

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

Carretera de Pozuelo, N°61
28222 – Majadahonda (Madrid)

henan
ingenieria

Avda. Hayedo Tejera Negra 19, Local Izq. 1
Guadalajara - 19005
Tfno.: 949 028 585 / 687 894 339

www.henan.es

Descripción	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
Situación	Tipo de Vía: Carretera Nombre Vía: De Pozuelo, Nº61 Localidad: Majadahonda Código Postal: 28222 Provincia: Madrid
Promotor	Nombre o Razón Social: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61 CIF/NIF: G28207017 Dirección: Carretera de Pozuelo, Nº61 Población: Madrid CP: 28222 Provincia: Madrid
Autor del proyecto técnico	Apellidos y Nombre: Muñoz Fernández, Jorge Titulación: Ingeniero Técnico Industrial Dirección: Avda. Hayedo de la Tejera Negra 19, Local Izq. 1 Localidad: Guadalajara CP: 19005 Provincia: Guadalajara Nº colegiado: 560

Memoria

1	MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1	ANTECEDENTES	4
1.2	OBJETO DEL PROYECTO	4
1.3	ALCANCE	4
1.4	DATOS DEL SOLICITANTE	4
1.5	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	4
2	NORMATIVA APLICABLE	6
3	RELACIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS	7
4	DESCRIPCIÓN Y SOLUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	8
4.1	DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES	8
4.2	SOLUCIÓN AL PROYECTO	9
4.2.1	Captadores solares	10
4.2.2	Inversor solar	11
4.2.3	Caja de conexiones	13
4.2.4	Estructura soporte	13
4.2.5	Cableado del campo fotovoltaico, diodos y protecciones	17
4.2.6	Protecciones y seguridad	18
4.2.7	Sistema eléctrico y de control	20
4.2.8	Protección contra rayos e instalación de puesta a tierra.	20
4.2.9	Contador	21
4.2.10	Conexión a red	21
4.2.11	Armónicos y compatibilidad electromagnética	21
4.3	PERMISOS DE ACCESO, CONEXIÓN Y DEPÓSITO DE GARANTÍAS	23
5	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	24
6	PRODUCCIÓN ANUAL	25
6.1	RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. RANGO DE POTENCIA DEL MODULO	25
6.2	DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS	25
6.3	EFFECTO DE LA TEMPERATURA	25
6.4	PÉRDIDAS POR SUCIEDAD SOBRE LOS MÓDULOS	26
6.5	PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS	26
6.6	PÉRDIDAS POR DEGRADACIÓN FOTÓNICA	26
6.7	RENDIMIENTO DEL INVERSOR	26
6.8	PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.	26
6.9	ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA DE LOS NUEVOS MÓDULOS A INSTALAR	26
7	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	29
7.1	DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	29
7.2	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	30
7.2.1	Criterios y fórmulas utilizadas	30
7.2.2	Cálculo circuito CC de unión de la serie de paneles	31
7.2.3	Cálculo circuito CA (trifásico) desde inversores a cuadro contador existente 32	
7.2.4	Cálculo de la puesta a tierra	35
8	MONITORIZACIÓN	35
9	IMPACTO AMBIENTAL	36

9.1	COORDENADAS UTM DE LOS ÁNGULOS DEL CERRAMIENTO.....	36
9.2	ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN QUE SUFRE EL SUELO CON LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA	36
9.3	ZONAS PERIFÉRICAS DE PROTECCIÓN Y ZONAS SENSIBLES	36
9.4	DISTANCIAS A NÚCLEOS HABITADOS	36
9.5	SUPERFICIE UTILIZADA.....	36
9.6	CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO DE SUELO RÚSTICO	36
9.7	MAGNITUD Y COMPLEJIDAD DEL IMPACTO	36
9.7.1	Incidencia de la instalación en el medio	36
9.8	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SECTORIAL VIGENTE	37
9.9	CONTROL, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES	38
9.10	GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	38
9.11	PROBABILIDAD DEL IMPACTO	38
9.12	DURACIÓN, FRECUENCIA Y REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO	38
10	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	40
10.1	ANTECEDENTES	40
10.2	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	40
10.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	40
10.4	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	40
10.5	REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN	41
10.6	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	41
10.7	PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE RESIDUOS ESTIMADOS	42
11	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA	43
11.1	JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO R.D.244/2019.....	44
11.1.1	Ámbito de aplicación.....	44
11.1.2	Modalidad de suministro	44
11.1.3	Modalidad autoconsumo	45
11.1.4	Punto de suministro	45
11.1.5	Régimen autoconsumo	45
11.1.6	Modificación contrato de suministro	45
11.1.7	Medida energética	46
11.1.8	Tarificación o compensación.....	46
11.1.9	Esquema tipo en la instalación diseñada	47
11.2	DESCLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES.....	47
13	PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO	49
14	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN	50
14.1	DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA	50
14.2	ACOPIO DE MATERIALES	50
14.3	MONTAJE E INSTALACIÓN	50
14.4	VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....	50
15	MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS.....	51
16	CONCLUSIÓN	55
17	ANEXO I: REFERENCIA CATASTRAL	56

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

Dentro de la estrategia de la empresa “FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL” para la descarbonización y uso de energías renovables en sus edificios, se ha previsto ampliar las instalaciones solares fotovoltaicas del edificio dedicado a HOSPITAL de FREMAP situado en Majadahonda.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de esta actuación es la mejora de la eficiencia energética del edificio, la disminución del consumo de energía y la evitación de emisiones de efecto invernadero.

Dicha actuación consistirá en la definición completa de una instalación solar fotovoltaica a ubicar en una de las cubiertas planas del edificio y en una de las marquesinas del aparcamiento exterior del centro.

El presente proyecto dará las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

Se redacta por el Ingeniero Técnico Industrial **D. Jorge Muñoz Fernández, colegiado nº 560 en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Guadalajara**, de acuerdo con la propiedad y conforme los criterios de los servicios técnicos municipales.

1.3 ALCANCE

El alcance del presente proyecto engloba la instalación de las placas, inversor, protecciones, líneas de evacuación de energía y acoplamiento a la instalación de baja tensión existente en el cuadro de baja tensión propiedad del titular.

De la instalación de generación, se suministrará energía al resto de la instalación propiedad del titular a través de la instalación existente, todo ello de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

1.4 DATOS DEL SOLICITANTE

El presente proyecto ha sido encargado por FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL, con C.I.F.: G28207017 y domicilio en Carretera de Pozuelo, Nº61, 28222 de Majadahonda.

La cubierta plana y las marquesinas sobre las que se efectúa la instalación solar fotovoltaica es propiedad del FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL y se encuentra en el interior de su parcela.

1.5 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación solar fotovoltaica se encontrará sobre una de las cubiertas planas y una de las marquesinas del aparcamiento del Hospital de FREMAP, tal y como se puede observar en planos.

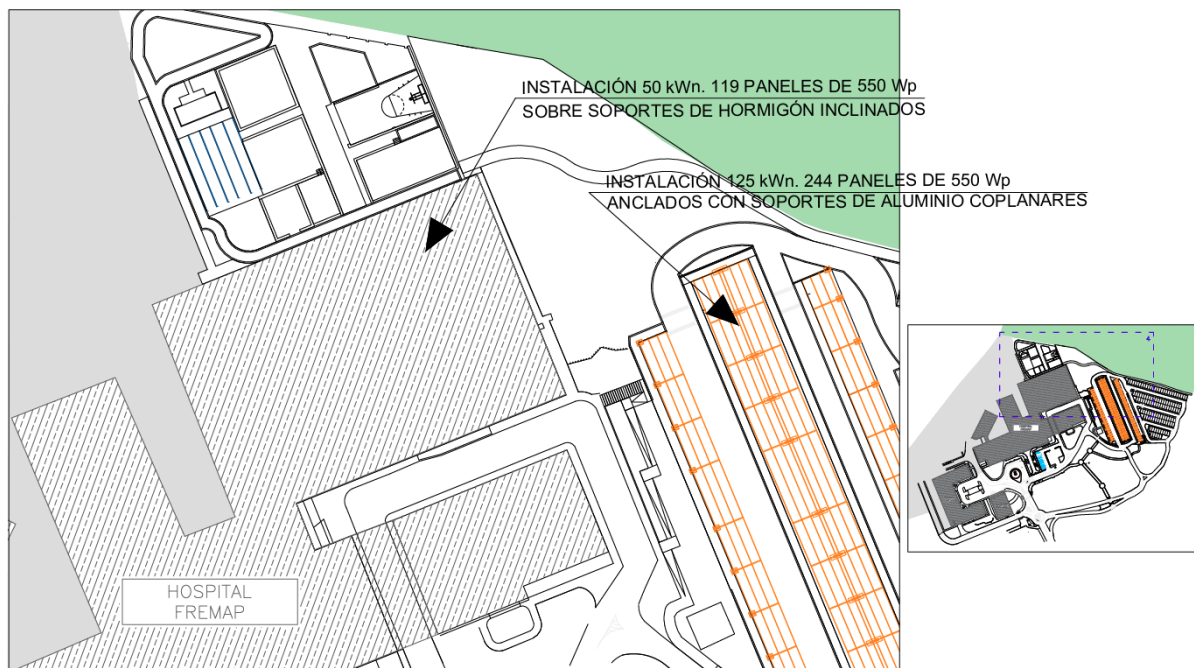
El emplazamiento de dicha instalación, situada en Carretera de Pozuelo, Nº61, 28222 Majadahonda, Madrid.

La referencia catastral donde se realizará la instalación de las placas solares fotovoltaicas para autoconsumo sin excedentes es 7984101VK2778S0001AJ.

No se ampliará superficie de edificación sobre dicha parcela, al ejecutarse la instalación sobre cubierta y marquesina existentes.

En dicho edificio se dispone de cuarto técnico donde se encuentra el cuadro de mando y protección general de Baja Tensión, donde se acometerá para su conexión de autoconsumo propio. Este es el punto donde se encuentra la conexión eléctrica con la red de distribución

de la compañía distribuidora IBERDROLA, con entronque de entrada y salida. El CUPS para el desarrollo de la actividad está a nombre del titular del proyecto.



2 NORMATIVA APLICABLE

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta la siguiente normativa y disposiciones vigentes hasta la fecha:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico. (BOE 28 noviembre 1997)
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. (BOE 18 septiembre 2002)
- Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión. (BOE 31 diciembre 2002)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18 septiembre 2007)
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora de Electricidad
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, Real Decreto 486/1997 de 14/04/97
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (R.D. 773/1997 de 30 de mayo).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo (R.D. 1.215/1997 de 18 de julio)
- Disposiciones Mínimas de Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores Frente al Riesgo Eléctrico. Real Decreto 614/2.001 de 8 de Julio de 2.001.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Contratación, Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la Compañía Distribuidora de la zona.
- Instrucción 20/04/2005 por el Director General de Industria y Energía que establece los criterios técnicos y administrativos para la conexión, a las redes del servicio esencial de distribución, de las instalaciones fotovoltaicas o agrupaciones de estas instalaciones, conocidas como huertos o granjas fotovoltaicas, para garantizar su compatibilidad con dicha red.

Decreto 299/2003 de 4 de noviembre de 2003, por el que se regula el procedimiento de reconocimiento de la Condición de Instalación de Producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial y la creación del Registro Autonómico de las Instalaciones acogidas a dicho régimen. (D.O.C.M 158).

3 RELACIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS

La relación de concesiones y licencias necesarias para la puesta en marcha de las instalaciones es la siguiente:

- Autorización ambiental (en el caso de instalaciones en terrenos no urbanizables).
- Informe sobre compatibilidad urbanística.
- Obtención de autorización administrativa y aprobación de proyecto o memoria técnica de diseño.
- Obtención de la licencia de obra por parte del ayuntamiento.
- Ejecución material de la obra.
- Firma y entrega del boletín de instalación por parte de Instalador Autorizado.
- Formalización del contrato con la empresa suministradora.
- Puesta en marcha de la instalación.

4 DESCRIPCIÓN Y SOLUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES

La instalación fotovoltaica se caracteriza por ser simple, silenciosa, de larga duración, de elevada fiabilidad, apenas requiere mantenimiento y no produce contaminación ambiental.

Presenta tres subsistemas claramente diferenciados:

- Grupo generador fotovoltaico: está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, encargados de captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.
- Inversor/inversores: son dispositivos electrónicos, que basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, de la misma tensión y frecuencia que la de la red. De esta manera la instalación fotovoltaica puede operar en paralelo con la red.
- Protecciones: esta parte representa y constituye una configuración de elementos que actúan como interfaz de conexión entre la instalación fotovoltaica y la red en condiciones adecuadas de seguridad, tanto para personas, como para los distintos componentes que la configuran.
- El sistema consta, además, de las necesarias protecciones y la correspondiente instalación de puesta a tierra.

Particularizando para nuestro caso, se realizará sobre cubierta plana y la marquesina de un aparcamiento de vehículos la instalación de paneles fotovoltaicos anclados mediante soportes de hormigón inclinados en el caso de la cubierta plana, y de soportes coplanares a la estructura en el caso de la marquesina. Dicha instalación será de Autoconsumo sin Excedentes. En ese punto, en su Cuadro General se realizará la conexión a la red de distribución de la compañía suministradora Iberdrola, instalando un Corte General y acometiendo al embarrado del Cuadro General de Baja Tensión del edificio.

Con dicho fin, se opta por la instalación de paneles solares fotovoltaicas policristalino, tal y como se muestra en la documentación gráfica anexa.

Se trata de realizar una instalación de 175,00 kW nominales, 200,20 kW pico. Además, se realizará la conexión al embarrado del cuadro general de mando y protección del edificio.

La instalación y distribución de cadenas de módulos por inversor, se resume:

- Inversor 1 (50 kW) en cubierta plana: 6 cadenas de 17 módulos y 1 cadena de 18 módulos (66,00 kWp).
- Inversor 2 (125 kW): 8 cadenas de 17 módulos y 6 cadenas de 8 módulos (134,2 kWp).

Todos los paneles irán anclados a estructuras soporte de las características que posteriormente se explicarán.

El posicionamiento y distribución de paneles, no es significativo del tipo de conexionado que se realizará para poder redistribuir la energía por strings e inversores. De acuerdo, a dicha distribución, se realizará el conexionado que se marca en planos y que se adjunta en la siguiente tabla:

ZONA INST.	Nº INV/MPPT/ Nº STRING	NºPANELES
PLANA	1/1/1	17
PLANA	1/1/2	17
PLANA	1/2/1	17
PLANA	1/2/2	17
PLANA	1/3/1	17
PLANA	1/3/2	17
PLANA	1/3/3	18
MARQUESINA	2/1/1	17
MARQUESINA	2/1/2	17
MARQUESINA	2/2/1	17
MARQUESINA	2/2/2	17
MARQUESINA	2/3/1	18
MARQUESINA	2/3/2	18
MARQUESINA	2/4/1	18
MARQUESINA	2/4/2	17
MARQUESINA	2/5/1	17
MARQUESINA	2/5/2	17
MARQUESINA	2/6/1	17
MARQUESINA	2/6/2	18
MARQUESINA	2/7/1	18
MARQUESINA	2/7/2	18

Para tanto, se instalarán:

- 200,20 kW pico con 364 paneles monocristalinos de 550 Wp marca JASOLAR modelo JAM72S30-550/MR o similar
- Un inversor trifásico marca Fronius tipo TAURO 50-3-D o similar. El inversor se instalará en pared, en una galería próxima al cuadro de mando y protección general del edificio. La salida en corriente alterna de dicho inversor se conectará al mencionado cuadro general.
- Un inversor trifásico marca Fronius tipo ARGENO 125.0 o similar. El inversor se instalará en pared, en una galería próxima al cuadro de mando y protección general del edificio. La salida en corriente alterna de dicho inversor se conectará al mencionado cuadro general.

4.2 SOLUCIÓN AL PROYECTO

Se realizará la disposición física de paneles orientados:

- 1) Marquesina NE: 112° NE INCLINACION 3° -> 122 PANELES -> 67,1 KWp
- 2) Marquesina SO: 68° SO INCLINACION 3° -> 122 PANELES -> 67,1 KWp
- 3) Cubierta plana: -22° SE INCLINACION 18° -> 120 PANELES -> 66,00 KWp

El cableado que unirá todos los paneles hasta la caja de conexiones será de 2x10 mm² en Cu. En su tramo por la cubierta plana y la marquesina discurrirá sobre bandeja con tapa en montaje superficial hasta pasar a instalación enterrada hasta la arqueta de paso a la galería. El tramo desde la entrada a la galería hasta la pared donde se albergará el inversor será sobre bandeja existente.

El autoconsumo a instalar será SIN EXCEDENTE A COMPENSAR ECONÓMICAMENTE.

4.2.1 Captadores solares

El generador fotovoltaico está formado por un total de 364 Ud. módulos fotovoltaicos de la marca JASOLAR modelo JAM72S30-550/MR o similar.

