, pudiendo ser obtenido su valor ideal muy aproximadamente para España utilizando la siguiente gráfica. Aunque podamos obtener valores mayores, debido a las pérdidas en los cables, sombreados, desconexiones del inversor, etc. aconsejan utilizar valores para PR con más realistas comprendidos entre 0,70 y 0,85 para SFCR cuyo generador posea una orientación óptima o cercana a ésta.

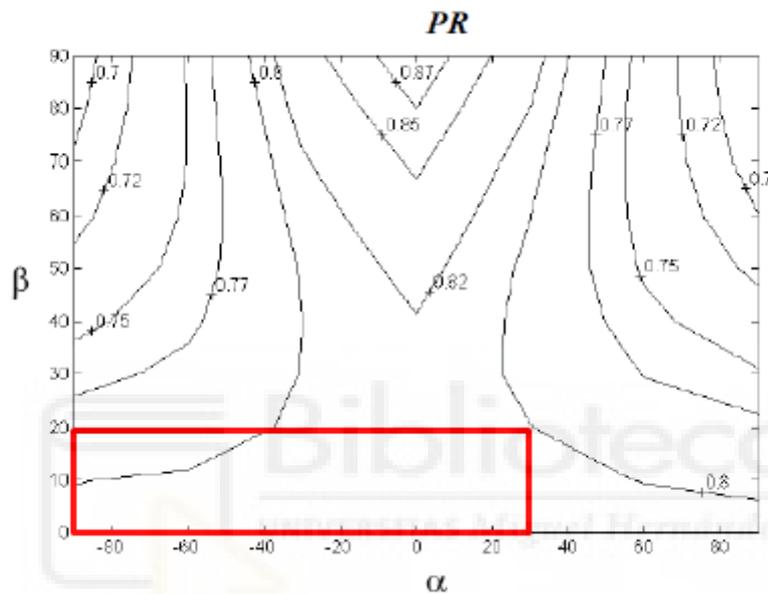


Ilustración 63 Cálculo del PR conocidos orientación e inclinación.

Para nuestra instalación inclinada $\beta=20^\circ$ y $\alpha= -30^\circ$ (Azimut) y hacia el Este, obtenemos según esta figura un PR, cercano a 0.8. Teniendo en cuenta el sobredimensionado del cableado que disminuye las pérdidas y el alto rendimiento del inversor cercano al 95%, atendiendo a todo lo dicho vamos a estimar un valor del PR medio anual de 0.8 que nos parece más ajustado a la realidad de la instalación.

4.4. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ESPERADA.

Para calcular la producción anual esperada utilizaremos la siguiente ecuación, que es la propuesta por el I.D.A.E. En su Pliego de Condiciones Técnicas.

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{CEM}} \text{ kW/día}$$

Donde:

- EP : Energía inyectada a la red (kWh/día).
- G_{dm} (α,β) : Valor medio diario mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador (Wh/m²/día) , siendo α el azimut y β la inclinación de los paneles.
- P_{mod,max} : Potencia pico del generador fotovoltaico (W).
- PR: Performance Ratio.
- G_{CEM} : Constante de irradiación que tiene valor 1(KW/m²).

Para realizar el cálculo partiremos de la radiación sobre superficie horizontal, correspondiente al centro del círculo de la figura 13. Sabemos, que este valor se corresponde con un 85% de la máxima G_{da} (0°,35°) y una vez conocido este dato y obteniendo el factor correspondiente a la inclinación de 20° y desviación de -30° respecto al Sur, que será 0.95, podemos calcular la producción anual esperada:

MES	G _{dm} (0) [kWh/(m ²)]	G _{dn} (α=0 β=35) [kWh/(m ²)]	G _{dn} (α=-30 β=20) [kWh/(m ²)]	PR	Ep [kWh]	Ep [kWh/día]
ENERO	77.29	65.70	73.43	0.8	211.47	7.05
FEBRERO	92.98	79.03	88.33	0.8	254.39	8.48
MARZO	139.79	118.82	132.80	0.8	382.47	12.75
ABRIL	167.88	142.70	159.49	0.8	459.32	15.31
MAYO	206.53	175.55	196.20	0.8	565.07	18.84
JUNIO	238.05	202.34	226.15	0.8	651.30	21.71
JULIO	238.71	202.90	226.77	0.8	653.11	21.77
AGOSTO	220.49	187.42	209.47	0.8	603.26	20.11
SEPTIEMBRE	171.34	145.64	162.77	0.8	468.79	15.63
OCTUBRE	116.95	99.41	111.10	0.8	319.98	10.67
NOVIEMBRE	78.49	66.72	74.57	0.8	214.75	7.16
DICIEMBRE	63.77	54.20	60.58	0.8	174.47	5.82
PROMEDIO	151.02	128.37	143.47	0.8	413.20	13.77
ANUAL	1812.27	1540.43	1721.66		4958.37	

Ilustración 64 Producción esperada mensual y diaria

Obteniendo como resultado una producción anual esperada de 4958 kWh.

4.5. CÁLCULO DE AMORTIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.

Para el cálculo de la amortización se tienen en cuenta varios puntos de partida tales como son el valor actual de la energía de la comercializadora del cliente durante el periodo diurno de 0.153804€/kWh , ya que se dispone de una tarificación con discriminación horaria en dos periodos. La franja horaria dentro de la cual el sistema fotovoltaico generará energía será el periodo punta por lo que toda la energía consumida de este origen fotovoltaico será ahorro neto.

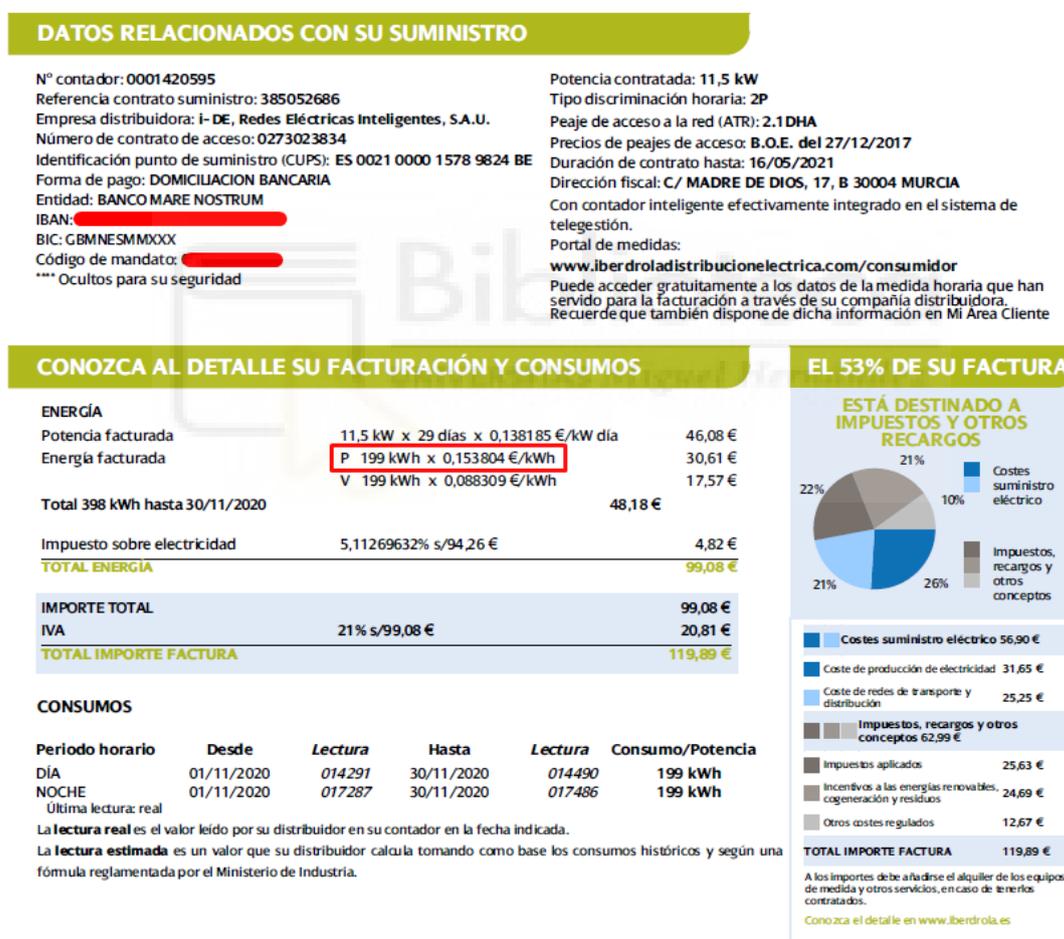


Ilustración 65 Factura Iberdrola comercializadora

Es importante considerar que para el cálculo de la amortización se ha eliminado de la inversión inicial el coste completo de la pérgola debido a que esta estructura es un elemento arquitectónico funcional que se pretendía instalar independientemente de la instalación fotovoltaica y por tanto para el estudio económico de la rentabilidad

energética supone un sobre coste que representa un 60% del coste global y este afecta negativamente al cálculo de la amortización energética de la instalación fotovoltaica.

De los 6,171.7€ de la inversión total, con IVA incluido, se realiza una aportación de fondos propios del 20% equivalente a 1,234.3€ y se solicita un préstamo del 80% equivalente a 4,937.3€ del valor restante a un interés del 3 % con un periodo de amortización de 10 años. También se ha desconsiderado el coste de mantenimiento de la instalación por considerarse despreciable considerando la vida útil de los elementos de construcción.

ANÁLISIS DEL PRÉSTAMO		
PRÉSTAMO	4,937.36 €	€
TIPO DE INTERÉS	3	%
PLAZO	10	años
PAGO MENSUAL DE INTERESES	47.68 €	€
INTERÉS MENSUAL	0.25	%

Ilustración 66 resumen préstamo

MES	CAPITAL PENDIENTE	CUOTA	INTERESES	CAPITAL AMORTIZADO
1	4,937.36 €	47.68 €	12.34 €	35.33 €
2	4,902.03 €	47.68 €	12.26 €	35.42 €
3	4,866.61 €	47.68 €	12.17 €	35.51 €
4	4,831.10 €	47.68 €	12.08 €	35.60 €
5	4,795.51 €	47.68 €	11.99 €	35.69 €
6	4,759.82 €	47.68 €	11.90 €	35.78 €
7	4,724.04 €	47.68 €	11.81 €	35.87 €
8	4,688.18 €	47.68 €	11.72 €	35.96 €
9	4,652.22 €	47.68 €	11.63 €	36.05 €
10	4,616.18 €	47.68 €	11.54 €	36.14 €
11	4,580.04 €	47.68 €	11.45 €	36.23 €
12	4,543.82 €	47.68 €	11.36 €	36.32 €

Ilustración 67 desglose mensual del primer año de préstamo

AÑO	CAPITAL PENDIENTE	CUOTA	INTERESES	CAPITAL AMORTIZADO
1	4,937.36 €	572.11 €	142.24 €	429.86 €
2	4,507.50 €	572.11 €	129.17 €	442.94 €
3	4,064.56 €	572.11 €	115.70 €	456.41 €
4	3,608.15 €	572.11 €	101.81 €	470.29 €
5	3,137.86 €	572.11 €	87.51 €	484.60 €
6	2,653.26 €	572.11 €	72.77 €	499.34 €
7	2,153.92 €	572.11 €	57.58 €	514.53 €
8	1,639.39 €	572.11 €	41.93 €	530.18 €
9	1,109.22 €	572.11 €	25.81 €	546.30 €
10	562.92 €	572.11 €	9.19 €	562.92 €

Ilustración 68 desglose anual a 10 años

Para la amortización de la instalación se considera teniendo en cuenta la producción anual de 5400kWh/año que, en caso de aprovechar toda esta energía, sin vertido de excedentes a red, supondrías un ahorro neto anual de 828.6€. Cruzando la cuota anual de 572.1€ con el beneficio por “no consumo de facturación eléctrica” se alcanzara una rentabilidad financiera a partir del décimo mes del cuarto año. El ahorro producido a partir de este punto se considera beneficio neto.



Ilustración 69 rentabilidad financiera



Ilustración 70 beneficio esperado a 25 años

DOCUMENTO 4: SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN.

El número de aplicaciones de simulación de sistemas fotovoltaicos se ha incrementado de la misma forma que el mercado fotovoltaico, existiendo en la actualidad diferentes programas tanto de entidades públicas como privadas, los resultados que arrojan tienen pequeñas variaciones debido a el origen de los datos de radiación solar y a la inexistencia de una normativa internacional para el cálculo de la producción energética en un sistema fotovoltaico.

Puede decir que las simulaciones nos dan una idea aproximada de cómo se va a comportar el sistema, influyendo no sólo las características de los equipos empleados si no la calidad de los mismos, el mantenimiento que realicemos, etc.

Hemos realizado una simulación complementaria a los cálculos realizados, pero para ello hemos inclinado por emplear el software profesional licenciado dmELECT en su versión de “cálculo de instalaciones en urbanizaciones” y específicamente el módulo para el “cálculo de instalaciones de energías renovables”. Este software de reconocido prestigio se ajusta especialmente bien a la normativa europea y española y sus resultados está ajustados a lo que se requiere de una simulación.

En primer lugar, se ofrecen los resultados obtenidos mediante el software proporcionado por la base de datos PVGIS.

2. SIMULACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE DE LA BASE DE DATOS PVGIS.

2.1. DATOS DE PARTIDA.

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

Provided inputs

Latitude/Longitude:	37.993, -1.180
Horizon:	Calculated
Database used	PVGIS-SARAH
Start year:	2016
End year:	2016

Variables included in this report:

Global horizontal irradiation:	Yes
Direct Normal Irradiation:	Yes
Global irradiation optimum angle:	Yes
Global irradiation at angle 20°	Yes
Diffuse/global ratio	Yes
Average temperature	Yes

Ilustración 71 datos de partida irradiancias PV-GIS

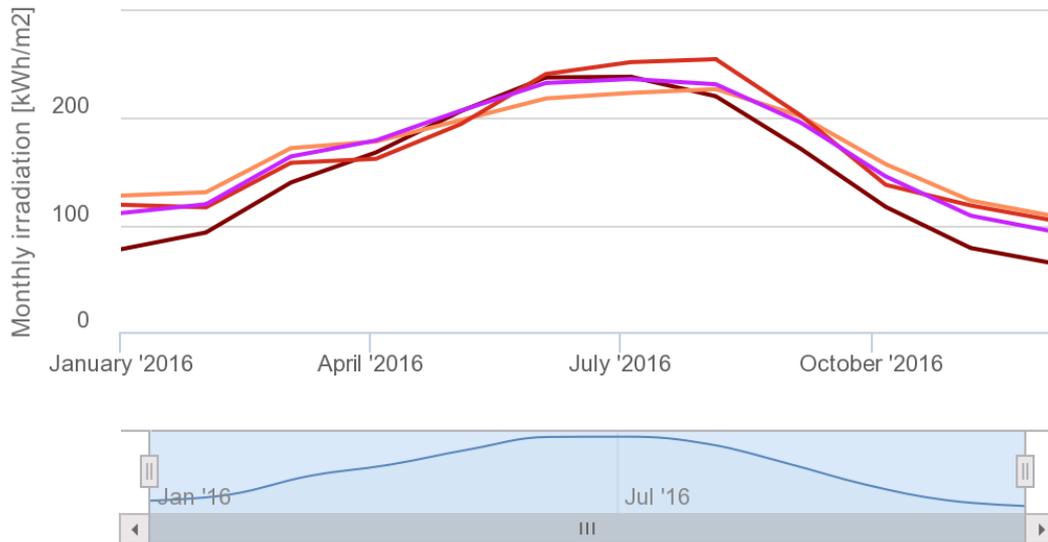


2.2. IRRADIACIÓN.

Se obtiene los siguientes resultados de irradiación mensual horizontal, irradiación mensual en la inclinación óptima, irradiación mensual en la inclinación escogida de 20 grados e irradiación mensual permanentemente perpendiculares a la incidencia. Téngase en cuenta que los datos más recientes disponibles corresponden al año 2016 que hemos tomado de referencia.