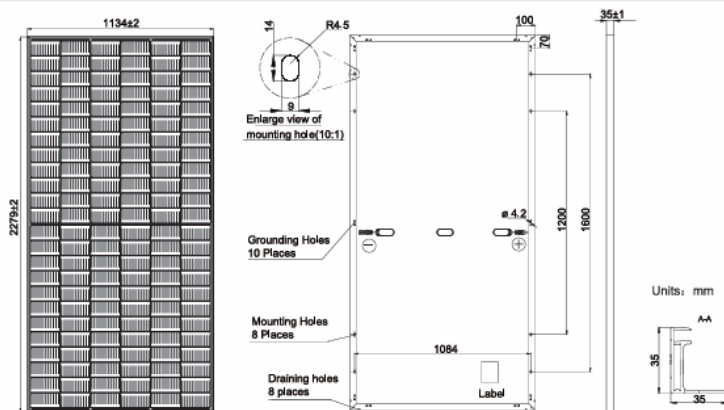
Cada módulo, de Silicio Monocristalino, tiene una potencia nominal de 550 W.

Las características técnicas del módulo son las siguientes:

JASOLAR

JAM72S30 525-550/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

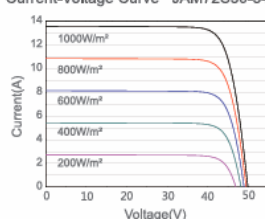
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

OPERATING CONDITIONS

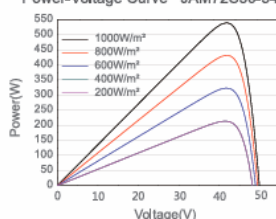
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load Front*	5400Pa(112lb/ft ²)
Maximum Static Load Back*	2400Pa(50lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

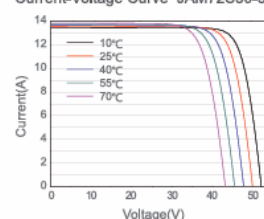
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Cada módulo llevará de forma claramente visible el modelo, nombre y logotipo del fabricante. Además, poseerán una identificación individual (número de serie).

Los módulos estarán debidamente encapsulados y protegidos contra la intemperie. Además, cada módulo llevará incorporado en las cajas de conexionado dos diodos de bypass para evitar la formación de puntos calientes por sombreado y minimizar pérdidas. El grado de protección de las cajas de conexionado y de los módulos será IP65 de forma opcional, sino IP-54.

La potencia de salida está sujeta a una tolerancia de +/-5 %.

4.2.2 Inversor solar

El inversor solar fotovoltaico es el encargado de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente aprovechable para inyectar en el embarrado del cuadro general para autoconsumo.

En nuestro caso hemos elegido dos inversores:

- Un inversor trifásico marca **Fronius** tipo **Tauro 50 kW** de 50 KW o similar con una potencia máxima de 50,0 KW de salida. Las características técnicas del inversor son las siguientes:

			Tauro			Tauro ECO			
			50-3-P			50-3-P		100-3-P	
Datos de entrada	Número de seguidores MPP		3			1		1	
	Máxima corriente de entrada (Idc máx)	A	134			87,5		175	
	Máxima corriente de cortocircuito (Isc máx, inversor)	A	240			178		250	
	Rango de tensión de entrada CC (Ucc mín - Ucc máx)	V	200 - 1000			580 - 1000		580 - 1000	
	Tensión de puesta en servicio (Udc arranque)	V	200			650		650	
	Rango de tensión MPP (Umpp mín - Umpp máx)	V	400 - 870			580 - 930		580 - 930	
	Máxima potencia del generador FV (Pcc máx)	kWp	75			75		150	
			FV1	FV2	FV3	FV1	FV2	FV1	FV2
	Máxima corriente de entrada por campo de módulo	A	36	36	72	75	75	100	100
	Máxima corriente de cortocircuito	A	72	72	125	125	125	125	125
Número de entradas CC		1	1	1	1	1	1	1	
Datos de salida	Potencia nominal CA (Pac,r)	W	50 000			50 000		100 000	
	Máxima corriente de salida	VA	50 000			50 000		100 000	
	Corriente de salida CA (Iac máx.)	A	76			76		152	
	Acoplamiento a la red (Uac,r)	V	3~ NPE 400/230; 3~ NPE 380/220						
	Frecuencia (rango de frecuencia fmin - f máx)	Hz	50 / 60 (45 - 65)						
	Factor de potencia (cos φac,r)		0 - 1 ind. / cap.						
Datos generales	Dimensiones (altura x anchura x profundidad)		755 × 1109 × 346 mm (sin montaje en pared)						
	Peso		92			74		103	
	Tipo de protección		IP 65			IP 65		IP 65	
	Clase de protección		1			1		1	
	Consumo nocturno		< 16			< 16		< 16	
	Refrigeración		Tecnología de Ventilación Activa y sistema de doble capa						
	Instalación		Interior y exterior¹						
	Rango de temperatura ambiente		-40 a +65 °C²						
	Certificados y cumplimiento de normas³		AS/NZS 4777.2:2020 IEC62109-1/-2 VDE-AR-N 4105:2018 IEC62116 EN50549-1:2019 & EN50549-2:2019 VDE-AR-N 4110:2018 CEI 0-16:2019 CEI 0-21:2019						

- Un inversor trifásico marca **Fronius** tipo **ARGENO 125.0** de 125 KW o similar con una potencia máxima de 125,0 KW de salida. Las características técnicas del inversor son las siguientes:

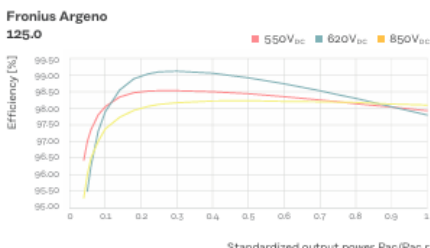
Technical data

			Fronius Argeno									
			Argeno 125.0									
Input Data	Number of MPP trackers		10									
			PV 1	PV 2	PV 3	PV 4	PV 5	PV 6	PV 7	PV 8	PV 9	PV 10
	Number of DC connections per MPPT		2									
	Max. usable input current per MPPT ($I_{DC \max, MPPT}$)	A	30									
	Max. usable input current per string ($I_{DC \max, string}$)	A	20									
	Max. module array short circuit current per MPPT ($I_{sc \text{ pv, MPPT}}$)	A	37.5									
	Max. module array short circuit current per string ($I_{sc \text{ pv, string}}$)	A	25									
	Max. module array short circuit current inverter ($I_{sc \text{ pv, inverter}}$)	A	37.5									
	Nominal input voltage ($U_{DC,r}$)	V	620									
	DC input voltage range ($U_{DC \min} - U_{DC \max}$)	V	200 - 1,100									
	Feed-in start voltage ($U_{DC \text{ start}}$)	V	250									
	Usable MPP voltage range ($U_{mpp \min} - U_{mpp \max}$)	V	200 - 1,000									
	Usable MPP voltage range (at rated power) ($U_{mpp \min} - U_{mpp \max}$)	V	550 - 850									
	Max. usable DC power ($P_{DC \max, PV}$)	Wpeak	250,000									
	Max. usable DC power - MPPT ($P_{DC \max, PV}$)	Wpeak	15,500									
	Max. PV generator power inverter ($P_{PV \max}$)	Wpeak	250,000									
Output Data	AC rated output ($P_{AC,r}$)	W	125,000 @ 400V 120,000 @ 380V									
	Max. output power	VA	125,000									
	AC output current per phase ($I_{AC, r}$)	A	180.4									
	Grid connection ($U_{AC,r}$)	V	3- (N)PE 400/230									
	Frequency (frequency range $f_{\min} - f_{\max}$)	Hz	50 / 60 (45 - 65)									
	Total harmonic distortion	%	< 3									
	Power factor ($\cos \phi_{AC,r}$)		0.80 ind. / cap.									
General Data	Dimensions (height x width x depth)	mm	755 x 1070 x 330									
	Weight inverter	kg	< 90									
	Degree of protection		IP 66									
	Protection class		1									
	Overvoltage category (DC / AC)		2 / 3									
	Night-time consumption	W	4.8									
	Cooling		Active cooling									
	Installation		Wall mounting bracket									
	Ambient temperature range	°C	-25 to +60									
	Permitted humidity	%	0 - 100									
	Noise emissions	db (A)	< 60									
	Max. altitude above sea level	m	3,000									
	Certificates and compliance with standards		VDE4105, VDE 4110, TOR Erzeuger Type A&B + R25, ... Further certificates on www.fronius.com									

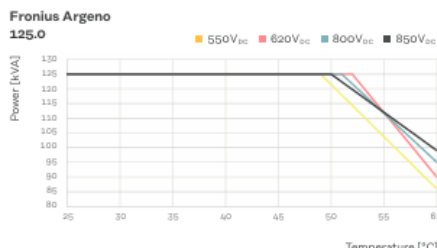
Technical data

				Fronius Argono	
				Argono 125.0	
Connection technology	AC	Cable cross section	mm ²	50 to 240	
		AC conductor material		Al and Cu	
		Connection terminals		M10 cable lug	
	DC	Connection terminals		Phoenix Contact, tool-less assembly, mating connector included	
		DC conductor material		Cu	
Efficiency	Max. efficiency		%	99.1	
	European efficiency (η _{EU})		%	98.7	
	MPP-adaptation efficiency		%	> 99.6	
Protection devices	DC insulation measurement			Integrated	
	DC disconnect			Integrated	
	RCMU			Integrated	
	Arc fault circuit interrupter (Fronius Arc Guard)			Optional	
	Polarity reversal protection			Integrated	
	DC/AC surge protection			Type 1+2, replaceable	
Interfaces	Ethernet LAN RJ45 Daisy Chain			Integrated	
	Static IP LAN RJ45 connection			Integrated	
	Wired Shutdown (WSD)			Integrated	
	Datalogger and Webserver			Integrated	
	Solar.web			Integrated	

Efficiency



Power derating



4.2.3 Caja de conexiones

No se hará uso de cajas de conexiones.

4.2.4 Estructura soporte

La estructura a montar está realizada a base de perfilaría de aluminio y fijaciones de acero inoxidable para fijación de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada de chapa o panel sandwich modelo SUNFER 03V o similar en el caso de las marquesinas. En la cubierta plana, el anclaje se hará mediante bloques de hormigón tipo solarbloc o similar, sin taladrar la cubierta. Se adjuntan las fichas técnicas a continuación:



1.4

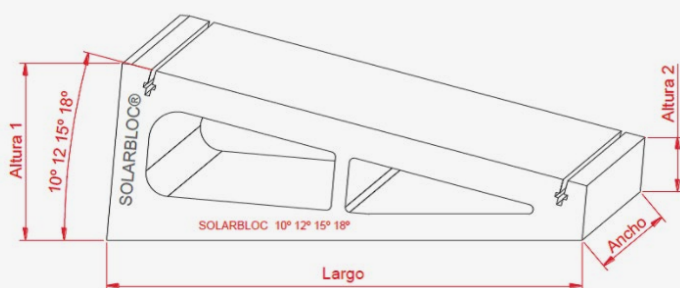
DATOS TÉCNICOS SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS 10º, 12º, 15º, 18º, 28º, 30º, 34º

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.

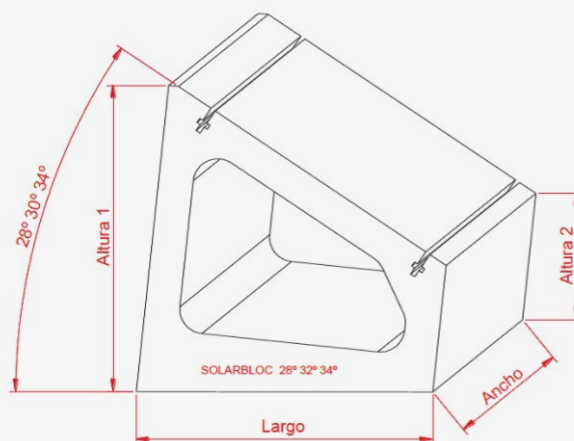
DIMENSIONES Y PESOS SEGÚN LA INCLINACIÓN

Inclinación apoyos

Grupo	Grupo 1				Grupo 2		
Inclinación	10º	12º	15º	18º	28º	30º	34º
Altura 1 (cm)	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	100,0	100,0	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20						



Grupo 1



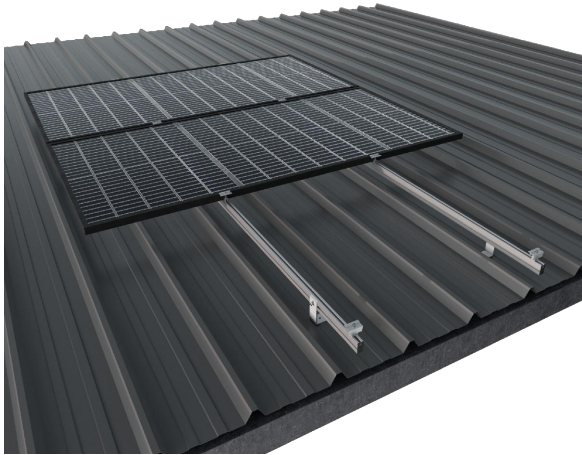
Grupo 2

Más información en solarbloc.es

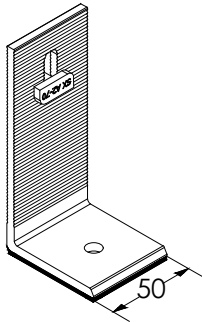
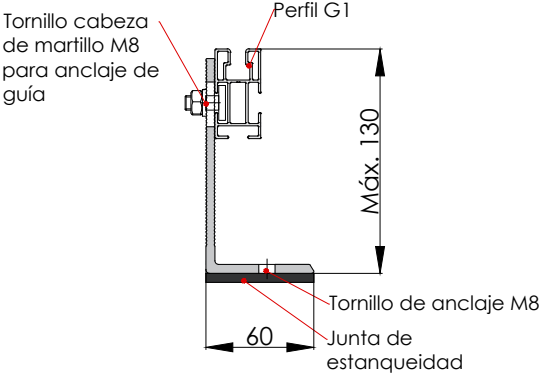
Ficha técnica

03V

Soporte coplanar continuo fijación a correas



Nota: Comprobar el nº de correas



- Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas
- Valido para de cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 28 hasta 40 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

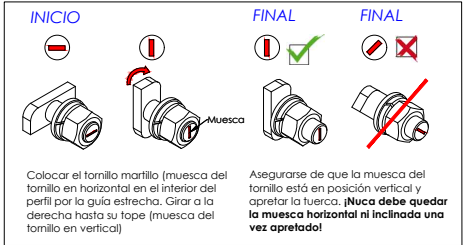
Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

2400x1150

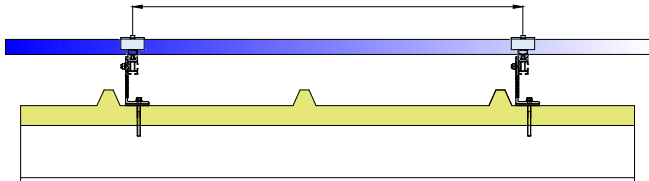


Carga de nieve: 40 kg/m²

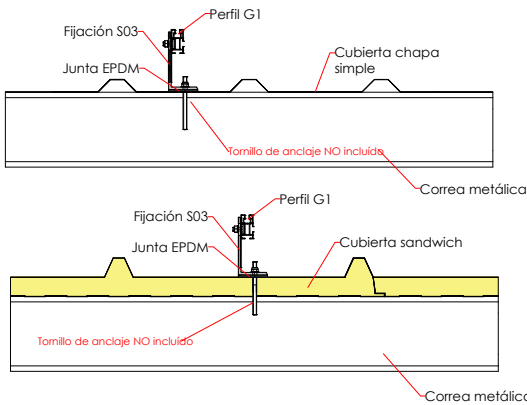


Perfil G1

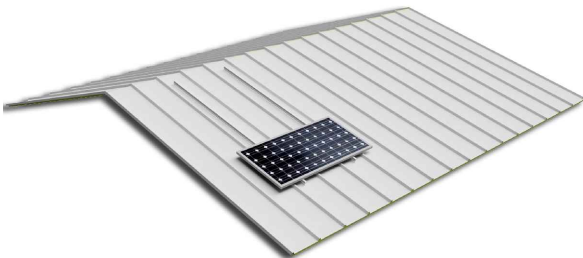
Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



*Para anclaje, se recomienda usar un tornillo con arandela de sellado



Par de apriete:	
Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M4.2/4.8 Hexagonal	6 Nm



Perfiles perpendiculares a la cumbrera

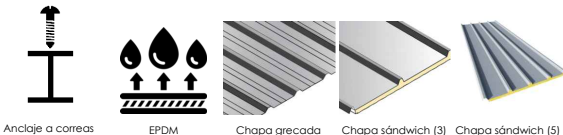
Herramientas necesarias:



Seguridad:



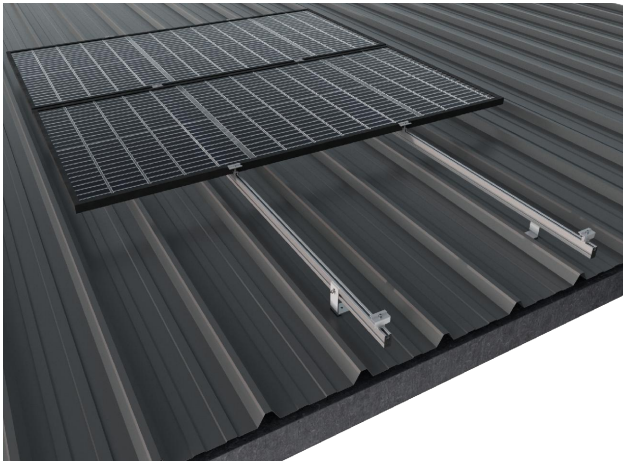
Marcado ES19/86524 CE



Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo fijación a correas

03V
Sistema kit

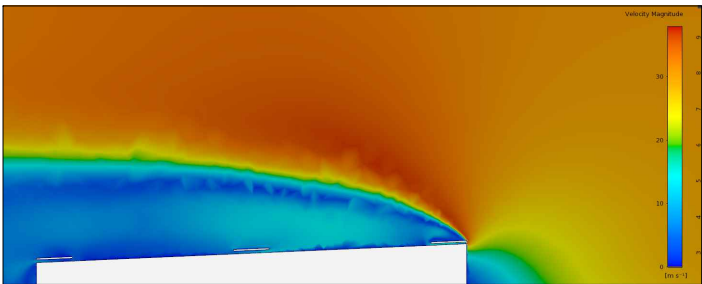


Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2400x1150	150	150	150	150	150	150	Velocidad del viento km/h

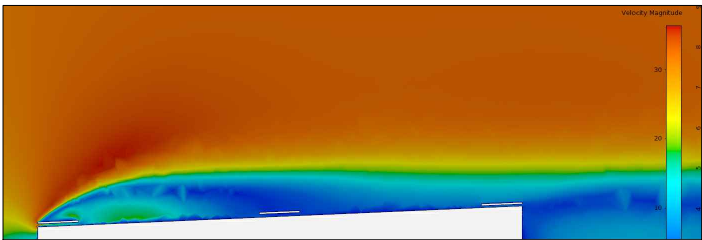
Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

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

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



Flujo viento norte - En estructura coplanar.

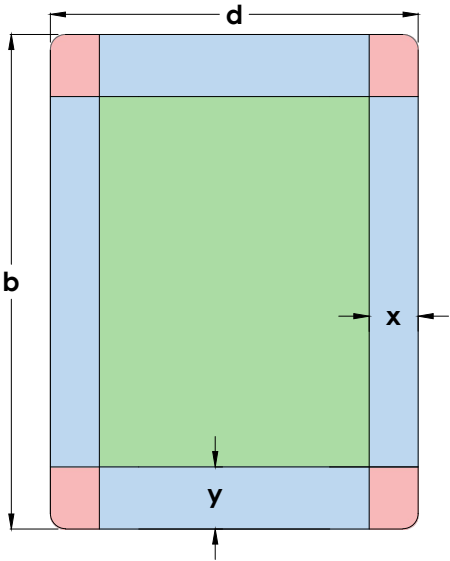


Flujo viento sur - En estructura coplanar.

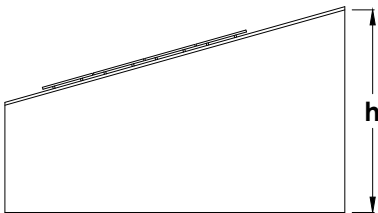
- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes.
- Para evitar turbulencias y otros efectos nefastos, se debe instalar los paneles fotovoltaicos dentro de la zona verde. No se debe instalar paneles fotovoltaicos en las zonas de turbulencia.

$$e = \min [b, 2h]$$

$$x = \text{Max} [e/10, 0.5\text{m}]$$
$$y = \text{Max} [e/4, 0.5\text{m}]$$



- Zona segura de instalación
- Zona con turbulencia
- Zona con turbulencia extrema



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

4.2.5 Cableado del campo fotovoltaico, diodos y protecciones

La instalación, cumplirá con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 1842/2002.

Todos los conductores son de cobre. El dimensionado de los cables (sección) es tal que las caídas de tensión desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada de los inversores cumplirán la exigencia de que, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 2,0 % y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 1,0%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las medidas en las cajas de conexiones.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, utilizando los equipos y materiales de aislamiento eléctrico necesarios.

Se utilizará cable de cobre flexible unipolar, con aislamiento XLPE y cubierta de PVC o similar, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexiones serán inferiores a las indicadas anteriormente.

Los cables utilizados cumplen con la normativa vigente UNE 21123 en cuanto a aislamiento y grado de protección, adecuados para su uso en intemperie, al aire libre o enterrado. En particular poseen un aislamiento 0,6/1KV y son de doble aislamiento (clase II). Los tipos de aislamiento permisibles son: policloruro de vinilo, goma butilica (butil), etileno-propileno o polietileno reticulado.

En general, el cableado correspondiente al tramo CA, es decir, el que transcurre desde los inversores hasta el Cuadro General, se seguirá en lo dispuesto en la ITC-BT-06 (redes aéreas).

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos FV en cada uno de los paneles estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura:

- Cableado entre módulos y ramas e inversores RV1-K 0,6 / 1kV
- Resto del cableado RV1-K 0,6 / 1 kV
- No propagador de llama: Une 20.432-I(IEC-332-I)
- Conductor de cobre: Clase 5
- Aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado).
- Cubierta PVC arilo-nitrilo
- Temperatura máxima: 90°C
- Construcción según: UNE 21123
- Utilización: Distribución de energía en Baja Tensión, en interior y exterior para instalaciones fijas.

El cableado entre las cajas de conexiones de cada módulo en cada panel para formar las conexiones en serie y el inversor se efectúa mediante cable flexible y de longitud adecuada para que no exista peligro de cizalladura.

Los cableados estarán adecuadamente etiquetados, de acuerdo con los esquemas eléctricos.

Los positivos y los negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y debidamente protegidos hasta los interruptores de corte.

El cable utilizado será del tipo ZZ-F (AS) 0,6/1 kV de la sección que corresponda para respetar la correspondiente caída de tensión.

Las líneas canalizadas por la marquesina y la cubierta plana irán por bandeja con tapa adecuadamente conectado a tierra.

Las canalizaciones empleadas en la instalación deberán cumplir la ITC-BT-030 en cuanto a instalaciones en locales mojados.

Para los tramos accesibles (alturas respecto al suelo inferiores a 2,5 m.), el cableado se instalará bajo tubo, siguiendo lo especificado en la ITC-BT-06 (3.1.1) e ITC-BT-11 (1.2.1).

Las cajas de conexionado utilizadas en el campo FV tendrán una protección intemperie IP 65, serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio y prensado en caliente. Dispondrán de un tejado de protección frente a la lluvia que servirá como sombra (protección del calentamiento directo de la luz solar). Dispondrán de ventilación natural con protección frente a insectos. Cada caja dispondrá de una puerta dotada de un cierre con barra de 3 puntos accionado mediante llave. Dispondrá de una placa de montaje en su interior de dimensiones adecuadas para la colocación de los siguientes elementos:

- Bornas de conexionado para realizar los paralelos de sección adecuada a los cables utilizados.
- Diodos de protección antiparalelo, dimensionados adecuadamente, montados sobre placa de refrigeración para evitar la formación de puntos calientes en cada una de las ramas en paralelo de las series de las que consta un grupo. La tensión inversa de los diodos será superior a la máxima tensión posible de circuito abierto del campo fotovoltaico.
- Fusibles seccionadores para el terminal positivo y negativo para cada rama de módulos conectados en serie de los respectivos subcampos. Los fusibles serán del tipo rápido.

La totalidad de estos elementos se instalará con métodos de fijación adecuados (raíles, etc.). La tensión de aislamiento exigible a la totalidad de los bornes y contactos en general será de 1000 VDC.

La estructura del generador cuenta con un sistema de puesta a tierra para garantizar el valor normalizado (según REBT) de resistencia de puesta a tierra. La sección mínima del conductor de puesta a tierra es de 16 mm².

La configuración eléctrica del generador fotovoltaico es flotante, ninguno de los polos está conectado a la tierra de la instalación.

Todas las partes metálicas están conectadas a la tierra de la instalación.

La tierra de la instalación es una tierra independiente, según RD 1663, que no altera 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. Toda la instalación dispondrá de tierra al encontrarse en el exterior.

La instalación dispone de los elementos necesarios para desconexión manual y automática de forma independiente en ambos terminales de cada una de las ramas y el resto del generador.

Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra los efectos de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65 y los de interior sin acceso, IP20. Por lo tanto, el cableado es de doble aislamiento y adecuado para este uso de acuerdo con la norma UNE 21123.

4.2.6 Protecciones y seguridad

La central será diseñada de modo que cumpla el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y el RD 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, además de los Manuales Técnicos de la Compañía Suministradora en el ámbito de su competencia, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución. Además, se considerarán las especificaciones recomendadas por la compañía eléctrica a cuya red se conectará la central fotovoltaica.

En concreto en la instalación se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores (secciones y aislamiento) serán calculados para cumplir el REBT
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles y magnetotérmicos contra intensidades.
- Los conductores del campo fotovoltaico serán dimensionados para soportar, como mínimo, el 150% de la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección. El cálculo de las secciones cumplirá las disposiciones del REBT. Además, las secciones serán tales que las pérdidas totales máximas sean inferiores al 2,0 %.

- Los conductores del campo fotovoltaico se dotarán de fusibles seccionadores rápidos dimensionados al 150% de la intensidad de cortocircuito en cada una de las líneas que vienen del campo FV y en la línea total al inversor. Además, se situarán diodos antiparalelos en cada línea del campo.
- La estructura y marco de los módulos fotovoltaicos estarán conectadas a tierra de acuerdo con el REBT y tal como exige el RD 1663/2000. La conexión a tierra de la estructura soporte ofrecerá por un lado una buena protección contra sobrecargas atmosféricas y por otro lado una superficie equipotencial que previene ante contactos indirectos (en el caso de que uno de los polos activos del campo fotovoltaico presente un contacto de defecto con la estructura, si está puesta a tierra se evitan daños por contacto de una persona con la estructura)
- Los inversores utilizados evitarán que se puedan poner en contacto los conductores DC con los conductores de corriente AC (aislamiento galvánico o equivalente)

Además de lo expuesto anteriormente, la parte de la instalación de corriente alterna se realizará de acuerdo con la normativa aplicable en concreto:

- La instalación estará protegida contra contactos directos, según las medidas a, b y c del apartado 1 del MIETB021 del REBT. Incluirá una combinación de tres tipos de protecciones: alejamiento de las partes activas e la instalación junto con una interposición de obstáculos que impiden todo contacto accidental con las partes activas y recubrimiento de las partes activas con aislamiento apropiado. Los conductores poseerán un aislamiento superior a 1000 V (corriente de contacto < 1mA). Se utilizarán cajas aislantes e inaccesibles para todos los conexiones. Los conductores estarán aislados mediante tubo de cualquier contacto. Las partes metálicas utilizadas para impedir cualquier contacto accidental con las partes activas estarán protegidas contra contactos indirectos.
- La instalación estará protegida contra contactos directos, según las medidas indicadas en el apartado 2 del MIEBT021 del REBT. En concreto, para los circuitos de corriente alterna se utilizará la medida de protección de clase B *“Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto”*.

Todas las partes metálicas y masas de la instalación, tanto de la parte de continua como de la de alterna, estarán conectadas a una única tierra, que además es independiente de la línea de distribución, de acuerdo con el REBT y el RD1663/2000.

La instalación incluye los siguientes sistemas de protección:

- *Interruptor/seccionador o interruptor de corte general*, que es un interruptor /seccionador con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la conexión manual. Además, proporcionará aislamiento sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- *Interruptor automático diferencial*, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de la instalación. Se ubicará en la instalación del productor y será acorde a lo indicado en el REBT. En particular, la protección diferencial cumplirá lo indicado en la ITC-BT-25, por lo que su intensidad diferencial residual máxima será de 300 mA.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión- conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de red, junto a un relé de enclavamiento. Esta protección está incluida en las protecciones internas del inversor.
- Protecciones voltimétricas de la conexión. Esta protección está incluida en el inversor:
 - o Un relé de máxima y mínima frecuencia (81m-M), conectado entre fases, ajustado a 50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y de 3 segundos respectivamente.

- Un relé de máxima tensión, conectado entre fases a 1,1 Un y 1,15 Un con una temporización máxima de 1,5 y 0,2 segundos respectivamente.
- Un relé trifásico de mínima tensión, conectado entre fases, ajustado a 0.85 con una temporización máxima de 1,5 segundos.

De esta forma, se integran en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, y las maniobras automáticas de desconexión- conexión serán realizadas por este.

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión. Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones a las que hacen referencia los artículos 6 y 7 del RD 1663/2000.
- El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica es automático, una vez restablecida la tensión de red de la empresa distribuidora.
- Fusible seccionador entre contador y red de distribución.
- Protección contra sobretensiones inducidas tipo II en el tramo CA. Para la protección en el tramo CC, se hará uso de las protecciones integradas en el equipo inversor.
- Cartuchos fusibles clase gG en bases modulares portafusibles para la protección de la instalación CC y la entrada al inversor. Se instalará un fusible por cada conductor activo.

Se dispone adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial, ya que cumplen con las siguientes condiciones:

- Las funciones son realizadas mediante un contactor cuyo rearme es automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de red.
- El contactor, gobernado normalmente por el inversor, puede ser activado manualmente.
- El estado del contactor (on/off) está señalizado con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.

4.2.7 Sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el REBT en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el REBT para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

4.2.8 Protección contra rayos e instalación de puesta a tierra.

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Además de estas medidas de protección se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias encaminadas a hacer de la instalación una instalación intrínsecamente segura contra el daño a las personas y a los equipos que la componen, se contará con las protecciones que incorporarán los inversores para la conexión a red. Además, para la protección de los módulos fotovoltaicos se utilizarán varistores, que estarán conectados a la red de tierra con la que cuenta la instalación.

La instalación cumplirá con el artículo 12 del RD 1663/2000 que dice:

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico. Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una

tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el REBT, así como de las masas del resto de suministros.

Toda la estructura soportante, irán a tierra.

La bandeja instalada en cubierta llevara una instalación en cable de Cu desnudo de puesta a tierra.

Igualmente, los inversores incorporarán en su instalación o bien una pica a tierra o un sistema de conexionado a tierra.

4.2.9 Contador

La medida general de energía se realizará en baja tensión.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 % de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

La medida de la instalación fotovoltaica conectada a la red de distribución de baja tensión se realizará de acuerdo con lo dispuesto en el RD 1110/2007 de 24 de agosto. Ubicado dicho contador en el cuadro de BT de vertido de generación neta.

4.2.10 Conexión a red

La instalación a realizar SI se conectará a la red, por lo que cumplirá con lo dispuesto en el RD 1663/2000 es sus artículos 8 y 9.

4.2.11 Armónicos y compatibilidad electromagnética

La generación de armónicos y la compatibilidad electromagnética de esta instalación cumplen con lo dispuesto en el RD 1663/2000 en su artículo 13. Los niveles de emisión e inmunidad cumplen con la reglamentación vigente.

Para la estimación de cargas, se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

1. Radiación Sobre Superficie Horizontal, según Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).
2. Orientación del edificio.
3. Temperatura Ambiente según Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).
4. Temperatura de agua de red, teórica a partir de la temperatura media anual.
5. Niveles de ocupación y disposición.
6. Rendimiento de colector solar según datos de fabricante.

Condiciones exteriores:

Las condiciones exteriores, han sido tomadas de la UNE 100-001-85, siendo estos los siguientes:

Provincia	Estación	Indicativo
Madrid	Getafe (Base Aérea)	3200

UBICACIÓN: AEROPUERTO

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
617	40°18'00"	03°43'21"W	87.600 (1998-2007)	(4) 18.980 (1998-2007)		

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-8,6	-2,2	-0,8	12,1	84	38,2

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
40,6	36,0	20,3	34,8	20,0	33,4	19,7	15,8

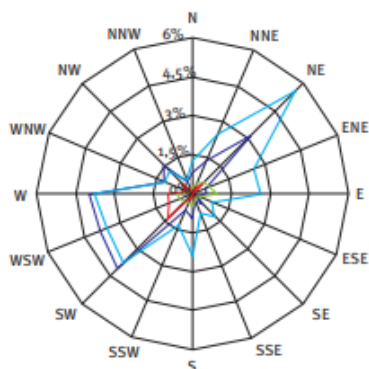
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
21,4	34,2	20,6	33,6	20,0	33,1

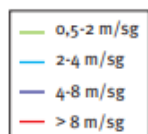
VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	5,8	7,4	286	440	0		
Febrero	7,6	9,5	212	351	0		
Marzo	10,9	12,7	144	284	2		
Abril	12,9	14,7	98	221	7		
Mayo	17,5	19,2	37	120	41		
Junio	24,0	25,8	3	24	142		
Julio	26,4	28,0	0	8	206		
Agosto	25,8	27,4	0	9	188		
Septiembre	21,2	23,3	6	46	82		
Octubre	15,4	17,4	47	156	12		
Noviembre	9,2	11,0	177	323	0		
Diciembre	6,1	7,7	277	432	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 3,07 m/s



Valores normales. Periodo 1971-2000. Madrid. Aeropuerto de Getafe
Rosa de los vientos. Anual



Calmas: 29%

4.3 PERMISOS DE ACCESO, CONEXIÓN Y DEPÓSITO DE GARANTÍAS

Por tratarse de una instalación de autoconsumo sin excedentes, NO ES NECESARIO PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN Y DEPOSITO DE GARANTÍAS.

AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES		
CUALQUIER POTENCIA	Permisos de acceso y conexión	EXENTAS
	Garantías	EXENTAS

5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

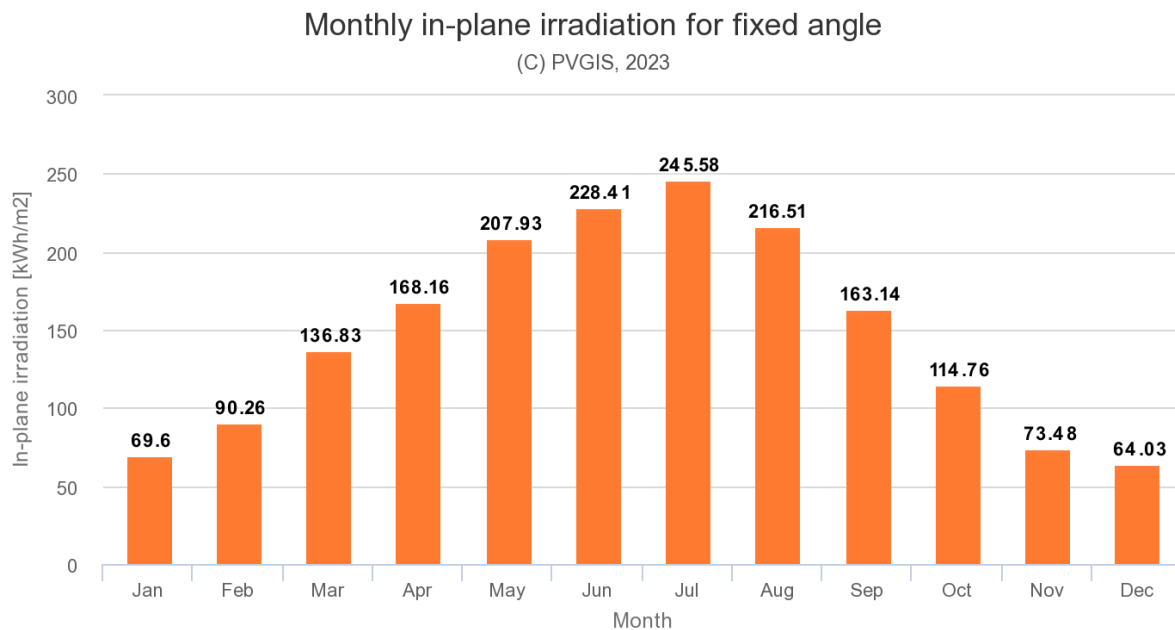
1. Localización: MAJADAHONDA:

Latitud: 40°26'59.9"N

Longitud: 3°51'14.8"W

Altitud: 743,0 m.

2. Irradiación solar:



6 PRODUCCIÓN ANUAL

Varios son los motivos por los cuales un sistema fotovoltaico puede no tener un rendimiento del 100%, por lo tanto, la potencia real que tendrá el sistema en funcionamiento podrá ser menor que la teórica.

Los principales motivos que pueden afectar el rendimiento son:

- * RENDIMIENTO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO
 - RANGO DE POTENCIA DEL MODULO.
 - DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS.
 - EFECTO DE LA TEMPERATURA.
 - PÉRDIDAS POR SUCIEDAD.
 - PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS.
 - DEGRADACIÓN FOTÓNICA.
- * RENDIMIENTO DEL INVERSOR.
- * PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

6.1 RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. RANGO DE POTENCIA DEL MODULO

La Potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, y aunque dos módulos tengan la misma potencia, puede ser que sus tensiones e intensidades sean diferentes. Esto trae consigo que al ponerlos en serie se produzca una pérdida de potencia si utilizamos dentro de la misma serie de paneles con distintas características eléctricas. Para minimizar este efecto, los módulos están clasificados en intensidad, (lo que se indica en un adhesivo con una letra que se coloca en el marco del panel), de manera que se pueda, en la instalación, escoger los paneles adecuados para armar las distintas series. Como nuestros módulos garantizan una potencia real en un rango igual a +5% / -2% de la nominal, las posibles pérdidas por dispersión de potencia podemos estimarlas en un 1%.

6.2 DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS

El punto de máxima potencia en cada módulo es el producto de la tensión por la intensidad de trabajo en cada momento, valores que pueden variar ligeramente entre módulos, por lo cual al conectarlos en serie tenemos una pérdida que podemos estimar en un 1%.

6.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA

Para determinar la temperatura de célula utilizaremos la fórmula:

$$T_c = T_{amb} + I_{inc}(W.m2)(TONC(^{\circ}C) - 20) / 800$$

Siendo:

- T_c = Temperatura real de trabajo de la célula.
- T_{amb} = Temperatura ambiente.
- $I_{inc}(W.m2)$ = Irradiancia.
- $TONC$ = Temperatura de Operación Normal de la célula, que es de 46°C cuando se somete al módulo a una irradiancia de 1000 W.m2, a una temperatura ambiente 25°C, y una velocidad de viento sobre los módulos de 1 m/s.

Por ejemplo, con una temperatura ambiente de 25°C tendríamos en célula unos 49,0°C. La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica I-V, y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de I_{cc} (muy ligeramente).

Para estimar esta pérdida de potencia, en el cuadro del cálculo de la Producción Anual, afectamos la irradiancia de cada mes por la temperatura diurna promedio de ese mes.

6.4 PÉRDIDAS POR SUCIEDAD SOBRE LOS MÓDULOS

Con un mantenimiento adecuado de la instalación las pérdidas por suciedad en los módulos no tienen por qué superar el 1%, salvo condiciones extremas que serán consideradas en cada caso.

6.5 PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS

Serán evaluados en cada caso, pudiendo variar de una instalación a otra. Lo deseable será que estas pérdidas sean 0%.

6.6 PÉRDIDAS POR DEGRADACIÓN FOTÓNICA

Estas pérdidas se deben a un proceso natural de degradación de todas las células de silicio cristalino y se produce al exponer al sol por primera vez el panel fotovoltaico, y es aproximadamente igual al 1%.

6.7 RENDIMIENTO DEL INVERSOR

Es evidente que un inversor tiene siempre unas pérdidas en su funcionamiento, que podemos dividir en tres grupos:

- a) Pérdidas de autoconsumo (independientes de la potencia de operación), pérdidas en el transformador de salida, dispositivos de control, regulación, medidores e indicadores, y en los dispositivos de seguridad.
- b) Pérdidas linealmente dependientes de la potencia de operación (diodos, dispositivos de conmutación, etc.)
- c) Pérdidas que varían con el cuadrado de la potencia de operación (calor), (cables, bobinas, resistencias, etc.)

En nuestro caso, el rendimiento medio podemos cifrarlo en un 90%.

6.8 PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Son las pérdidas debidas a los elementos de protección como fusibles, interruptores, disyuntores y bornas de conexión, y las debidas a las caídas de tensión y calentamiento de los conductores, etc. Se pueden cifrar aproximadamente en un 1,5% de acuerdo a lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE.

6.9 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA DE LOS NUEVOS MÓDULOS A INSTALAR

Potencia pico de la instalación fotovoltaica: 200,20 kW (Módulo monocristalino)
Estimada de las pérdidas debido a la temperatura : -0,3% (según la temperatura ambiente local)
Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 2,7%
Otras pérdidas (cables, etc. inversor) : 6,0%
Combinado PV pérdidas del sistema : 866,2%

Según el programa PVGIS la producción de la instalación solar será:

1) Marquesina NE: 112° NE INCLINACION 3° -> 122 PANELES -> 67,1 kWp

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

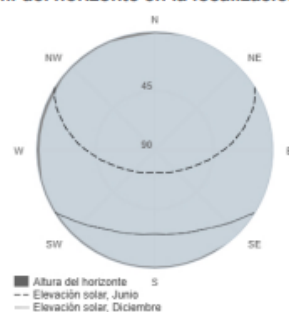
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 40.473,-3.872
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH3
Tecnología FV: Cryst Sil Original
FV instalado: 67.1 kWp
Pérdidas sistema: 8 %

Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 3 °
Ángulo de azimut: -112 °
Producción anual FV: 96162.04 kWh
Irradiación anual: 1748.98 kWh/m²
Variación interanual: 2031.92 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.87 %
Efectos espectrales: 0.4 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.72 %
Pérdidas totales: -18.06 %

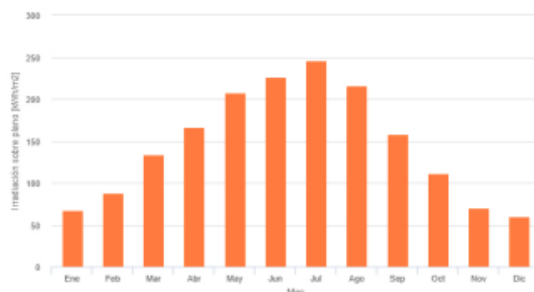
Perfil del horizonte en la localización



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



2) Marquesina SO: 68° SO INCLINACION 3° -> 122 PANELES -> 67,1 kWp

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

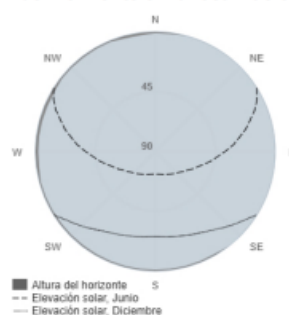
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 40.473,-3.872
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH3
Tecnología FV: Cryst Sil Original
FV instalado: 67.1 kWp
Pérdidas sistema: 8 %

Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 3 °
Ángulo de azimut: 68 °
Producción anual FV: 98081.44 kWh
Irradiación anual: 1782.74 kWh/m²
Variación interanual: 2279.89 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.72 %
Efectos espectrales: 0.42 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.82 %
Pérdidas totales: -18.01 %

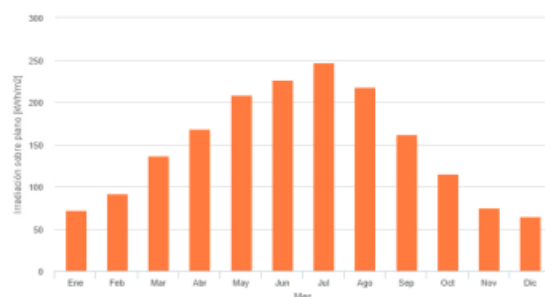
Perfil del horizonte en la localización



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



3) Cubierta plana: -22° SE INCLINACION 18° -> 120 PANELES -> 66,00 KWp

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

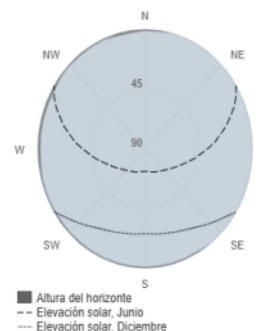
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 40.473,-3.872
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH3
Tecnología FV: Cryst Sil Original
FV instalado: 66 kWp
Pérdidas sistema: 8 %

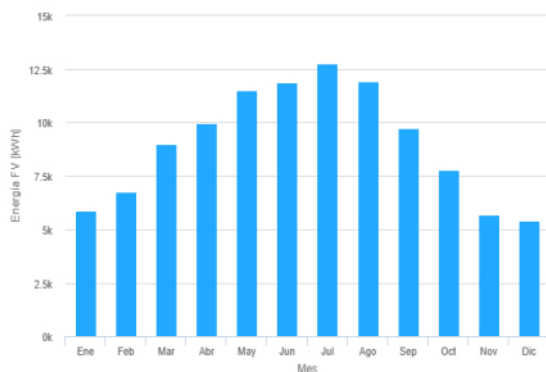
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 18 °
Ángulo de azimut: -22 °
Producción anual FV: 108036.58 kWh
Irradiación anual: 1978.84 kWh/m²
Variación interanual: 2807.52 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -2.95 %
Efectos espectrales: 0.51 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.82 %
Pérdidas totales: -17.28 %

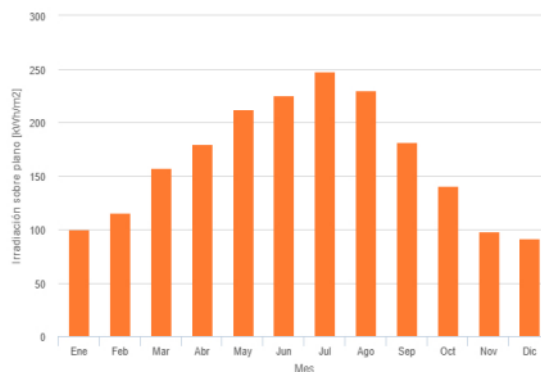
Perfil del horizonte en la localización



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Es decir, la producción de la nueva instalación es de 302.279 kWh anuales para un total de 200,20 kWp.

7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

7.1 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

En base a los deseos del cliente la potencia nominal de la instalación será de **175 kW**, siendo la tensión 230/400 V.

La solución adoptada, teniendo en cuenta el impacto estético de la instalación, será:

NÚMERO MÓDULOS SELECCIONADOS	364
POTENCIA PICO SELECCIONADA (kWp)	200,20
NÚMERO CADENAS SELECCIONADAS	21
NÚMERO MÓDULOS/CADENA INV. 50 KW	17/18
NÚMERO MÓDULOS/CADENA INV. 125 KW	17/18
NÚMERO DE INVERSORES TRIFÁSICOS	2
NÚMERO DE CADENAS/INVERSOR 50 KW	7
NÚMERO DE CADENAS/INVERSOR 125 KW	14

Las tensiones previstas para el generador, así como los datos generales del campo fotovoltaico, se recogen a continuación:

UMPP panel (25°C):	41.96 V
UOC panel (-10°C):	54,70 V

Por último, se resumen a continuación los datos generales del campo fotovoltaico diseñado:

DATOS GENERALES DEL CAMPO FOTOVOLTAICO INVERSOR 50 KW (CADENA 17 PANELES):

Modelo de panel:	JAM72S30-550/MR/1500V	Modelo inversor:	FRONIUS TAURO 50KW 3 -D
Nº de paneles:	120		
Nº paneles serie:	17		
Nº cadenas:	7		
Potencia pico:	65.450,00	Wp MAYOR que	50.000,00
UMPP instalación (CEM):	713,32	V menor que	930,00
UMPP instalación (70°C):	608,34	V MAYOR que	580,00
UOC instalación (-10°C):	929,95	V menor que	1.000,00
I. máx. entrada	13,11	A menor que	14,50
I. máx. entrada PV1	26,22	A menor que	36,00
I. máx. entrada PV2	26,22	A menor que	36,00
I. máx. entrada PV3	39,33	A menor que	72,00
I. máx. cc entrada 1	91,77	A menor que	134,00

**DATOS GENERALES DEL CAMPO
FOTOVOLTAICO INVERSOR 125 KW
(CADENA 18 PANELES):**

Modelo de panel:	JAM72S30- 550/MR/1500V	Modelo inversor:	FRONIUS TAURO 50KW -D
Nº de paneles:	244		
Nº paneles serie:	18		
Nº cadenas:	14		
Potencia pico:	134.200,00	Wp MAYOR que	50.000,00
UMPP instalación (CEM):	755,28	V menor que	930,00
UMPP instalación (70°C):	644,13	V MAYOR que	580,00
UOC instalación (-10°C):	984,65	V menor que	1.000,00
I. máx. string	13,11	A menor que	20,00
I. máx. MPPT	26,22	A menor que	30,00
I. máx. sc Inversor	196,00	A menor que	375,00

7.2 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

7.2.1 Criterios y fórmulas utilizadas

Para el cálculo de secciones se tendrá en cuenta dos criterios:

- La caída de tensión máxima admisible. (1,5% tanto el parte continua como alterna)
- La intensidad de corriente permitida por los conductores.

Se deberá tener en cuenta ITC BT 40 del R.E.B.T. cuando dice:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y 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.”

En el caso de corriente continua mayoramos tomando la I_{sc} en vez I_p.

7.2.1.1 Fórmulas para circuitos de corriente continua:

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot e \cdot V} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- S: sección del conductor (mm²)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (Considerar I_{sc}).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).
- V: tensión del circuito (V).

7.2.1.2 Fórmulas para circuitos de corriente alterna monofásicos:

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot e \cdot V} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

- S: sección del conductor (mm²)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (mayorar al 125%).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).
- V: tensión del circuito (V) (considerar 230 V).
- cos φ: factor de potencia de la instalación (considerar cos φ = 1)

7.2.1.3 Fórmulas para circuitos de corriente alterna trifásicos

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$S = \frac{P \cdot L}{c \cdot e \cdot U} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

- S: sección del conductor (mm²)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (mayorar al 125%).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).
- U: tensión del circuito (V) (considerar 400 V).
- cos φ: factor de potencia de la instalación (considerar cos φ = 1)

7.2.2 Cálculo circuito CC de unión de la serie de paneles

7.2.2.1 CÁLCULO CIRCUITO CC: Desde paneles a caja de conexión

I = IMPP =	13,11	A
L =	220,00	m
conductividad =	44	
Tensión =	755,28	V
e(%) =	0,50	
e(V) =	3,78	V
S =	34,72	mm ²

Sadoptada =	10	mm ²
e (V) real =	13,11	V
e (%) real =	1,74	%

7.2.3 Cálculo circuito CA (trifásico) desde inversores a cuadro contador existente

7.2.3.1 CÁLCULO CIRCUITO CA (trifásico) Desde cada inversor a cuadro general de baja tensión

LÍNEA EVAC.