Monthly solar irradiation estimates

(C) PVGIS, 2021



Irradiation

(Click on series to hide)

- Horizontal irradiation
- Direct Normal Irradiation
- Optimal angle irradiation
- Selected angle irradiation

Ilustración 72 grafica de irradiancia mensual.

year	month	H(h)_m	H(i_opt)_m	H(i)_m	Hb(n)_m	Kd	T2m
2016	Jan	77.29	127.53	111.19	118.92	0.4	14.6
2016	Feb	92.98	130.67	119.37	116.52	0.41	14.4
2016	Mar	139.79	171.95	164.15	158.21	0.36	14.6
2016	Apr	167.88	178.17	179.11	161.91	0.39	16.7
2016	May	206.53	198.14	207.08	194.45	0.35	19.2
2016	Jun	238.05	218.4	232.87	241.26	0.29	23.9
2016	Jul	238.71	223.61	236.62	252.39	0.26	25.7
2016	Aug	220.49	227.15	231.68	255.17	0.23	25.4
2016	Sep	171.34	201.9	195.9	202.53	0.28	24.5
2016	Oct	116.95	156.9	145.45	137.61	0.4	21.1
2016	Nov	78.49	122.85	108.75	118.28	0.37	16.4
2016	Dec	63.77	108.07	93.49	103.84	0.42	13.6

H(h)_m: Irradiation on horizontal plane (kWh/m2/mo)

H(i_opt)_m: Irradiation on optimally inclined plane (kWh/m2/mo)

H(i)_m: Irradiation on plane at angle (kWh/m2/mo)

Hb(n)_m: Monthly beam (direct) irradiation on a plane always normal to sun rays (kWh/m2/mo)

Kd: Ratio of diffuse to global irradiation (-)

T2m: 24 hour average of temperature (degree Celsius)

PVGIS (c) European Union, 2001-2021

Ilustración 73 datos irradiancia mensual.

2.3. VARIACIÓN DE TEMPERATURA MENSUAL.

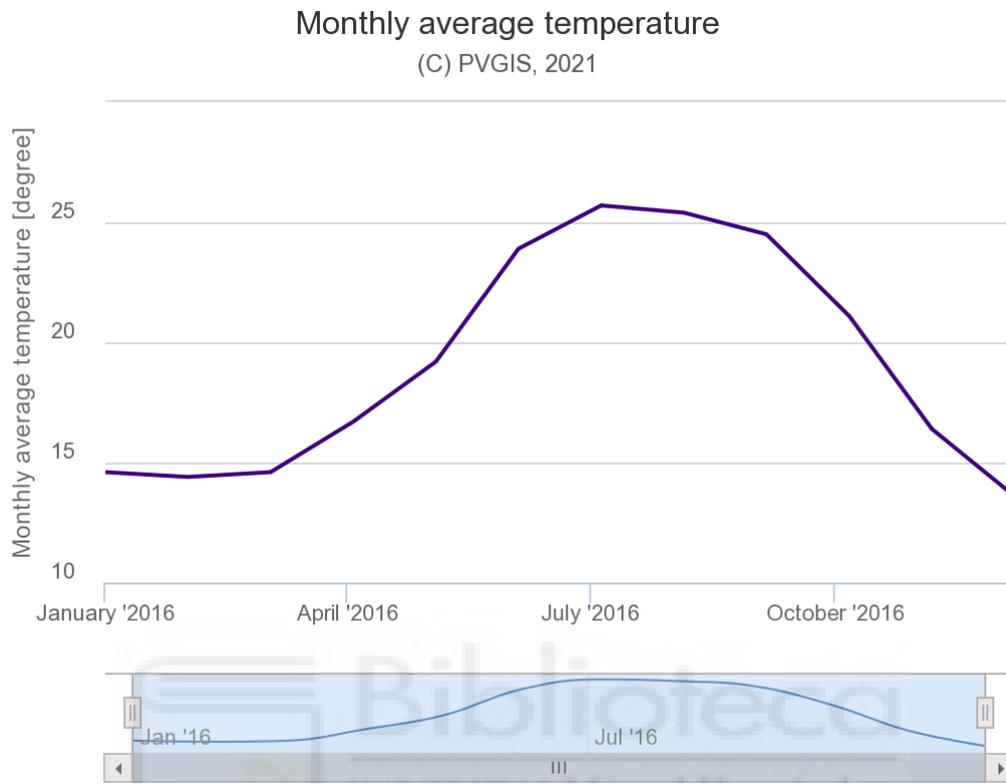


Ilustración 74 Variación mensual de temperaturas medias

2.4. RATIO MENSUAL DE RADIACIÓN DIFUSA RESPECTO DE DIRECTA.

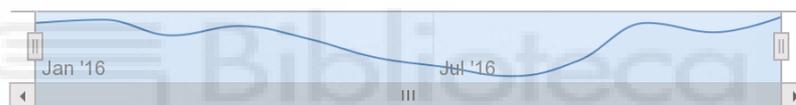
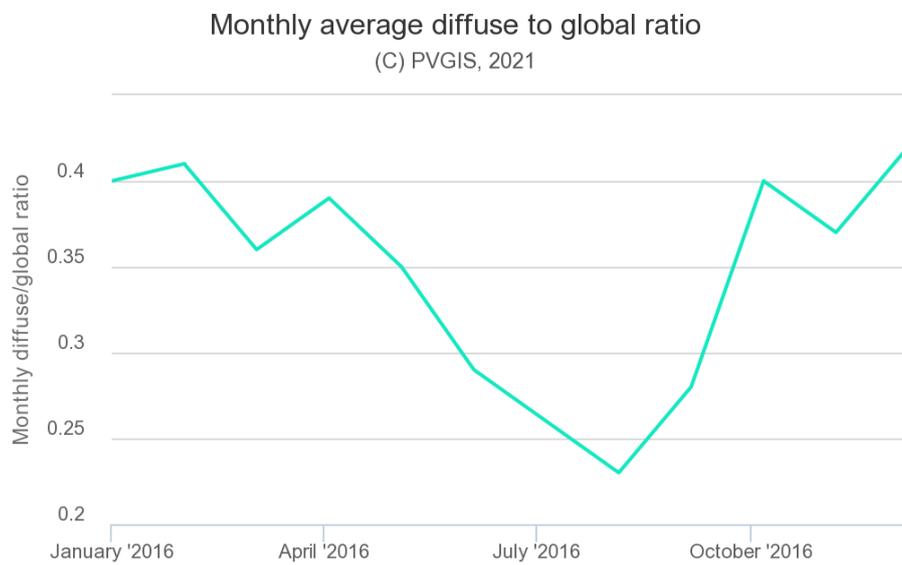


Ilustración 75 ratio de radiación difusa mensual

2.5. LÍNEA DEL HORIZONTE

Outline of horizon

(C) PVGIS, 2021

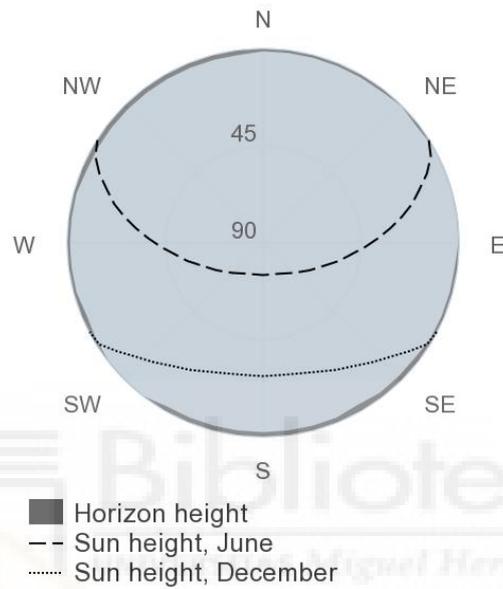


Ilustración 76 Línea del horizonte

2.6. PRODUCCIÓN MEDIA DIARIA Y ANUAL ESPERADA

De estos datos de irradiación temperatura pérdidas por sombras y los suministrados de partida el software extrapola la cantidad de irradiación para el elemento generador y la energía media esperada mensualmente para dicho sistema de generación fotovoltaico conectado a red de ángulo fijo.

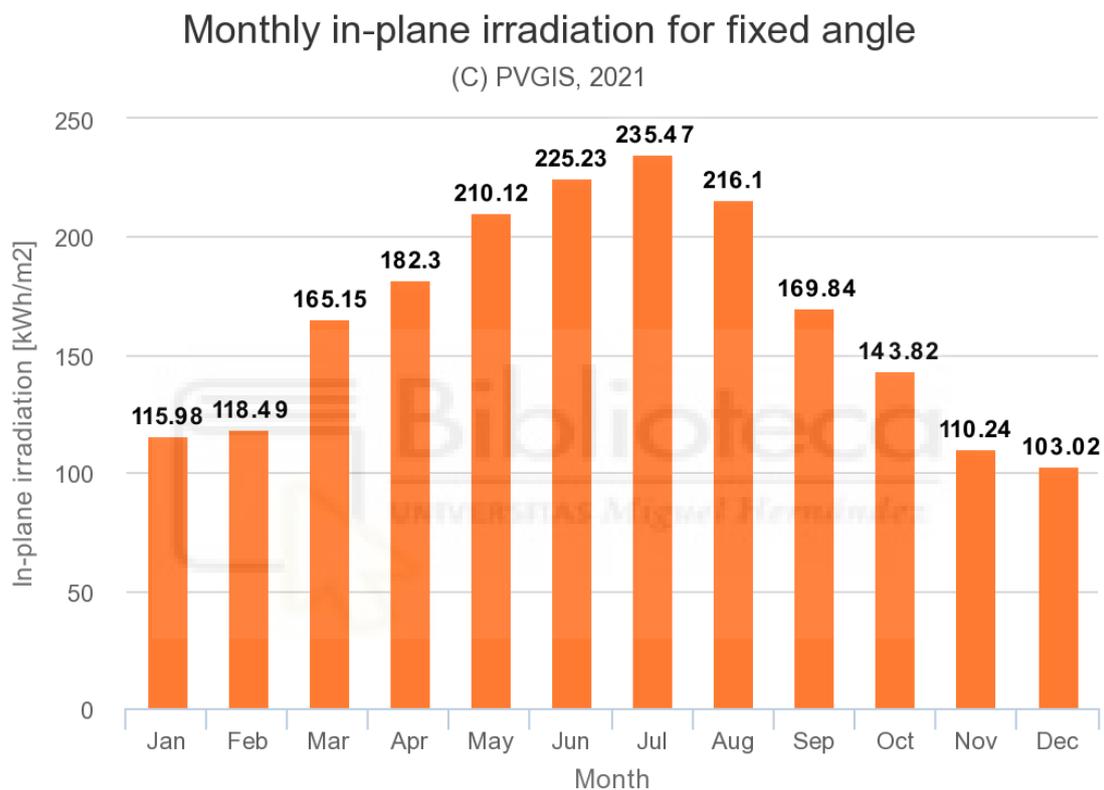


Ilustración 77 irradiación mensual en el plano fijo escogido

Monthly energy output from fix-angle PV system

(C) PVGIS, 2021

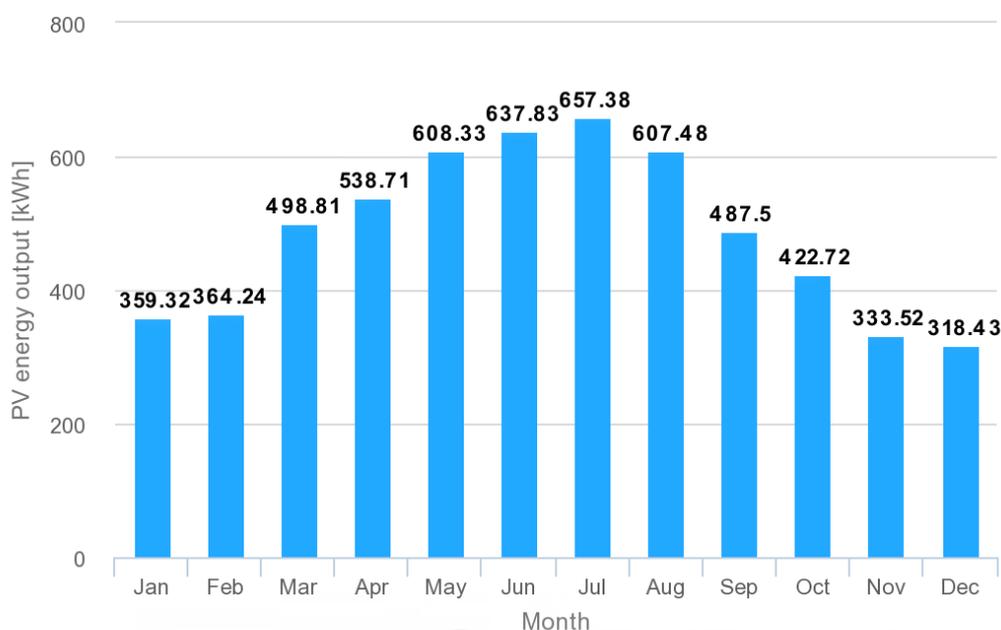


Ilustración 78 energía mensual producida para el sistema de ángulo fijo

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:

Latitude/Longitude: 37.993, -1.180
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 3.6 kWp
 System loss: 10 %

Simulation outputs

Slope angle: 20 °
 Azimuth angle: -30 °
 Yearly PV energy production: 5834.28 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1995.75 kWh/m²
 Year-to-year variability: 141.82 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.89 %
 Spectral effects: 0.51 %
 Temperature and low irradiance: -7.55 %
 Total loss: -18.8 %
 PV electricity cost [per kWh]: 0.000 per kWh

Ilustración 79 resultados simulación

Como era de esperar la producción anual, teniendo en cuenta un 10% de pérdidas del sistema, difiere levemente de la producción calculada que asciende a 5.000 kWh/año con un PR de 0.8. La variación entre ambas es de 800 kWh/año.

Si se consideran unas pérdidas globales del sistema del 20% esta diferencia entre las producciones esperadas apenas difiere 150kWh/año. Ambas aproximaciones pueden considerarse correctas.

3. SIMULACIÓN CON DMELECT MÓDULO DE ENERGÍAS RENOVABLES.

A continuación, se ofrecen los resultados de la simulación, tablas con valores mensuales y capturas de los planos de distribución de la instalación y sus protecciones.

Fórmulas Generales aplicadas a la simulación y dimensionado.

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$$I = P_c / U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia. En Corriente continua, cos φ = 1.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028262 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3} : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2} : Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1} : Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct : Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según $I_{k\max}$ o $I_{k\min}$), UNE_EN 60909.

U : Tensión F-F.

Z_Q : Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$Z_Q = ct U^2 / S_{cc} \quad X_Q = 0.995 Z_Q \quad R_Q = 0.1 X_Q \quad \text{UNE_EN 60909}$$

Z_T : Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, $u_{cc}\%$ e $u_{rcc}\%$ Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (u_{cc}\% / 100) (U^2 / S_n) \quad R_T = (u_{rcc}\% / 100) (U^2 / S_n) \quad X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

Z_L, Z_N, Z_{PE} : Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R : Resistencia de la línea.

X : Reactancia de la línea.

L : Longitud de la línea en m.

ρ : Resistividad conductor, ($I_{k\max}$ se evalúa a 20°C, $I_{k\min}$ a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S : Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : n° de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

Instalación Fotovoltaica Conectada a Red producción esperada.

$$E_g = P_p \cdot N_p \cdot R \cdot HSP \cdot N_d / 1000$$

Siendo,

E_g: Energía mensual generada (kWh/mes).