Datos del circuito

Origen:	Acometida
Destino:	(1CD)
Longitud total:	70,00 m
Cable e instalación:	RZ1-K (AS)/m/5-B2
Distribución:	3F+N+P

Potencias

Suma de consumos:	175.000 W
Potencia máxima prevista, P:	175.000 W
Potencia reactiva máxima prevista, Q:	0 VAR
Potencia aparente máxima prevista, S:	175.000 VA
Factor de potencia:	1,0000

Intensidades

Máxima prevista, $I_b = 175.000 / (R3 \times 400 \times 1)$:	252,59 A
Máxima admisible, I_z , tabla B.52.5 col.5 Cu, 150mm ² :	$0,91 \times 300 = 273$ A
Factores correctores:	0,91
Densidad de corriente:	1,68 A/mm ²

Secciones

Por calentamiento, S_{CAL} :	150 mm ²
Por máxima caída de tensión por tramo, S_{CDT} (6,5%):	25,88 mm ²
Por momentos eléctricos, S_{MMEE} (6,5%):	27,73 mm ²
Adoptada por calentamiento, S_{ADP} :	150 mm ²
Cable elegido	

(4×150)+TT×95mm²Cu Ø90mm

Caídas de tensión

Receptor con mayor caída de tensión:	
Longitud hasta el elemento con mayor caída de tensión, L_{CDT} :	70,00 m
Caída de tensión del circuito:	1,0967 %
Caída de tensión acumulada:	1,0967 %

Potencias máximas admisibles

Por calentamiento:	189.140 W
Por caída de tensión:	1.037.242 W

Intensidades de cortocircuito

Máxima al inicio del circuito, $I_{cc \text{ máx.}}$:	30,00 kA
Mínima al final del circuito, $I_{cc \text{ mín.}}$:	6,993 kA

Protecciones del circuito

Dispositivo de protección:	IM
Intensidad asignada, I_n :	320 A (256 A)
Tensión asignada, U_n :	400 V
Poder de corte, PdC:	25 kA
Curvas válidas:	

LÍNEA INV 125 KW

Datos del circuito

Origen:	
Destino:	INV 125 KW (1PT)
Longitud total:	5,00 m
Cable e instalación:	RZ1-K (AS)/m/32-E
Distribución:	3F+N+P

Potencias

Suma de consumos:	125.000 W
Potencia máxima prevista, P:	125.000 W
Potencia reactiva máxima prevista, Q:	0 VAR
Potencia aparente máxima prevista, S:	125.000 VA
Factor de potencia:	1,0000

Intensidades

Máxima prevista, $I_b = 125.000 / (R3 \times 400 \times 1)$:	180,42 A
Máxima admisible, I_z , tabla B.52.12 col.3, 70mm ² :	$0,91 \times 246 = 223,86$ A
Factores correctores:	0,91
Densidad de corriente:	2,58 A/mm ²

Secciones

Por calentamiento, S_{CAL} :	70 mm ²
Por máxima caída de tensión por tramo, S_{CDT} (6,5%) :	1,32 mm ²
Por momentos eléctricos, S_{MME} (5,4033%) :	1,59 mm ²
Adoptada por calentamiento, S_{ADP} :	70 mm ²

Cable elegido

(4×70)+TT×35mm²Cu

Caídas de tensión

Receptor con mayor caída de tensión:	INV 125 KW
Longitud hasta el elemento con mayor caída de tensión, L_{CDT} :	5,00 m
Caída de tensión del circuito:	0,1160 %
Caída de tensión acumulada:	1,2127 %

Potencias máximas admisibles

Por calentamiento:	155.095 W
Por caída de tensión:	5.822.414 W

Intensidades de cortocircuito

Máxima al inicio del circuito, $I_{cc \text{ máx}}$:	14,91 kA
Mínima al final del circuito, $I_{cc \text{ mín}}$:	6,304 kA

Protecciones del circuito

Dispositivo de protección:	IM
Intensidad asignada, I_n :	200 A (183 A)
Tensión asignada, U_n :	400 V
Poder de corte, PdC :	25 kA
Curvas válidas:	

LÍNEA INV 50 KW

Datos del circuito

Origen:	
Destino:	INV 50 KW (1PT)
Longitud total:	5,00 m
Cable e instalación:	RZ1-K (AS)/m/5-B2
Distribución:	3F+N+P

Potencias

Suma de consumos:	50.000 W
Potencia máxima prevista, P:	50.000 W
Potencia reactiva máxima prevista, Q:	0 VAR
Potencia aparente máxima prevista, S:	50.000 VA
Factor de potencia:	1,0000

Intensidades

Máxima prevista, $I_b = 50.000 / (R3 \times 400 \times 1)$:	72,17 A
Máxima admisible, I_z , tabla B.52.5 col.5 Cu, 25mm ² :	$0,91 \times 105 = 95,55$ A
Factores correctores:	0,91
Densidad de corriente:	2,89 A/mm ²

Secciones

Por calentamiento, S_{CAL} :	25 mm ²
Por máxima caída de tensión por tramo, S_{CDT} (6,5%):	0,53 mm ²
Por momentos eléctricos, S_{MEEE} (5,4033%):	0,64 mm ²
Adoptada por calentamiento, S_{ADP} :	25 mm ²
Cable elegido	

(4×25)+TT×16mm²Cu Ø40

Caídas de tensión

Receptor con mayor caída de tensión:	INV 50 KW
Longitud hasta el elemento con mayor caída de tensión, L_{CDT} :	5,00 m
Caída de tensión del circuito:	0,1283 %
Caída de tensión acumulada:	1,2249 %

Potencias máximas admisibles

Por calentamiento:	66.199 W
Por caída de tensión:	2.106.518 W

Intensidades de cortocircuito

Máxima al inicio del circuito, $I_{cc \text{ máx}}$:	14,91 kA
Mínima al final del circuito, $I_{cc \text{ mín}}$:	5,433 kA

Protecciones del circuito

Dispositivo de protección:	IM
Intensidad asignada, I_n :	80 A
Tensión asignada, U_n :	400 V
Poder de corte, PdC:	15 kA
Curvas válidas:	B,C,D

7.2.4 Cálculo de la puesta a tierra

Considerando que la resistividad del terreno es $200 \Omega\text{m}$.

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

- 775 Ml de conductor de Cu desnudo de 35 mm^2 .
- 2 picas de acero recubierto Cu de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de **$0,5 \Omega$** .

8 MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización nos permite evaluar el funcionamiento y rendimiento de la instalación fotovoltaica de forma continuada e ininterrumpida y registrar los datos en un PC o similar. Mediante una serie de detectores y sensores, tales como sensores de temperatura, sensores de irradiación o captadores de energía generada, se consigue la captación de la información necesaria para obtener un funcionamiento correcto de la instalación fotovoltaica y conocer el estado de la instalación en todo momento. El sistema de captación no solo nos permite registrar los datos de producción eléctrica, sino que también nos permite detectar fallos o averías en la instalación fotovoltaica de forma inmediata y así subsanar los fallos o averías rápidamente. Los captadores y detectores, recogen la información y la envían de forma inmediata (de forma inalámbrica, mediante radiofrecuencia, o mediante cable de datos, o también es posible la notificación de alarmas o averías mediante correo electrónico, fax o SMS) a un sistema de adquisición de datos, habitualmente a un PC, donde se registran y almacenan todos los datos de la instalación fotovoltaica. La instalación de monitorización estará formada por:

- Sistema de adquisición y lectura de datos: Acondiciona las señales recibidas de los captadores y sensores, para enviarlas de forma correcta a un PC, o a un sistema remoto de almacenamiento de datos.
- Sensor de temperatura ambiente: Capta la temperatura ambiente de la instalación fotovoltaica.
- Sensor de temperatura de modulo: Capta la temperatura a la que está trabajando el módulo fotovoltaico.
- Sensor de irradiación: Capta la irradiación solar diaria.
- Sensor de corriente: Mide la calidad de la corriente generada por la instalación fotovoltaica.
- Registro de datos en PC: Almacenamiento de los datos adquiridos en PC.

9 IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo al proyecto a realizar y de acuerdo a Ley 4/2007, se paso a especificar las características técnicas del proyecto respecto al medio ambiente y a la zona a estudiar con el fin de demostrar la no necesidad de sometimiento del edificio donde se realiza dicho proyecto a procedimiento reglado de Evaluación Ambiental.

Al no existir líneas eléctricas aéreas, NO será necesario realizar impacto ambiental.

Las Redes de Distribución en Baja Tensión se realizarán por canaleta con tapa en la cubierta plana y en la marquesina.

Cimentaciones no proceden pues no se dispondrá de cimentaciones al ir los paneles sobre la cubierta del edificio y una marquesina ya realizada.

No existen zonas periféricas protegidas con respecto al proyecto.

9.1 COORDENADAS UTM DE LOS ÁNGULOS DEL CERRAMIENTO

No aplica al no existir.

9.2 ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN QUE SUFRE EL SUELO CON LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA

No existe transformación del suelo, pues se realiza la instalación sobre un edificio construido y con licencia de actividad desde hace años y ubicado en una zona urbana. Dicha instalación se realiza sobre la cubierta de dicho edificio.

9.3 ZONAS PERIFÉRICAS DE PROTECCIÓN Y ZONAS SENSIBLES

No existen zonas periféricas protegidas o zonas sensibles con el Medio Ambiente, de acuerdo a lo verificado en el Plan de Ordenación Urbana y la Cédula Urbanística que se adjunta como anexo.

9.4 DISTANCIAS A NÚCLEOS HABITADOS

No es necesaria su justificación pues se trata de un edificio con licencia de actividad.

9.5 SUPERFICIE UTILIZADA

Se propone instalar una planta fotovoltaica de 200,20 kWp utilizando una superficie aproximada de 730,00 m².

No se prevén acumulaciones con otros proyectos.

9.6 CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO DE SUELO RÚSTICO

No es necesario dado que se realiza sobre las cubiertas de un edificio ya legalizadas en Suelo Urbano Industrial.

9.7 MAGNITUD Y COMPLEJIDAD DEL IMPACTO

9.7.1 Incidencia de la instalación en el medio

La instalación proyectada provocará una serie de impactos, positivos y negativos, en el entorno natural en el que se ubica:

IMPACTOS POSITIVOS:

La zona afectada por la instalación fotovoltaica se verá afectada por los beneficios medioambientales inherentes a una fuente de energía renovable y limpia, no contaminante e inagotable. Este tipo de instalaciones evita la emisión de contaminantes a la atmósfera como SO₂, CO₂, CO, etc., ya que introducen en la red eléctrica energía generada a partir de la radiación solar y evitan otros modos de generación de electricidad mediante formas de energía que sí producen emisiones a la atmósfera como térmica, nuclear, etc., Contribuyen por tanto a la reducción de gases contaminantes y de efecto invernadero.

IMPACTOS NEGATIVOS:

Se considerará que una instalación de este tipo tiene un plazo de ejecución material de un mes y una vida útil aproximada de 30 años, después de la cual los módulos fotovoltaicos tendrían un rendimiento sensiblemente inferior a la inicial, razón por la cual se plantearía el desmantelamiento de la instalación. Por tanto, a la hora de considerar los impactos negativos de esta instalación se van a definir tres fases bien diferenciadas: Fase de instalación, fase de operación y funcionamiento, fase de desmantelamiento.

FASE DE INSTALACIÓN:**Emisiones contaminantes:*****Gaseosas:***

Las emisiones derivadas de los vehículos utilizados para el transporte de materiales a la instalación.

Líquidos o Sólidas:

Las debidas a posibles fugas en los vehículos utilizados para transporte de material, que serán evitadas en lo posible.

Porciones sobrantes de material plástico derivadas del cableado o resto de embalaje de algún material utilizado. Todo el material sobrante será recogido y llevado al vertedero más próximo o punto limpio si se trata de residuos con tratamiento especial.

FASE DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO:**Emisiones contaminantes:*****Gaseosas:***

No sólo no existen, sino que, además, al generar electricidad a partir de una fuente de energía renovable y limpia, evitamos la emisión de CO₂.

Líquidas o Sólidas:

No existen.

FASE DE DESMANTELAMIENTO:**Emisiones contaminantes:*****Gaseosas:***

Las emisiones derivadas de los vehículos utilizados para el transporte de materiales a la instalación.

Líquidas o Sólidas:

Las debidas a posibles fugas en los vehículos utilizados para transporte de material.

9.8 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SECTORIAL VIGENTE

Durante las tres fases a las que se hace referencia en el punto anterior se operará conforme a la normativa vigente, entorno a la avifauna.

Artículo 38 de la Ley 4/1989:

1. No utilizar productos químicos, sustancias biológicas, ni se dejarán vertidos, residuos... de manera que no se altera la habitabilidad del espacio natural.
2. No se alterará el espacio natural, ya que el terreno a ocupar es una llanura cerealista, actualmente sin cultivar.
3. No se ocupará el terreno más que durante la fase de obra civil.
4. Sólo habrá ruidos durante la obra civil, por desplazamiento de maquinaria sobre el terreno, se minimizarán en lo posible, desarrollando esta fase en el menor tiempo posible.
5. No romper la armonía del paisaje, ni altera la perspectiva del campo visual.
6. No se destruirán, capturarán, matarán ninguna especie animal, ni vegetal...
7. Tampoco se hará lo propio con su hábitat, ya que podrán seguir sobrevolando este terreno y los animales terrestres podrán seguir corriendo por el mismo a través de un pequeño paso que se dejará bajo la valla.

8. Tampoco se comerciará, ni expondrán las especies...
9. En la zona no se encuentran actualmente aves en fase de reproducción, ni hibernación ni reposo, ni tampoco es usado como campo de alimentación de la avutarda debido a que, al no ser cultivada la zona, no encuentran alimento, ni agua cerca...
10. No se capturarán aves ni ningún otro animal de la zona...
11. No se incumplen las condiciones en las concesiones y autorizaciones administrativas a que se refiere esta Ley.
12. La ejecución se hará con la debida autorización administrativa de obras, trabajos...
13. No se perturbará, dará muerte o capturará, retendrá... ninguna de las especies de aves, en ningún caso.

Cumple además con los puntos 2,3 y 4 del Artículo 6 del RD 1997/1995 que traspone la directiva 92/43/CEE de hábitats.

9.9 CONTROL, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

Para prevenir y/o reducir emisiones se tomarán las siguientes medidas:

Durante la fase de obra civil e instalación:

Los vehículos que realicen los trabajos de acondicionamiento y transporte de materiales y equipos deberán estar en condiciones de acreditar que han pasado positivamente la inspección técnica de vehículos y que sus niveles de emisiones se encuentran dentro de los límites de la normativa vigente.

Se tendrá especial cuidado en retirar todos los posibles restos de cableado o embalajes que puedan resultar del montaje de la instalación y llevarlos a los contenedores o centros de tratamiento correspondientes.

Durante la fase de operación y funcionamiento:

No existen emisiones, ni vertidos.

Durante la fase de desmantelamiento:

Los vehículos que realicen los trabajos de acondicionamiento y transporte de materiales y equipos deberán estar en condiciones de acreditar que han pasado positivamente la inspección técnica de vehículos y que sus niveles de emisiones se encuentran dentro de los límites de la normativa vigente.

9.10 GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Los residuos generados en cada una de las fases de la instalación se tratarán convenientemente según su origen y en caso de ser necesario se trasladarán a centros específicos de tratamiento de los mismos.

Especial atención se tendrá con los materiales metálicos procedentes del desmantelamiento de las estructuras de la instalación que se llevarán a centros de tratamiento específicos.

El material resultante del de los módulos solares se transportará hasta una planta de tratamiento de los mismos, donde se separará en sus diferentes partes procediéndose a reutilizar o refundir el silicio procedente de las células fotovoltaicas de cara a otros posibles usos.

9.11 PROBABILIDAD DEL IMPACTO

No se describen.

9.12 DURACIÓN, FRECUENCIA Y REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO

Se trata de instalaciones móviles, cuyo desmantelamiento permite recuperar totalmente la cubierta.

La vida aproximada de la instalación se considera de 30 años.

Una vez haya concluido la vida, se considerará si proponer otro tipo de actuación sobre dicha cubierta.

Por lo tanto, si se decidiera no continuar con dicha actividad, la reversibilidad del impacto producido sería inmediata.

10 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

10.1 ANTECEDENTES

El Presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica, de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición y la Orden 2726/2009, de 16 de julio del Plan de la Comunidad de Madrid de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica se instala sobre una cubierta plana y una marquesina de un aparcamiento de vehículos que hay situado en la parcela del edificio, ocupando una superficie útil utilizada aproximada de 730 m². Sus especificaciones concretas y las Mediciones en particular constan en el documento general del Proyecto al que el presente Estudio complementa.

Reseñar que apenas se efectúa obra, por lo que los residuos son mínimos.

10.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

La estimación de residuos a generar figura en la tabla existente al final del presente Estudio. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de las Obras. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

En esta estimación de recursos se prevé la generación de residuos peligrosos como consecuencia del empleo de materiales de construcción que contienen amianto y en concreto, chapas de fibrocemento. Así mismo es previsible la generación de otros residuos peligrosos derivados del uso de sustancias peligrosas como disolventes, pinturas, etc. y de sus envases contaminados si bien su estimación habrá de hacerse en el Plan de Gestión de Residuos cuando se conozcan las condiciones de suministro y aplicación de tales materiales.

10.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Para prevenir la generación de residuos se prevé la instalación de una caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos, sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor. Dicha caseta está ubicada en el plano que compone el presente Estudio de Residuos.