P_p: Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

N_p: N° módulos fotovoltaicos instalados.

R: Rendimiento global anual de la instalación (%/100).

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

N_d: N° días mes en estudio.

Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Murcia

Provincia: Murcia

Altitud s.n.m.(m): 56

Longitud (°): 1.1 W
 Latitud (°): 38
 Temperatura mínima histórica (°C): -5
 Zona Climática: IV
 Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m²): 16.6 <= H < 18
 Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m²), Angulo de inclinación 20 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
3.576	4.006	5.25	5.912	6.58	6.516	6.894	6.395	5.613	4.525	3.478	2.948	5.141

Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red

Tensión:

Continúa - U(V): 375

Alterna UFF(V): 400

Caída tensión máxima (%):

Corriente continua: 0.5

Corriente alterna: 1

Cos φ : 0.8

Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 80

Ganancia Sistema Seguimiento solar Inst. Fotovoltaica (%): 0

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

Longitud (mm): 2015

Anchura (mm): 1002

Altura (mm): 40

Potencia máxima (W): 400

Tensión de vacío (V): 49.1

Corriente de c.c. (A): 10.1

Voltaje máxima potencia (V): 41.6

Corriente máxima potencia (A): 9.62

Eficiencia módulo (%): 19.8

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.36

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.28

NOCT (°C): 45

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 3.6

Nº módulos: 9

Inversor: 3060 W

Energía Generada

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)
Enero	400	9	0.8	3.576	31	319.279
Febrero	400	9	0.8	4.006	28	323.061
Marzo	400	9	0.8	5.25	31	468.761
Abril	400	9	0.8	5.912	30	510.818
Mayo	400	9	0.8	6.58	31	587.442
Junio	400	9	0.8	6.516	30	562.946
Julio	400	9	0.8	6.894	31	615.539
Agosto	400	9	0.8	6.395	31	570.947
Septiembre	400	9	0.8	5.613	30	484.934
Octubre	400	9	0.8	4.525	31	403.991
Noviembre	400	9	0.8	3.478	30	300.502
Diciembre	400	9	0.8	2.948	31	263.224
Total año:						5411.44

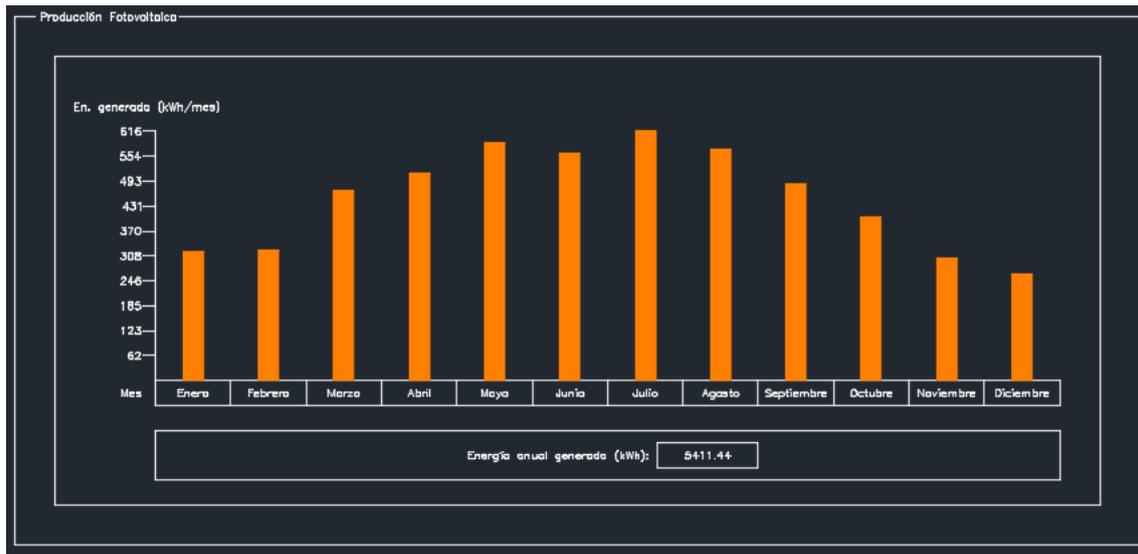


Ilustración 80 Energía mensual generada.

Separación entre filas de captadores.

No hay límite.

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

- Tensión:
- Continua - U(V): 375
- Alterna UFF(V): 400
- Cos ϕ : 0,8
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 35
- PVC: 35

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1		6	17	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,62	16		2x4	24,32/0,64	16
5	13	9	20	Cu/0.08	Cond.enterr. H07 Eca 2 Unp.	6,96			2x6	39,22/0,74	50
6	9	10	4	Cu/0.08	Tubos Emp.P.A. H07 Eca 2 Unp.	6,96			2x6	35,1/0,9	16
7	10	11	6	Cu/0.08	Tubos Emp.P.A. H07 Eca 2 Unp.	6,96	20	40/30	2x6	35,1/0,9	16
3	6	7									
6	7	15	6	Cu/0.08	Cond.enterr. RV-K Eca 2 Unp.	15,62	16	25/30	2x6	41,87/0,79	50
7	15	16	3	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	6,96		25/30	2x6	40,67/0,83	25
8	16	13	14	Cu/0.08	Cond.enterr. RV-K Eca 2 Unp.	6,96			2x6	39,22/0,74	50
9	15	17	3	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	8,66	10		2x6	40,67/0,83	25

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
	Panel FV	0	375	0	9,62 A					
6	Cuadro Eléctrico	-1,493		0,398						
7	Cuadro Eléctrico	2,089		0,905*			0,78747	0,37644		
9	Caja Reg.	0,346		0,15			3,8297	1,92416		
10	Cuadro Eléctrico	0,207		0,09			5,75478	3,06622		
11	Conexión Red	0	230,94	0	-6,961 A(-1,286 kW)		12,00045	10,00037		
13	Caja Reg.	1,037		0,449			1,37628	0,66189		
15	Caja Reg.	1,624		0,703			0,88655	0,42418		
16	Cuadro Eléctrico	1,52		0,658			0,94603	0,4529		
17	Caja Reg.	1,495		0,647	-8,66 A(-1,6 kW)		0,83408	0,39889		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

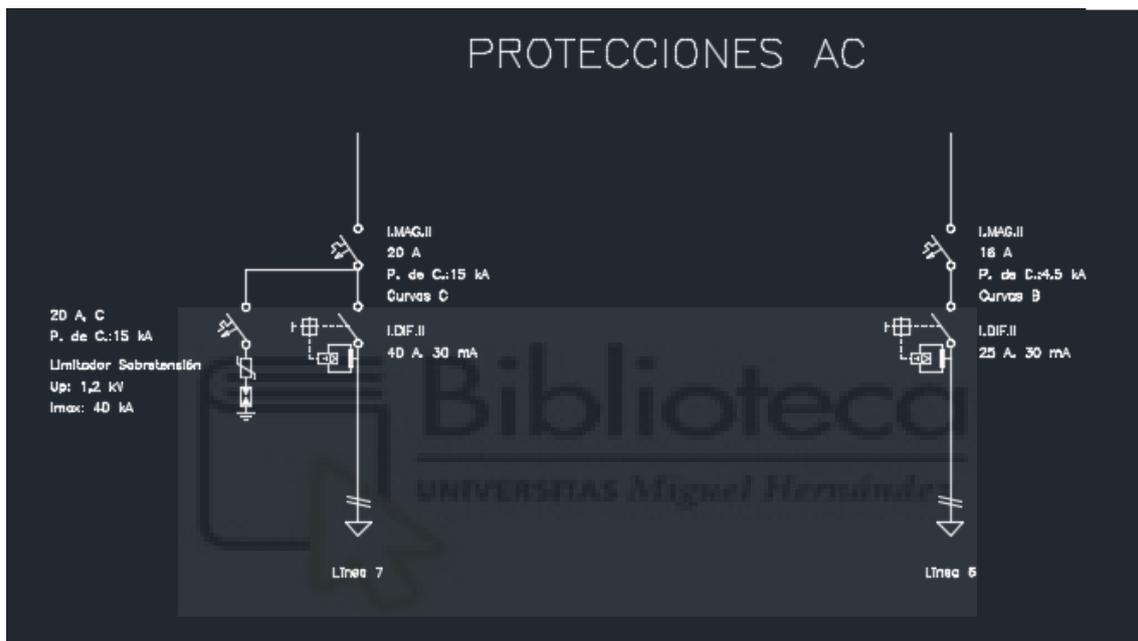


Ilustración 81 protecciones AC

PROTECCIONES DC



Ilustración 82 protecciones DC

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1		6	0,0101	4,5	0,0101	16; C
5	13	9	3,8297		0,66189	
6	9	10	5,75478		1,92416	
7	10	11	12,00045	15	3,06622	20; C
3	6	7				
6	7	15	0,88655	4,5	0,37644	16; B
7	15	16	0,94603		0,42418	
8	16	13	1,37628		0,4529	
9	15	17	0,88655	4,5	0,39889	10; C