En cuanto a los terrenos de excavación, al no hallarse contaminados, se utilizarán en actividades de acondicionamiento o rellenos tales como graveras antiguas, etc. de modo que no tengan la consideración de residuo.

10.4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Se prevén las siguientes medidas:

Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de un contenedor adecuado cuya ubicación se señala en el plano que compone el presente Estudio. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.

En relación con los restantes residuos previstos, las cantidades no superan las establecidas en la normativa para requerir tratamiento separado de los mismos.

Para situar dichos contenedores se ha reservado una zona con acceso desde la vía pública en el patio interior del edificio de la obra que se señalizará convenientemente y que se encuentra marcada en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos.

Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

No obstante, lo anterior, en el Plan de Gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos.

10.5 REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación debido a la escasa cantidad de residuos generados. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizado para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

El número de Gestores de Residuos específicos necesario será al menos el correspondiente a las categorías mencionadas en el apartado de Separación de Residuos.

Los restantes residuos se entregarán a un Gestor de Residuos de la Construcción no realizándose pues ninguna actividad de eliminación ni transporte a vertedero directa desde la obra.

En general los residuos que se generarán de forma esporádica y espaciada en el tiempo salvo los procedentes de las excavaciones que se generan de forma más puntual. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijará en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

10.6 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.
- Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase, y el número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos de la Comunidad de Madrid, del titular del contenedor. Dicha información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales u otros elementos de contención, a través de adhesivos, placas, etc.
- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a las que prestan servicio.
- Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos/Madera...) son centros con la autorización autonómica de la Conserjería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Conserjería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo, se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de los RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en la obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se registrará conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D.
- 952/1997 y Orden MAN/304/2002), la legislación autonómica (RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición y Orden 2726/2009, de 16 de julio, del Plan de Comunidad de Madrid de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición...) y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

10.7 PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE RESIDUOS ESTIMADOS

El presente presupuesto no contempla lo correspondiente a la recogida y limpieza de obra que se incluye en las partidas del mismo proyecto como parte integrante de las mismas. El presupuesto específico de la gestión de residuos es el siguiente:

Estimación cantidades y Presupuesto de la Gestión de Residuos

DATOS	Superficie construida	730,00	m2
	Volumen de tierras de excavación	0,00	m3
CODIGO	RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	Peso (T)	Vol. (m3)
De naturaleza pétreo			
17 01 01	Hormigón	0,00	0,00
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,00	0,00
17 02 02	Vidrio	0,00	0,00
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	0,00	9,00
De naturaleza no pétreo			
17 02 01	Madera	0,10	0,00
17 02 03	Plástico	0,01	0,00
17 03 02	Mezclas bituminosas (sin alquitran)	0,00	0,00
17 04 07	Metales mezclados	0,00	0,40
17 04 11	Cables (que no contengan hidrocarburos ni alquitran)	0,20	0,50
17 06 04	Materiales de aislamiento (que no contengan sustancias peligrosas)	0,00	0,00
17 08 02	Materiales a partir de yeso (que no contengan sustancias peligrosas)	0,00	0,00
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	0,20	1,00
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	0,00	1,00
17 04 10	Cables que contienen sustancias peligrosas	0,02	0,50
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (Basura)	0,10	2,00
	Fibro cemento	0,00	0,00
Subtotal		0,63	14,40
tierras de excavación		0,00	0,00
Total		0,63	14,40
PRESUPUESTO DE LA GESTION DE RESIDUOS		435,85 €	

11 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

La instalación objeto del Proyecto viene definida expresamente, por el R.E.B.T. en su Instrucción Complementaria ITC BT 40 Instalaciones Generadoras de Baja Tensión Interconectadas a red de distribución en su parte de Baja Tensión.

Deberá cumplir el R.E.B.T. y en especial la ITC BT 40:

1. Que la Potencia generada no exceda de 100 KVA para redes de B.T. de 3 x 400/230 V.
2. Que la Potencia generada no exceda de la mitad de la capacidad de la salida del C.T. correspondiente a la línea de distribución a la que se conecta.
3. En el origen de la instalación y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora se instalara un interruptor automático sobre el que actuaran el conjunto de protecciones:
 - Garantizará que los fallos internos de la instalación no perturben la red
 - En caso de fallo de red desconectara la instalación hasta que exista tensión estable en la misma.
4. Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables.

5. El interruptor de acoplamiento llevara un contacto auxiliar que permita desconectar el neutro de la red y conectar a tierra el neutro de la generación cuando esta trabaje independiente de aquella.
6. Al final de la instalación de enlace se proveerá un equipo de medida que registre la energía suministrada y podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la red, siempre que los registros se registren de forma independiente.
7. Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad generada.
8. La máxima caída de tensión desde el generador hasta el punto de interconexión a la red de distribución no será superior al 1,5% para la intensidad nominal.
9. La tensión generada será prácticamente senoidal con una tasa de armónicos en cualquier condición de funcionamiento de:
 - Armónicos de orden par: $4/n$
 - Armónicos de orden 3: 5
 - Armónicos de orden impar: $25/n$
10. Se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Estarán homologadas, verificadas y serán precintadas. Las protecciones mínimas serán las siguientes:
 - De sobreintensidades; mediante relés directos magnetotérmicos.
 - De mínima tensión instantáneos conectados entre las tres fases y el neutro, con tiempo de disparo inferior a 0,5 seg a partir de que la tensión llegue a 85 % del valor asignado.
 - De sobretensión conectado entre una fase y neutro con tiempo de disparo inferior a 0,5 seg a partir de que la tensión llegue a 110 % del valor asignado.
 - De máxima y mínima frecuencia conectados entre fases que actúe cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.
11. Deberá estar provista de sistemas de Puesta a Tierra que en todo momento aseguren que las tensiones que se pueden presentar en las masas metálicas no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13.
12. El sistema no permitirá que se produzcan trasferencias de defectos a la red de distribución.
13. Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de neutros de los generadores al neutro de la red, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50% de la intensidad nominal.

11.1 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO R.D.244/2019

11.1.1 Ámbito de aplicación

Lo dispuesto en este real decreto resulta de aplicación a las instalaciones y sujetos acogidos cualquiera de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que se encuentren conectados a las redes de transporte o distribución

11.1.2 Modalidad de suministro

Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- La fuente de energía primaria sea de origen renovable.

- La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
- Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto
- El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.
- La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico

11.1.3 Modalidad autoconsumo

Adicionalmente a las modalidades de autoconsumo señaladas, el autoconsumo podrá clasificarse en individual o colectivo en función de si se trata de uno o varios consumidores los que estén asociados a las instalaciones de generación. En el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I del R.D. En nuestro caso, se trata de autoconsumo individual sin excedentes.

11.1.4 Punto de suministro

El punto de suministro o instalación de un consumidor deberá cumplir con los requisitos establecidos en la normativa de aplicación.

11.1.5 Régimen autoconsumo

Los sujetos acogidos a alguna de las modalidades de autoconsumo reguladas podrán acogerse a cualquier otra modalidad distinta, adecuando sus instalaciones y ajustándose a lo dispuesto en los regímenes jurídicos, técnicos y económicos regulados en el presente real decreto y en el resto de normativa que les resultase de aplicación. No obstante lo anterior:

- En el caso de autoconsumo colectivo, dicho cambio deberá ser llevado a cabo simultáneamente por todos los consumidores participantes del mismo, asociados a la misma instalación de generación.
- En ningún caso un sujeto consumidor podrá estar asociado de forma simultánea a más de una de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente artículo.
- En aquellos casos en que se realice autoconsumo mediante instalaciones próximas y asociadas a través de la red, el autoconsumo deberá pertenecer a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.

11.1.6 Modificación contrato de suministro

Para aquellos sujetos consumidores conectados a baja tensión, en los que la instalación generadora sea de baja tensión y la potencia instalada de generación sea menor de 100 kW que realicen autoconsumo, la modificación del contrato de acceso será realizada por la empresa distribuidora a partir de la documentación remitida por las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla a dicha empresa como consecuencia de las obligaciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla deberán remitir dicha información a las empresas distribuidoras en el plazo no superior a diez días desde su recepción. Dicha modificación del contrato será remitida por la empresa distribuidora a las empresas comercializadoras y a los consumidores correspondientes en el plazo de cinco días a contar desde la recepción de la documentación remitida por la comunidad o ciudad autónoma. El consumidor dispondrá de un plazo de diez días desde su recepción para notificar a la empresa transportista o distribuidora cualquier disconformidad. En caso de no hacerse se entenderán tácitamente aceptadas las condiciones recogidas en dicho contrato.

11.1.7 Medida energética

Equipos de medida de las instalaciones acogidas a las distintas modalidades de autoconsumo.

1. Los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les resulten de aplicación.
2. El encargado de lectura aplicará, en su caso, los correspondientes coeficientes de pérdidas establecidos en la normativa.
3. Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.
4. Adicionalmente, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:
 - Se realice autoconsumo colectivo.
 - La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.
 - La tecnología de generación no sea renovable, cogeneración o residuos.
 - En autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, si no se dispone de un único contrato de suministro según lo dispuesto en el artículo 9.2.v. Instalaciones de generación de potencia aparente nominal igual o superior a 12 MVA.4. No obstante lo recogido en los apartados 2 y 3, los sujetos acogidos a la modalidad de autoconsumo individual con excedentes no acogida a compensación, podrán acogerse a la siguiente configuración de medida, siempre que se garantice lo dispuesto en el apartado primero y permita el acceso a los equipos de medida por parte del encargado de la lectura:
 - Un equipo de medida bidireccional que mida la energía horaria neta generada.
 - Un equipo de medida que registre la energía consumida total por el consumidor asociado.
5. En cualquiera de las configuraciones previstas en los apartados 3 y 4 del presente artículo, en aquellos casos en los que exista más de una instalación de generación y los titulares de estas sean personas físicas o jurídicas diferentes, la exigencia de equipo de medida que registre la generación neta se extenderá a cada una de las instalaciones. La obligación anterior tendrá carácter potestativo en aquellos casos en que exista más de una instalación de generación y el titular de las mismas sea la misma persona física o jurídica.
6. Asimismo, con carácter potestativo, el equipo de medida bidireccional que mide la energía horaria neta generada, podrá ser sustituido por un equipo que mida la generación bruta y un equipo que mida el consumo de los servicios auxiliares

11.1.8 Tarificación o compensación

En el caso de tecnologías de generación que no procedan de fuentes renovables, de cogeneración o residuos:

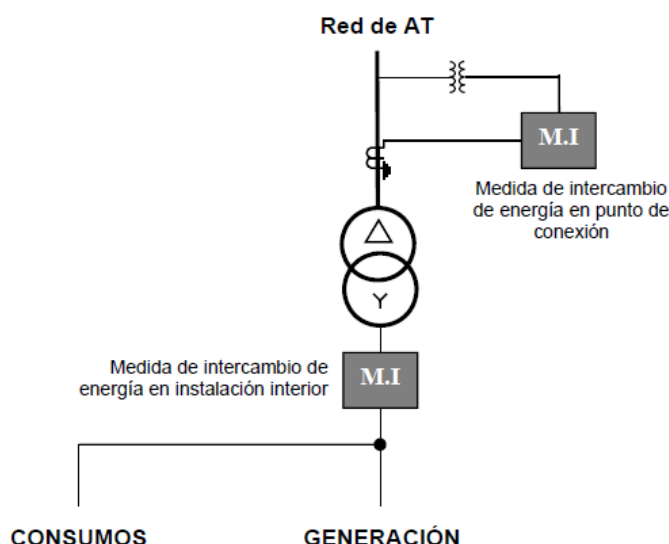
- a) La aplicación de cargos fijos por potencia se realizará sobre la potencia requerida por el consumo.
- b) La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida.

A tales efectos, se utilizará el equipo de medida ubicado en el punto frontera y, en su caso, el equipo que registra la energía horaria neta generada.3. Para la determinación de los componentes de facturación de los cargos del sistema eléctrico a los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación que no dispongan de un único contrato de suministro según lo dispuesto en el artículo 9.2, se aplicarán los siguientes criterios:

- 1.º Cuando la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción sea mayor que cero:
 - En relación con el consumidor asociado:

- La aplicación de cargos fijos por potencia al consumidor asociado se realizará sobre la potencia a facturar al consumidor asociado.
- La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida de la red menos la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción correspondientes. A tal efecto:
 - a. Si la instalación dispone de la configuración prevista en los artículos 10.2 y 10.3, se utilizará el equipo de medida ubicado en el punto frontera que registra la energía horaria consumida de la red y el equipo que registra la energía horaria neta generada.
 - b. Si la instalación dispone de la configuración de medida recogida en el apartado 10.4, se utilizará el equipo de medida del consumidor asociado.
- En relación con los servicios auxiliares de producción:– La aplicación de cargos fijos por potencia a los servicios auxiliares se realizará por la potencia a facturar a los servicios auxiliares de producción.– La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción. A tal efecto, se utilizará, el equipo que registre la energía horaria neta generada

11.1.9 Esquema tipo en la instalación diseñada



11.2 DESCLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES

Dado que la instalación es de intemperie, se deben tener en cuenta las prescripciones indicadas en el punto 2 de la ITC-BT-30, del R.D. 842/2002 (instalaciones a la intemperie).

Tanto el inversor, como las protecciones al inicio de la línea de generación, estarán alojadas en el interior de la edificación (en un cuarto técnico de instalaciones) para protegerlos de los efectos meteorológicos.

Las características del inversor de 50 kW seleccionado son las siguientes (IP-66):

DATOS GENERALES	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	644 x 1038 x 316 mm		
Peso	93 kg	80 kg	105 kg
Tipo de protección	Área de electrónica de potencia: IP66 / Área de conexión CC: IP66 / Área de conexión CA: IP65		
Clase de protección	1		
Categoría de sobretensión (CC / CA)	2 / 3		
Concepto de inversor	Sin transformador		
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada		
Instalación	Instalación interior y exterior		
Margen de temperatura ambiente	-40 - +65 °C		
Humedad de aire admisible	0 - 100 % (condensación)		
Tecnología de conexión CC	MC4 ¹⁾ , V-Clamps ²⁾		
Tecnología de conexión CA	V-Clamps		
Certificados y cumplimiento de normas	IEC62109-1:2010, IEC62109-2:2011, DIN V VDE 0126-1-1:2006		

RENDIMIENTO	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Máximo rendimiento	98,2 %	98,5 %	98,5 %
Rendimiento europeo (η _{EU})	97,4 / 97,8 / 97,5 %	98,2 / 98,0 / 97,5 %	98,2 / 98,0 / 97,5 %

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Medición del aislamiento CC	Sí		
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo. Limitación de potencia		
Protección contra polaridad inversa	Sí		

Las características del inversor de 125 kW seleccionado son las siguientes (IP-66):

General Data	Dimensions (height x width x depth)	mm	755 x 1070 x 330
	Weight inverter	kg	< 90
	Degree of protection		IP 66
	Protection class		1
	Overvoltage category (DC / AC)		2 / 3
	Night-time consumption	W	4.8
	Cooling		Active cooling
	Installation		Wall mounting bracket
	Ambient temperature range	°C	-25 to +60
	Permitted humidity	%	0 - 100
	Noise emissions	db (A)	< 60
	Max. altitude above sea level	m	3,000
	Certificates and compliance with standards		VDE4105, VDE 4110, TOR Erzeuger Type A&B + R25, ... Further certificates on www.fronius.com

13 PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

Una vez realizado el completo montaje de la instalación fotovoltaica propuesta se procederá a la puesta en marcha verificando un correcto funcionamiento. Para ello se indican los siguientes pasos:

- Ante todo, asegurar que el equipo de interconexión de la caseta está desconectado, así como los fusibles seccionadores a la entrada de los inversores.
- Se comprobará la resistencia de aislamiento de los inversores, entre la parte de continua y la parte de alterna, y también en los relés de interconexión.
- A continuación se medirá el voltaje en cada uno de los módulos fotovoltaicos, asegurando que sea de 12 Vcc.
- Seguidamente se comprobará el voltaje de entrada en los inversores, sin manipular aún los fusibles seccionadores.
- Se verificará que las lecturas obtenidas quedan encuadradas en el rango de tensiones de entrada establecidas por el fabricante.
- Si las lecturas son correctas se procederá a cerrar los seccionadores, alimentando así a los inversores.
- Se comprobarán los valores de tensión e intensidad obtenidos a la salida de los inversores, así como la lectura de armónicos para corroborar que la Tasa de Distorsión Armónica (THD) es inferior al 4 %, tal y como indica el fabricante. No Procede en este caso
- Una vez en la caseta, se medirá la tensión en los bornes de llegada al cuadro de interconexión, comprobando que la caída de tensión en la línea no ha sido superior al 1,5 %, tal como se expresa en la memoria de cálculo.
- En este punto, se procederá a dar aviso a la Empresa Distribuidora para efectuar la interconexión de la instalación, esperando respuesta.
- Recibida la contestación se conectarán los relés de interconexión, ajustando los niveles de medida de los diferentes parámetros, verificando que funcionan correctamente y que no producen ningún disparo.
- A continuación se conectarán interruptor diferencial e interruptor magnetotérmico general, comprobando que el sistema responde adecuadamente, y que no sufre ningún disparo. En caso de disparo ajustar los parámetros de los relés de control.
- Una vez todo quede dispuesto correctamente se hará saltar la protección diferencial comprobando su correcto funcionamiento.