Cálculo de la Puesta a Tierra:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	10 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	5 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

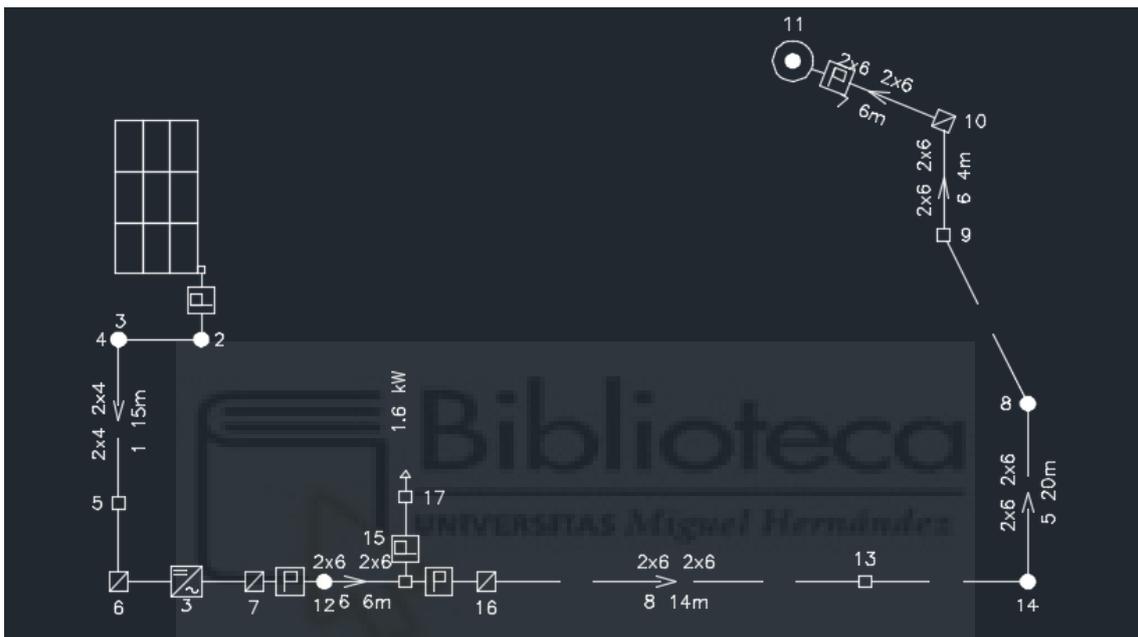


Ilustración 83 instalación fotovoltaica y de enlace con la vivienda

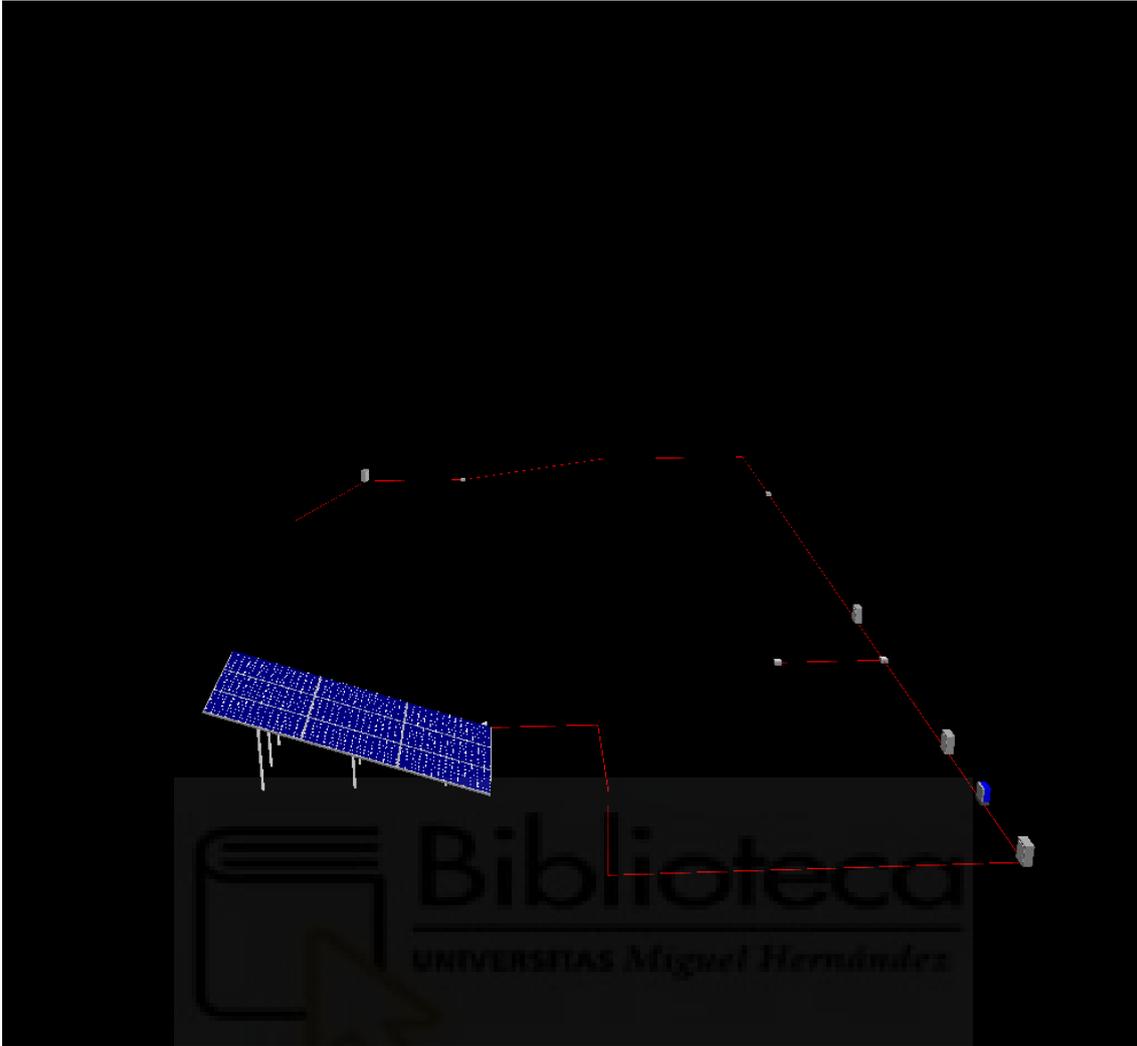


Ilustración 85 Vista lateral del generador fotovoltaico

3.1. CONCLUSIÓN RESULTADOS SIMULACIÓN.

Los cálculos de cortocircuito, secciones de cableado, energía anual esperada son consecuentes con los cálculos y elecciones de dispositivos realizados manualmente lo que verifica las correctas selecciones de estos. La simulación proporciona adicionalmente una imagen 3D que permite visualizar la geometría que se ha diseñado en el plano.

DOCUMENTO 5: DOCUMENTACION TECNICA

3.2. LISTADO DE DOCUMENTACION TECNICA ANEJA

- Características del módulo (TECHNOSUN SRP (390-405)-BMA-158.75-EN-2019V.3.0).
- Características del inversor SUNNY BOY 3.6 (SB30-50-DES1708-V22web).
- Características del sistema de soporte (SunTopIII_Manual_web).
- Características del sistema bombeo piscina-(ESPA-Nox).
- Características del sistema protección sobretensiones DC-(iPRD-DC_A9L40271).
- Características del sistema protección diferencial súper inmunizado (Resi9_R9R71225)
- Características del sistema protección magnetotérmica 16A- B (Acti 9 iC60_A9F78616).
- Características del sistema protección magnetotérmica 20A C (Acti 9 iC60_A9F79620).
- Características del sistema protección magnetotérmica 16A- DC 800V (C60H-DC_A9N61651).
- Características del sistema cuadro metálico IP 66 (Spacial CRN_NSYCRN55250)
- Resumen resultados simulación PV-GIS (RESUMEN RESULTADOS PVGIS-5_GridConnectedPV_37.993_-1.180_SA_crystSi_3.6kWp_10_34 (opt)deg_-30deg)
- Resumen irradiancia simulación PV-GIS (RESUMEN IRRADIACION PVGIS-5_MonthlyRadiation_37.993_-1.180)
- Características de la simulación CYPE estructura pérgola (Simulación pérgola resultados)

DOCUMENTO 6: PLANOS

3.3. LISTADO DE PLANOS ANEJA

Plano 1: Plano instalación eléctrica pérgola fotovoltaica 3.6kW.dwg

Plano 2: Protecciones electricas.dwg

Plano 3 Pergolafotovoltaica3.6KW conectada ared_3D_RENOVABLES.dxf



DOCUMENTO 7: PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES.

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

1.2. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

1.2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.

- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.3.3. CONDICIONES GENERALES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección

de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, subsistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.

c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

1.3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

1.3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

1.3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

1.3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

1.3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos

arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

1.3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

1.3.10. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura antioxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

1.3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

1.3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

1.3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

1.3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

1.3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

1.3.16. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

1.3.17. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

1.3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento cortafuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

1.3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que

pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

1.3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

1.3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

1.3.22. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

1.3.23. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

1.3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

1.3.25. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

1.3.26. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

1.3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopiladas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

1.3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

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.

1.3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada

por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.3.30. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

1.3.31. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

1.3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

1.3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.3.34. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

1.3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

1.3.36. PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

1.3.37. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición,

los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.4. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA

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

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del ± 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

2.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

Requisitos de aptitud para el empleo

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

2.2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

2.2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.

Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m², 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P_{max}).
- Corriente de cortocircuito (I_{sc}).
- Tensión en circuito abierto (V_{oc}).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}).

Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.

- Peso.

Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

2.2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- P_{max} +/- tolerancias de producción, I_{sc} , V_{oc} y V_{mpp} (todos los valores en las STC).

2.3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

2.3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador CC.
- Interfaz de carga CC/CC.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia CC.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.

- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

2.3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (CC) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

2.3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

El acondicionador CC suministra protección para los componentes eléctricos de CC y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de CC utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador CC puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.

- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador CC.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

2.3.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión CC del sistema FV de generación a la carga CC. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar CC.

La interfaz CC/CC puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión CC/CC.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Protección contra rayos.
 - Regulador de tensión.
 - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

2.3.5. ALMACENAMIENTO.

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.
- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.
- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).

- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento de almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión y rango de tensión nominales.
 - Intensidad de carga máxima.
- Condiciones de salida.
 - Rango de tensión.
 - Intensidad de descarga máxima.
- Rendimiento energético y culómbico.
 - Autodescarga.
 - Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

- Requisitos de seguridad.
- Interacción con el control principal (CPM).
- Mantenimiento.
- Características mecánicas generales.
- Instrumentación.

2.3.6. INVERSOR.

El inversor convierte el acondicionador CC y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Tensión e intensidad.
 - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
 - Tolerancias de tensión y de frecuencia.

- Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
- Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.

2.3.7. INTERFAZ CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
 - Reguladores.

- Seguridad.
- Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.

- Instrumentación.

2.3.8. INTERFAZ A LA RED.

Conecta eléctricamente la salida del inversor CC/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Pararrayos.
 - Reguladores de tensión.
 - Relés.
 - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.

- Número de fases.
- Rangos de tensión e intensidad.
- Frecuencia y distorsión armónica.
- Tolerancia de tensión y frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

2.4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

2.4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

2.4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

2.4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

3. MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que, aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

3.2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.

- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.

- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

3.2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno

La cimentación de la estructura bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.

El hueco será un paralelepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.

Preparación del hormigón

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia en estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m³ de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 o 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de m³ de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación, se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45°.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratuercas, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

3.2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea esta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

3.3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexión y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

3.3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.

- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

3.3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado, asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

3.3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

3.4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.

- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.

- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.

- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998) :

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

3.5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.

El transporte y manipulación de baterías pesadas requerirá el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas.

El lugar donde se alojen los acumuladores deberá tener unas características muy concretas:

- Seco, fresco y protegido de la intemperie.
- Provisto de ventilación adecuada.
- Suficientemente alejado de aparatos que puedan provocar chispas o llamas.
- De acceso restringido.
- Con las señalizaciones pertinentes: peligro eléctrico, prohibido fumar, material corrosivo, etc.

Cuando se coloquen en un local, las baterías deberán estar aisladas eléctricamente del suelo por medio de una estructura (bancada) que suele ser de madera o metálica y resistente al ácido. La superficie del local deberá soportar, de forma estable, el elevado peso que puede llegar a tener todo el sistema (bancada y baterías), y la colocación de las baterías sobre la bancada deberá realizarse de forma que no tengan lugar situaciones inestables en la misma (debido a la mala distribución de la carga) que provoquen la caída de las baterías. Esta colocación deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta en interconexión final, de modo que la situación relativa de los distintos bornes deberá respetar su diseño.

Deberá realizarse un conexionado de baterías de tal forma que la corriente se distribuya por igual en todas ellas, evitando caminos preferentes para la corriente (el conexionado tipo "cruzada" será adecuado). Otra práctica recomendada es el empleo del cableado de igualación, consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión.

Se deberá proteger el conjunto de la conexión cable-terminal-borne con una cubierta protectora que impida el contacto humano accidental con partes activas (bajo tensión) y los contactos accidentales entre bornes causados por útiles mecánicos y otros cables.

En cuanto a los cables de interconexión de baterías, deberá evitarse que su conexión con los bornes suponga un esfuerzo o tensión que provoque su movimiento en caso de desconexión accidental o intencionada. Será, pues, necesario que antes de la conexión el cable pueda adoptar de forma estable la posición que tendrá una vez conectado.

3.6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un

riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

4. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.1. GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se realizarán 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.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las 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 instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
 - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
 - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- 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.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. 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 bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán 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).

DOCUMENTO 8: PRESUPUESTOS

1. PRESUPUESTOS PARCIALES

Debe tenerse en cuenta que dentro de este presupuesto existen elementos de valor 0€ esto no es una errata u omisión si no que representa la existencia de parte de los elementos del sistema previamente instalado por lo que su valor a efectos del presupuesto es 0€.

1.1. CABLEADO

MEDICION DE CABLES

	Sección(mm ²)	Metal	Design	Polandad	Total(m)	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Cable Unifilar 4 mm2 SOLAR PV ZZ-F Negro	4	Cu	RZ1-K(AS) Cca-s11	Unipolar	34	2.04	69.36
Cable eléctrico H07Z1-K de 6mm Ref: 82938794 (YA EXISTE)	6	Cu	H07 Eca	Unipolar	60	0	0
CABLE RV-K 0,6/1KV 5G4MM Ref: 1401051004	6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	10	0.58	5.8
CABLE RV-K 0,6/1KV 5G4MM Ref: 1401051004 (YA EXISTE)	6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	42	0	0
						SUBTOTAL	75.16

1.2. TUBOS Y CANALIZACIONES

MEDICION DE TUBOS.