Y finalmente, rearmado el sistema se verificará que el contador de energía eléctrica efectúa la correspondiente medición de energía inyectada a la red.

14 PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Para el total montaje y verificación de las instalaciones se planean las siguientes fases y tareas:

14.1 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

- Revisión general del proyecto y definición de los parámetros más importantes.
- Diseño final de la estructura en base a las características del terreno y de los módulos fotovoltaicos utilizados.
- Especificación de protecciones y sistemas de seguridad a utilizar.
- Definición de la metodología de montaje y conexionado.

14.2 ACOPIO DE MATERIALES

- Emisión de ofertas para la adquisición de los materiales necesarios.
- Evaluación y aceptación de las ofertas recibidas.

14.3 MONTAJE E INSTALACIÓN

- Replanteo y apertura de cimiento y zanja subterránea.
- Colocación de tubo, relleno de la zanja y hormigonado del cimiento.
- Fijación de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Colocación de los módulos e interconexionado.
- Tirada de cable hasta la caseta de interconexión.
- Montaje y conexionado de los inversores.
- Montaje y conexionado de los cuadros eléctricos.
- Conexión a red.

14.4 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

- Revisión general de la instalación para corroborar su buen funcionamiento.
- Puesta en marcha de la instalación.

15 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

El mantenimiento preventivo a realizar como mínimo será:

1. Paneles solares fotovoltaicos:

- Limpieza periódica del panel: una vez al año y añadido tras lluvias de barro o nevadas.
- Inspección visual de posibles degradaciones: cada 3 meses.
- Control de temperatura del panel: cada 3 meses.
- Control de las características eléctricas del panel: anualmente: se revisará el estado de las conexiones, entre otros:
- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

2. Estructura soporte de los paneles:

Anualmente:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
 - Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.

3. Cajas de conexiones y cableados:

Anualmente:

- Comprobar el correcto anclaje de la caja a la estructura soporte correspondiente y horizontalidad de la misma, asegurándose de que la tornillería está correctamente apretada (comprobando el par de apriete si es necesario), sustituyendo algún elemento de fijación si se encuentra en mal estado.
- Comprobar que la carcasa de la caja se encuentra en correcto estado y no presenta síntomas de deterioro debido a agentes externos. Sustituirla en caso necesario.
- Comprobar la estanqueidad de la carcasa y si presenta daños.
- Comprobar si la tapa está bien asentada y su estanqueidad. Asegurarse al cerrar la tapa que los cierres estén bien bloqueados, ejerciendo una ligera presión con un destornillador hasta que estos encajen (1/4 de vuelta).
- Comprobar si se ha acumulado agua de condensación en el equipo. Si es así, absorber el agua que haya, comprobar la causa de la infiltración de agua y subsanar el defecto.
- Comprobar si la conexión roscada de compensación de presión presenta suciedad o daños y, si fuera necesario, sustituir ésta.

- Comprobar las fijaciones de las cubiertas de plexiglás situadas por encima de los fusibles String.
 - Comprobar las etiquetas de advertencias de peligro tanto en el exterior como en el interior del equipo y si son ilegibles o están dañadas reponer estas.
 - Comprobar la estanqueidad de la caja, cerciorándose de que no ha entrado humedad en el interior. Sustituir las juntas de estanqueidad en caso necesario.
 - Realizar una inspección visual de los fusibles existentes y de los muelles tensores en los portafusibles.
 - Comprobar además la tensión auxiliar en los bornes de conexión y en los conectores.
 - Controlar la firmeza del apriete de todas las conexiones del cableado eléctrico y, si fuera necesario, apretarlas. Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. Cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de contacto oxidados.
 - Comprobar la conexión del apantallamiento de la conexión de comunicación, ésta debe estar apretada a mano, un destornillador no es adecuado.
 - Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
 - Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.
 - Cada 5 años: Comprobación del aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.
- Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, es imperativo realizar todas las operaciones de mantenimiento con las cajas desconectadas y sin tensión.

4. Inversores:

Mensualmente:

- Lectura de datos archivados y de memoria de fallos.

Cada seis meses:

Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.

- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Cada año:

- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Revisión de funcionamiento de la calefacción.
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento, comprobar el funcionamiento y la señalización.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección o Interruptores de protección de la corriente de defecto. Interruptores automáticos e Interruptores de potencia.

- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V.
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia.
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función .
- Revisión de funcionamiento de los contactos de la puerta

5. Sistema de monitorización de la instalación solar:

Mensualmente:

- Supervisión visual de los distintos equipos a través del PC, es decir, controlar los parámetros de producción (tensión, intensidad, potencia, etc) registro de alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de aviso de alarmas. Para ello se enviará un mensaje de prueba al dispositivo móvil o correo electrónico configurado.

Anualmente:

- Revisión de las conexiones de los distintos elementos, tarjetas, sensores, Router, PC, etc.
- Comprobación de todos los sensores, cerciorándose de que se encuentran en buen estado y no presentan síntomas de deterioro o roturas. En caso necesario, sustituir estos.

6. Transformadores:

Mensualmente:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

Semestralmente:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Anualmente:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.
- Comprobar los aislamientos MT/masa, BT/masa y MT/BT.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función

7. Protecciones de la instalación solar fotovoltaica:

Cada 6 meses:

- Inspección visual de mecanismos interiores para posible detección de anomalías visibles y dar aviso al profesional.

Cada año:

- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos.
- Cuando por sobreintensidad o cortocircuito saltara un interruptor magnetotérmico habría que revisar la instalación y en su caso reponer el receptor eléctrico que ha originado el problema.
- Comprobación del funcionamiento de los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.

Cada 2 años:

- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes

8. Puesta a tierra:

Cada año:

- Comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra (masas metálicas, enchufes, neutros de los equipos, etc)

Cada 2 años:

- Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas. Reparación de los defectos encontrados.
- Comprobación de que el valor de la resistencia de tierra sigue siendo inferior a 20Ω . En caso de que los valores obtenidos de resistencia a tierra fueran superiores al indicado, se suplementarán electrodos en contacto con el terreno hasta restablecer los valores de resistencia a tierra de proyecto.

Cada 5 años:

- Comprobación del aislamiento de la instalación interior (entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 250.000 Ohm). Se reparan los defectos encontrados.
- Comprobación del conductor de protección y de la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, especialmente si se han realizado obras en aseos, que hubiesen podido dar lugar al corte de los conductores. Reparación de los defectos encontrados.

16 CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, planos, y presupuesto, se espera que conseguir la aprobación, así como de obtener de los Organismos competentes, las autorizaciones y licencias oportunas para proceder a la realización de la instalación eléctrica.

Majadahonda, octubre de 2025

EL INGENIERO

Fdo. Jorge Muñoz Fernández
Nº de Col: 560

17 ANEXO I: REFERENCIA CATASTRAL



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 7984101VK2778S0001AJ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
CR POZUELO DE ALARCON 360
28222 MAJADAHONDA (MADRID)

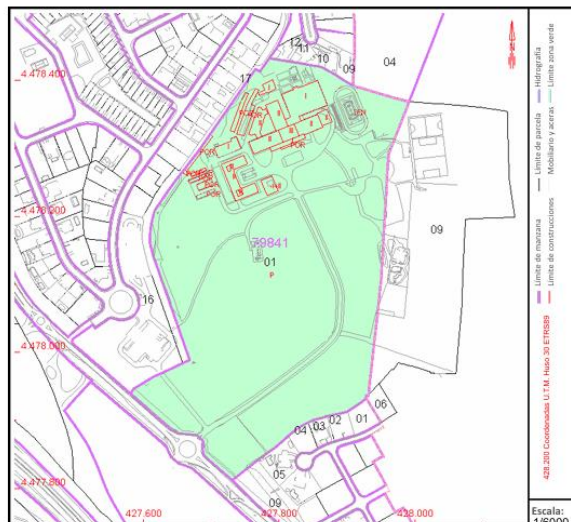
Clase: URBANO
Uso principal: Sanidad,Benefic
Superficie construida: 20.990 m2
Año construcción: 1972

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera/Planta/Puerta	Superficie m²
SANIDAD	/00/01	5.662
SANIDAD	/01/01	2.907
SANIDAD	/02/01	479
SANIDAD	/00/02	1.407
SANIDAD	/01/02	1.407
SANIDAD	/02/02	103
SANIDAD	/00/03	596
DEPORTIVO	/00/04	2.357
DEPORTIVO	P/00/CE	33
ALMACEN	2/01/01	276
SANIDAD	3/-/01	969
SANIDAD	3/00/01	969
SANIDAD	3/01/01	969
SANIDAD	3/02/01	969
APARCAMIENTO	5/-/01	421
OFICINA	5/00/01	421
OFICINA	5/01/01	421
SANIDAD	3/00/01	312
SANIDAD	3/01/01	312

PARCELA

Superficie gráfica: 161.141 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Pliego de Condiciones Técnicas

1	CONDICIONES GENERALES	4
1.1	OBJETO	4
1.2	ALCANCE	4
2	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	5
2.1	CONDICIONES GENERALES	5
2.2	ALCANCE DE NUESTRA INSTALACION ELÉCTRICA	5
2.2.1	<i>Componentes</i>	5
2.2.2	<i>Condiciones previas</i>	5
2.3	CANALIZACIONES	5
2.3.1	<i>Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes</i>	6
2.3.2	<i>Conductores aislados enterrados</i>	6
2.3.3	<i>Conductores aislados directamente empotrados en estructuras</i>	6
2.3.4	<i>Conductores aislados en el interior de la construcción</i>	6
2.3.5	<i>Conductores aislados bajo canales protectoras</i>	7
2.3.6	<i>Conductores aislados bajo molduras</i>	7
2.3.7	<i>Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas</i>	8
2.3.8	<i>Conductores aislados bajo tubos protectores</i>	8
2.4	CONDUCTORES	12
2.4.1	<i>Identificación de las instalaciones</i>	13
2.4.2	<i>Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica</i>	13
2.5	CAJAS DE EMPALME	13
2.6	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE	14
2.7	APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN	14
2.7.1	<i>Cuadros eléctricos</i>	14
2.7.2	<i>Interruptores automáticos</i>	14
2.7.3	<i>Fusibles</i>	14
2.7.4	<i>Interruptores diferenciales</i>	15
2.7.5	<i>Embarrados</i>	15
2.7.6	<i>Prensaestopas y etiquetas</i>	15
2.8	RECEPTORES DE ALUMBRADO	15
2.9	RECEPTORES A MOTOR	15
2.10	PUESTAS A TIERRA	16
2.10.1	<i>Uniones a tierra</i>	16
2.11	INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA	17
2.12	CONTROL	18
3	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	19
4	CONTROL	22
5	SEGURIDAD	23
5.1	SEGURIDAD E HIGIENE	23
5.1.1	<i>Descripción</i>	23
5.1.2	<i>Componentes</i>	23
5.1.3	<i>Condiciones previas</i>	24
5.1.4	<i>Ejecución</i>	24
5.1.5	<i>Control</i>	24
5.1.6	<i>Seguridad</i>	24
5.1.7	<i>Medición</i>	25
5.1.8	<i>Mantenimiento</i>	25
6	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	26
6.1	GENERALIDADES	26
6.2	INICIO DE LAS OBRAS	26
6.3	EJECUCIÓN	26
6.4	MEDIDAS DE SEGURIDAD	26
6.5	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS	26
6.6	OMISIONES Y CONTRADICCIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	26
6.7	RESPONSABILIDADES	26
7	PRUEBAS CARA A LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	27
7.1	RECEPCIÓN PROVISIONAL	27
7.2	GARANTÍAS	27
8	CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS	28
8.1	OBJETO	28
8.2	GENERALIDADES	28

8.3	DEFINICIONES	29
8.3.1	<i>Radiación solar</i>	29
8.3.2	<i>Instalación</i>	29
8.3.3	<i>Módulos</i>	29
8.3.4	<i>Integración Arquitectónica</i>	30
8.4	DISEÑO	30
8.4.1	<i>Diseño del generador fotovoltaico</i>	30
8.4.2	<i>Diseño del sistema de monitorización</i>	31
8.4.3	<i>Integración arquitectónica</i>	31
8.5	COMPONENTES Y MATERIALES	31
8.5.1	<i>Generalidades</i>	31
8.5.2	<i>Sistemas generadores fotovoltaicos</i>	32
8.5.3	<i>Estructura soporte</i>	33
8.5.4	<i>Inversores</i>	33
8.5.5	<i>Cableado</i>	34
8.5.6	<i>Conexión a red</i>	35
8.5.7	<i>Medidas</i>	35
8.5.8	<i>Protecciones</i>	35
8.5.9	<i>Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas</i>	35
8.5.10	<i>Armónicos y compatibilidad electromagnética</i>	35
8.5.11	<i>Medidas de seguridad</i>	35
8.6	RECEPCIÓN Y PRUEBAS	36
8.7	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA	37
8.8	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO	38
8.8.1	<i>Generalidades</i>	38
8.8.2	<i>Programa de mantenimiento</i>	38
8.8.3	<i>Garantías</i>	39
8.9	ANEXO I: MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA	40
8.9.1	<i>Introducción</i>	40
8.9.2	<i>Procedimiento de medida</i>	40
8.10	ANEXO II: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA	42
8.10.1	<i>Introducción</i>	42
8.10.2	<i>Procedimiento</i>	43
8.11	ANEXO III: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS	44
8.11.1	<i>Objeto</i>	44
8.11.2	<i>Descripción del método</i>	44
8.11.3	<i>Tablas de referencia</i>	45
8.11.4	<i>Distancia mínima entre filas de módulos</i>	47
9	DISPOSICIONES FINALES	49
9.1	CONDICIONES ECONÓMICAS	49
9.2	OBSERVACIONES	49

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Se refiere el presente pliego de condiciones a las exigencias que deben reunir los materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas que nos referimos, así como por las que han de regirse el contratista-instalador autorizado, o en su caso, quien corresponda para la ejecución correcta y terminación de las mismas.

1.2 ALCANCE

Las cláusulas referidas a calidad de materiales, normas de instalación, seguridad en el trabajo, y en general todas las de índole, son inalterables.

Las cláusulas de índole económica son susceptibles de modificación, por voluntad expresa de ambas partes, que se reflejará en el oportuno contrato anexo.

2 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

2.1 CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa.

2.2 ALCANCE DE NUESTRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Instalación de la red de distribución eléctrica en baja tensión a 400 V. entre fases y 230 V. entre fases y neutro, desde el final de la acometida perteneciente a la Compañía Suministradora, localizada en la caja general de protección, hasta cada punto de generación

2.2.1 Componentes

- Conductores eléctricos.
 - o Reparto.
 - o Protección.
- Tubos protectores.
- Elementos de conexión.
- Cajas de empalme y derivación. Aparatos de mando y maniobra.
 - o Interruptores.
 - o Conmutadores.
- Aparatos de protección.
 - o Disyuntores eléctricos.
 - o Interruptores diferenciales.
 - o Fusibles.
 - o Tomas de tierra.
 - Placas.
 - Electrodo o picas.
- Aparatos de control.
 - o Cuadros de distribución.
 - Generales.
 - Individuales.
 - o Contadores

2.2.2 Condiciones previas

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a estar empotrada: Forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y de protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.3 CANALIZACIONES

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

2.3.1 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.3.2 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.3.3 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.3.4 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.3.5 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16mm	>16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 4
Resistencia a la penetración de agua.	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.3.6 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por

ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.3.7 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

2.3.8 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma

correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

2.3.8.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2.3.8.2 Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	ligera
Resistencia al impacto	2	ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera delas especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media

Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C(+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protección contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada.
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm^2 .

2.3.8.3 Tubos en canalizaciones enterradas

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media

Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

2.3.8.4 Instalación

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.4 CONDUCTORES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre.
 - o Formación: unipolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - o Tensión de prueba: 2.500 V.
 - o Instalación: bajo tubo.
 - o Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - o Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

2.4.1 Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

2.4.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.5 CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerkas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerka para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

2.6 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

2.7 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

2.7.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

2.7.2 Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

2.7.3 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

2.7.4 Interruptores diferenciales

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2.7.5 Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro. Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

2.7.6 Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

2.8 RECEPTORES DE ALUMBRADO

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

2.9 RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no

inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

2.10 PUESTAS A TIERRA

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

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

2.10.1 Uniones a tierra

2.10.1.1 Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

2.10.1.2 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores	16 mm ² Cu/ a6 mm ² Acero Galvanizado.
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu/ 50 mm ² hierro	25 mm ² Cu/ 50 mm ² hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

2.10.1.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

2.10.1.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

2.11 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

2.12 CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la ITC-BT -13. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.
- La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la Instrucción MI-BT-015 y la norma u homologación de la Compañía Suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.
- El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m. y máxima de 1,80 m., y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m., según la instrucción ITC-BT-16.
- El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-15.
- Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.
- En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.
- El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.
- La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.
- Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.
- Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.
- No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.
- Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

- El conductor colocado bajo enlucido (caso de electrificación mínima) deberá instalarse de acuerdo con lo establecido en la Instrucción ITC-BT-26, en su apartado 1.3.
- Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m. como mínimo.
- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.
- Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC- BT-26, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:
 - o *Volumen de prohibición.*- Es el limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño, aseo o ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 m. por encima del fondo de aquellos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.
 - o *Volumen de protección.*- Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a un metro de los del citado volumen.
- En el volumen de prohibición no se permitirá la instalación de interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.
- En el volumen de protección no se permitirá la instalación de interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Se admitirá la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos de caldeo protegidos siempre que su instalación se fija, estén conectados a tierra y se haya establecido una protección exclusiva para estos radiadores a base de interruptores diferenciales de alta sensibilidad. El interruptor de maniobra de estos radiadores deberá estar situado fuera del volumen de protección.
- Los calentadores eléctricos se instalarán con un interruptor de corte bipolar, admitiéndose éste en la propia clavija. El calentador de agua deberá instalarse, a ser posible, fuera del volumen de prohibición, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato.
- Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ Ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en Voltios, con un mínimo de 250.000 Ohmios.
- El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 Voltios, y como mínimo 250 Voltios, con una carga externa de 100.000 Ohmios.
- Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.
- Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.
- Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobre- intensidades, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

- Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos
- La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.
- Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.
- Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas IEB. del Ministerio de la Vivienda.