	Diámetro interior(mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Tubo corrugado de PVC LEXMAN 16 mm Ref: 81908934	16	27	0.5	13.5
Tubo corrugado de PVC LEXMAN 25 mm Ref: 81908933	25	6	0.6	3.6
Tubo corrugado de enterrar Tubo corrugado de enterrar LEXMAN 50 mm (YA EXISTE)	50	40	0	0
			SUBTOTAL	17.1

1.3. PROTECCIONES MAGNETOTÉRMICAS

MEDICION DE PROTECCIONES MAGNETOTERMICAS.

	Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
DISJUNTOR BOMBA (YA EXISTE)	L.Aut.Bip.	10	1	0	0
Acti9 iC60N, 1P+N, 16 A, B curva, 6000 A	L.Aut.Bip. curva B	16	1	93.61	93.61
C60PV-DC-2P-16A-800v	L.Aut.Bip. curva C	16	1	243.41	243.41
Acti9 iC60N, 1P+N, 20 A, C curva, 6000 A	L.Aut.Bip. curva C	20	1	81.17	81.17
			SUBTOTAL	418.19	418.19

1.4. PROTECCIONES SOBRETENSIONES

MEDICION DE PROTECCIONES SOBRETENSIONES.

	Descripción	Intens(KA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Schneider A9L40271 iIPRD40r 40KA 600DC	Descargador PV	15	1	234.99	234.99
Weidmüller 1352630000 VPU II 1+1 280V/40KA (YA EXISTE)	Descargador AC	40	1	0	0
				SUBTOTAL	234.99

1.5. PROTECCIONES DIFERENCIALES

MEDICION DE PROTECCIONES DIFERENCIALES.

	Descripción	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
DIFERENCIAL (YA EXISTENTE)	Diferen./Bipo.	25	30	1	0	0
R9R71225 Resi9, 2P, 25 A, 30 mA,tipo F-SI	Diferen./Bipo. SI	25	30	1	217.11	217.11
DIFERENCIAL (YA EXISTENTE)	Diferen./Bipo.	40	30	1	0	0
				SUBTOTAL	217.11	

1.6. .PANELES FOTOVOLTAICOS

MEDICION DE PANELES FV

	Disposición	Nº módulos FV	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
SRP-400-BMA	Vertical	9	151.88	1366.92
			SUBTOTAL	1366.92

1.7. INVERSOR FOTOVOLTAICO

MEDICION DE INVERSORES FV

	Disposición	Nº inversores	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
SUNNY BOY 3.6	INVERSOR MBA	1	959.92	959.92
			SUBTOTAL	959.92

1.8. ESTRUCTURA PÉRGOLA

MEDICION PERGOLA

		Nº Vigas	Peso(kg)	Pu(Euros/m)	Ptotal(Euros)
PERFIL LAMINADO ABETO	V-260x60	4.0	21.8	26.0	567.8
PERFIL LAMINADO ABETO	V-160x60	23.6	79.4	16.0	1269.6
PERFIL LAMINADO ABETO	V-220x60	3.0	13.9	22.0	304.9
PERFIL LAMINADO ABETO	V-200x60	3.0	12.6	20.0	252.0
PERFIL LAMINADO ABETO	V-380x60	8.0	64.1	38.0	2436.9
PERFIL LAMINADO ABETO	V-240x60	12.8	64.5	24.0	1548.0
TORNILLERIA Y ELEMENTOS AUXILIARES		1.0		350.0	350.0
ZAPATAS		4.0		90.0	360.0
				SUBTOTAL	7089.3

1.9. ESTRUCTURA MÓDULOS

ESTRUCTURA MODULOS

SOPORTE SUNTOP3 PARA 9 MODULOS	1.0	739.6	739.6
TORNILLERIA Y ELEMENTOS AUXILIARES SOPORTE	1.0	110.2	110.2
		SUBTOTAL	849.8

1.10. ELEMENTOS AUXILIARES

OTROS ELEMENTOS AUXILIARES

	Disposición	Nº unidades	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
LATIGUILLOS STRING	LATIGUILLOS MC4 3m	2	7.3	14.6
H500xW500xD250 IP66 IK10 RAL7035	CUADRO ELECTRICO IP66	1.0	269.2	269.18
TERMINALES CONEXIÓN	RAQUETA	10	0.7	7
TERMINALES CONEXIÓN	TERMINAL 6mm simple	50	0.07	3.5
TERMINALES CONEXIÓN	TERMINAL 6mm doble	20	0.09	1.8
		SUBTOTAL		296.08

2. PRESUPUESTO GENERAL

La tabla siguiente presenta el resumen del presupuesto general, tenga sé en consideración de la instalación eléctrica fotovoltaica representa el 38.5% del presupuesto total.

COSTE MATERIAL ESTRUCTURA	7089.3	44.2
COSTE EJECUCION OBRA ESTRUCTURA	1063.40	6.6
IMPUESTOS OBRA INSTALACION ESTRUCTURA	1712.07	10.7
TOTAL INSTALACION ESTRUCTURA	9864.76	61.5
COSTE MATERIAL ELECTRICO	4435.29	27.7
COSTE EJECUCION OBRA INSTALACION ELECTRICA	665.29	4.1
IMPUESTOS OBRA INSTALACION ELECTRICA	1071.12	6.7
TOTAL INSTALACION ELECTRICA	6171.71	38.5
PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL	13253.28	82.6
TOTAL	16036.47	% DEL TOTAL

El presupuesto general material asciende a trece mil doscientos cincuenta y tres euros con veintiocho céntimos (13,253.28€).

DOCUMENTO 9: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tal cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.

b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

1.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.
- Manipulación de Máquinas móviles.
- Manipulación de Baterías.
- Manipulación de Torres.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.

- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

1.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará de que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

1.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras, en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que, al caminar, el extremo que va por delante se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxiacorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa, por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contraluz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

Manipulación de máquinas móviles.

Las turbinas eólicas contienen máquinas rotatorias, lo que implica la necesidad de tomar precauciones a la hora de trabajar con ellas.

No se permitirá el pelo largo ni la ropa ancha, como tampoco llevar sortijas, anillos o collares cuando se trabaje cerca de cualquier eje en rotación.

Cuando la turbina eólica esté rotando nadie podrá acercarse a ella. En caso de tener que trabajar cerca de ella, se deberá plegar y frenar el rotor hasta que se pare.

Manipulación de alternadores.

Los alternadores producen voltaje mientras el rotor está rotando, inclusive cuando están desconectados de la carga o panel de control. Antes de poner en servicio el panel de control se deberá desconectar el suministro de potencia desde la turbina.

Se deberán colocar protecciones en todas las fuentes de energía (eólica y solar, por ejemplo), tanto para las cargas de c.a. y c.c. como las conexiones a las baterías.

Manipulación de baterías.

Se deberá extremar la cautela cuando se trabaja cerca de baterías. Se usarán gafas de protección para resguardarse de una posible proyección del ácido de la batería.

Se deberá evitar la caída de herramientas de metal en los bornes de la batería.

Se deberá ventilar el local donde están situadas las baterías, con el fin de evitar la concentración de gas de hidrógeno. Se evitará cualquier fuente de chispa o llama alrededor de las mismas.

No se usarán anillos o collares al trabajar cerca de las baterías.

Manipulación de torres.

Nunca se trabajará debajo de una turbina en operación, antes se deberá bloquear o frenar hasta su detención.

Las torres con tensores estarán separadas de los edificios habitados y de las redes eléctricas por una distancia mínima equivalente al doble de la longitud de la torre.

No se permitirá trepar por la torre. Al izar la torre hay que comprobar periódicamente la tensión de los cables y no permitir ni que estén demasiado tensos, ni demasiado flojos.

Se trabajará con calma y se asegurará una buena comunicación entre el equipo de trabajadores.

Se conectará la torre a tierra para proteger su instalación contra los efectos de la electricidad estática y posibles impactos de rayos.

1.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

2.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos

para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

2.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

2.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

2.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

2.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.

- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

2.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