4 CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la obra, montaje o instalación se ordenen por el Técnico- Director de la misma, siendo ejecutados por el laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en el anterior apartado de ejecución, serán reconocidos por el Técnico- Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico-Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aun a costa, si fuera preciso, de deshacer la obra, montaje o instalación ejecutada con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

5 SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándose de la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios. -Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V. mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a Seguridad e Higiene en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

5.1 SEGURIDAD E HIGIENE

5.1.1 Descripción

- Sistemas de protección tanto individuales como colectivos, para evitar posibles accidentes.
- Instalaciones necesarias para conseguir un mínimo confort en la obra, para aquellos trabajadores que tengan que permanecer en ésta fuera del horario de trabajo.
- Tanto los sistemas de protección como las instalaciones proyectadas, se ajustarán a la Legislación vigente como a la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

5.1.2 Componentes

Forman este capítulo los siguientes elementos:

- Instalaciones provisionales de obra:
 - o Casetas Prefabricadas.
 - o Acometidas provisionales.
 - o Mobiliario y equipamiento.
- Señalizaciones:
 - o Carteles y señales.
 - o Vallados.
- Protecciones personales:
 - o Protecciones para cabeza.
 - o Protecciones para cuerpo.
 - o Protecciones para manos.
 - o Protecciones para pies
- Protecciones colectivas:

- Protecciones horizontales.
- Protecciones verticales.
- Protecciones varias
- Mano de obra de seguridad:
 - Formación de Seguridad e Higiene.
 - Reconocimientos.
 - Limpieza y conservación

5.1.3 Condiciones previas

- Se considerarán las unidades que intervendrán para desarrollar la protección más idónea en cada caso.
- Se incluirán también aquellas instalaciones de salubridad que sean necesarias para el correcto funcionamiento de las personas que tengan que utilizarlas.

5.1.4 Ejecución

Se especificarán todas las características, tanto geométricas como físicas de los productos a emplear. Dichas características se ajustarán a la normativa vigente y en su defecto se adecuarán al riesgo del que se pretende proteger.

5.1.5 Control

- Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán de acreditarla para su uso. Para su recepción y por tanto poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.
- Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.
- Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.
- Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificados por la Dirección Facultativa.
- Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario serán rechazados automáticamente.
- Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.
- Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.
- En cada trabajo, se indicará el tipo de protección individual que debe utilizarse, controlándose el cumplimiento de la normativa vigente.

5.1.6 Seguridad

- En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.
- Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.
- Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.
- No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.

- Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.
- En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.
- Los medios personales responderán a los principios de eficacia y confort permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.
- Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

5.1.7 Medición

- El criterio general de medición y valoración será el reflejado en el presupuesto del proyecto.
- Al intervenir una gran cantidad de elementos en la Seguridad e Higiene en una obra, no podemos dar ninguna pauta de medición concreta en este pliego; por lo que al desarrollar el Pliego de Condiciones particulares de cada uno de ellos, se especificará claramente su forma de medición y valoración.

5.1.8 Mantenimiento

- Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliarios y enseres.
- Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas, presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.
- Se rechazarán aquellos productos que tras su correspondiente ensayo no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.
- Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.
- Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.
- Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección. comprobando su estado de conservación antes de su utilización.

6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1 GENERALIDADES

La ejecución de esta obra se ajustará a la documentación integrante del presente proyecto ya las órdenes verbales facilitadas por el Técnico Director, referentes a la interpretación y modificación de dicho proyecto.

6.2 INICIO DE LAS OBRAS

El contratista dará principio a las obras tan pronto como reciba, para ello, la oportuna orden del Técnico Director o la Propiedad, y seguirá el ritmo que determinen esas partes.

6.3 EJECUCIÓN

El contratista tendrá al frente de los trabajos personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan del Técnico Director, estando siempre a la mira de que las obras se ejecuten correctamente.

El contratista tiene la obligación de volver a ejecutar aquellas partes de la obra que a juicio del Técnico Director estén mal realizadas, no pudiendo exigir indemnización alguna por estos trabajos adicionales.

6.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

El contratista deberá adoptar las máximas precauciones y medidas de seguridad, tanto en el acopio de materiales como en la ejecución y mantenimiento de las obras, con el fin de proteger a las personas, animales y propiedades ajenas, de posibles daños y perjuicios, corriendo éste con la responsabilidad que se derive de los mismos.

Estará obligado al cumplimiento de cuanto la Dirección de la obra le dicte, para garantizar la seguridad, bien entendido que, en ningún caso, dicho cumplimiento eximirá al mismo de responsabilidades.

6.5 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

El contratista cuidará de la perfecta conservación de las obras, subsanando cuantos menoscabos aparezcan en las mismas, ya sean éstos accidentales, intencionados o producidos por el uso natural; de forma que al hacer su recepción definitiva, se encuentren en estado de conservación y funcionamiento completamente aceptables a juicio de la Dirección de la obra, sin que pueda alegar que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

6.6 OMISIONES Y CONTRADICCIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Lo mencionado en este Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado si estuviera de acuerdo con la expuesto en ambos documentos.

En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo expuesto en el Pliego de Condiciones.

Los detalles imprevistos de las obras, que por su minuciosidad en Planos y Pliego de Condiciones y que, a juicio exclusivo de la Dirección de la obra, sin separarse del espíritu y recta intención de aquellos documentos sean necesarios para la buena construcción y remata de las obras, será de obligada ejecución para el Contratista.

6.7 RESPONSABILIDADES

El contratista es el único responsable de la ejecución de la obra que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que hubiere lugar por el incumplimiento o defectuoso cumplimiento de sus obligaciones.

Asimismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen, atendándose en todo momento a las disposiciones legales estipuladas sobre el caso.

7 PRUEBAS CARA A LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

7.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Para la recepción provisional de las obras, una vez terminadas, el Director de las mismas y el propietario de la instalación procederán, en presencia del contratista o su representante, a efectuar los ensayos y reconocimientos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con arreglo al presente Proyecto, a las modificaciones autorizadas ya las órdenes del Técnico Director

Los defectos que se encontraran, deberán ser subsanados por el contratista en el plazo de tiempo más breve posible, a su sola cuenta y riesgo.

7.2 GARANTÍAS

Transcurrido el plazo de garantía, se realizará un reconocimiento visual de las obras, con objeto de comprobar su estado de conservación.

Si existiese duda racional a juicio del Técnico Director, se procederá a realizar las mismas pruebas que para la recepción provisional.

A partir de la recepción definitiva, cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos defectos inherentes a la normal conservación de la obra, subsistiendo las responsabilidades que pudieran alcanzarle por defecto oculto o deficiencia de causa dolosa.

8 CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

8.1 OBJETO

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red.

Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

8.2 GENERALIDADES

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Decreto 29/2014, de 08/05/2014, por el que se regulan las actuaciones en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y se crea el Registro Autonómico de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de Castilla-La Mancha.
- Orden de 20/05/2014, de la Consejería de Fomento, por la que se regula el Registro Autonómico de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de Castilla-La Mancha y el procedimiento de inscripción en el mismo.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y modificaciones posteriores.
- Normas UNE de aplicación.
- Normativa de las compañías suministradoras.
- Normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral, y en particular la Ley 31/1.995. de 8 de noviembre. sobre Prevención de Riesgos Laborales, el RD 1.627/1.997, de 24 de octubre, sobre Seguridad y Salud en obras de construcción, Ley 54/2.003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, y el RD 486/1.997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Texto refundido vigente de la Ley de Contratos del Estado.
- Ordenanzas Municipales.
- Demás disposiciones vigentes que le sean de observación y aplicación.

8.3 DEFINICIONES

8.3.1 Radiación solar

- *Radiación solar*: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- *Irradiancia*: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2 .
- *Irradiación*: *Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m^2 .*

8.3.2 Instalación

- *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*: Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- *Línea y punto de conexión y medida*: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- *Interruptor automático de la interconexión*: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- *Interruptor general*: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de 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.
- *Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal*: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

8.3.3 Módulos

- *Célula solar o fotovoltaica*: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- *Célula de tecnología equivalente (CTE)*: Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- *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)*: Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
 - o *Irradiancia solar*: 1000 W/m^2
 - o *Distribución espectral*: AM 1,5 G
 - o *Temperatura de célula*: 25°C
- *Potencia pico*: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- **TONC:** Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

8.3.4 Integración Arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

8.4 DISEÑO

8.4.1 Diseño del generador fotovoltaico

8.4.1.1 Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

8.4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

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

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

8.4.2 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

8.4.3 Integración arquitectónica

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Solicitud y la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

En cualquier caso, el IDAE podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por sí o por delegación, informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas.

Cuando sea necesario, a criterio de IDAE, a la Memoria de Diseño o Proyecto se adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

8.5 COMPONENTES Y MATERIALES

8.5.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

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

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

8.5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Este requisito no se aplica a los casos excepcionales del apartado 4.1.1.3.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Los módulos deberán llevar 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.

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

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

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.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

8.5.3 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

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

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

8.5.4 Inversores

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.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.

Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc. Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- 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 edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

8.5.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

8.5.6 Conexión a red

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.

8.5.7 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

8.5.8 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

8.5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

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.

8.5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

8.5.11 Medidas de seguridad

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teledeteción.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en

los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

8.6 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

8.7 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

$G_{dm}(0)$: Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.
- Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

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

Donde:

- P_{mp} = Potencia pico del generador
- CEM = 1 kW/m²

Tabla II. Generador P_{mp} = 1 kWp, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [Kwh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha = 0^\circ, \beta = 35^\circ)$ [Kwh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82

Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
<i>Promedio</i>	4,51	4,96	0,794	3,94

8.8 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

8.8.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.8.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

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

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

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de 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.

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

8.8.3 Garantías

Ámbito general de la garantía

- Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Plazos

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas

- La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía

- La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

Lugar y tiempo de la prestación

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de

los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

8.9 ANEXO I: MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

8.9.1 Introducción

Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

8.9.2 Procedimiento de medida

Se describe a continuación el equipo necesario para calcular la potencia instalada:

- 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente
- 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente
- 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA)
- 1 pinza amperimétrica de CC y CA

El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.

Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de ± 2 horas alrededor del mediodía solar.

Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.

Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es $P_{cc, inv}$.

El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).

La temperatura ambiente se mide con un termómetro de mercurio, a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_o R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

$P_{cc, fov}$	Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.
L_{cab}	Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores,

conexiona- dos, diodos antiparalelo si hay, etc.

E	Irradiancia solar, en W/m^2 , medida con la CTE calibrada.
g	Coefficiente de temperatura de la potencia, en $1/^\circ C$
T_c	Temperatura de las células solares, en $^\circ C$.
T_{amb}	Temperatura ambiente en la sombra, en $^\circ C$, medida con el termómetro.
$TONC$	Temperatura de operación nominal del módulo.
P_o	Potencia nominal del generador en CEM, en W.
$R_{to, var}$	Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
L_{tem}	Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término $[1 - g(T_c - 25)]$ por $(1 - L_{tem})$.

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

L_{pol}	Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
L_{dis}	Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
L_{ref}	Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término L_{ref} es cero.

Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

- Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.
- Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

Tabla III

Parámetro	Valor estimado, media anual	Valor estimado, día despejado (*)	Ver observación
L_{cab}	0,02	0,02	(1)
g ($1/^\circ C$)	–	0,0035 (**)	–
$TONC$ ($^\circ C$)	–	45	–
L_{tem}	0,08	–	(2)
L_{pol}	0,03	–	(3)
L_{dis}	0,02	0,02	–
L_{ref}	0,03	0,01	(4)

(*) Al mediodía solar ± 2 h de un día despejado. (**) Válido para silicio cristalino.

Observaciones:

- (1) Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = RI^2 \quad (5)$$

$$R = 0,000002 L/S \quad (6)$$

R es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

L es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

S es la sección de cada cable, en cm^2 .

Normalmente las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %.

- (2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m^2 . Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.
- (3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.
- (4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar (± 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

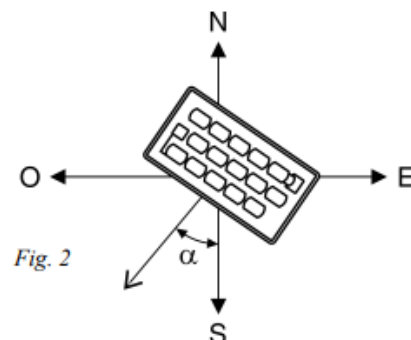
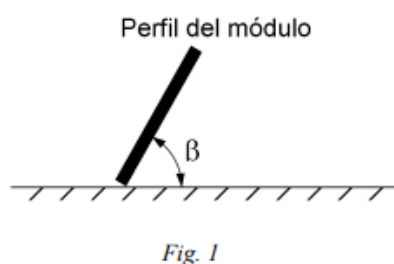
8.10 ANEXO II: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

8.10.1 Introducción

El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.



8.10.2 Procedimiento

Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, N, de 41°, de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de $\Phi = 41^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $\Phi = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

[Nota: α , β , ϕ se expresan en grados, siendo ϕ la latitud del lugar]

8.11 ANEXO III: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

8.11.1 Objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

8.11.2 Descripción del método

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

8.11.2.1 Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimuth (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

8.11.2.2 Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 5, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

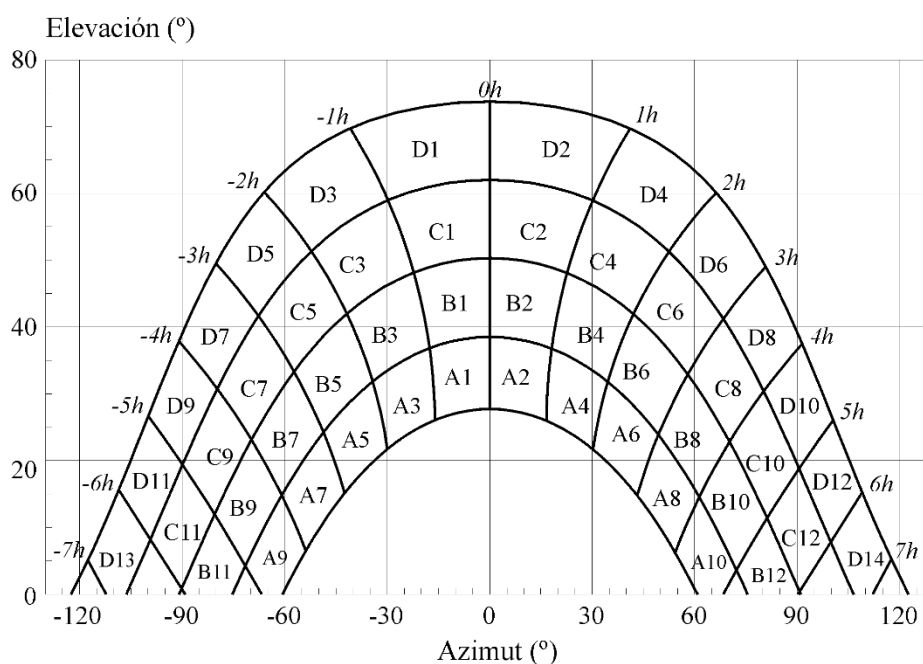


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].

8.11.2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 5 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en la sección 3 de este anexo.

8.11.2.4 Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

8.11.3 Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación (β y α , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente (véase la figura 5) resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla V-2

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55

Tabla V-7

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

8.11.4 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h \cdot k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

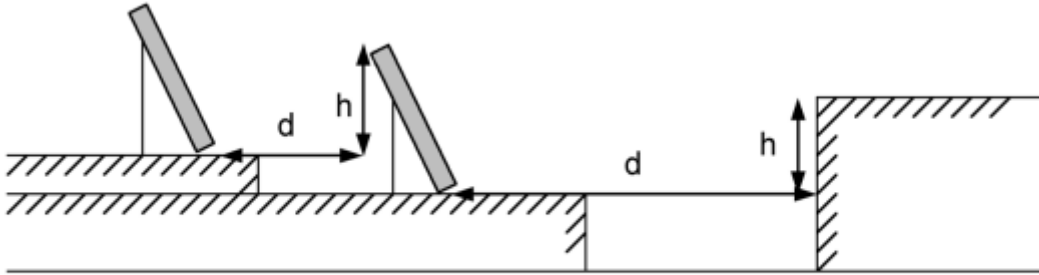


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

9 DISPOSICIONES FINALES

9.1 CONDICIONES ECONÓMICAS

Las condiciones económicas se fijarán de común acuerdo entre las partes contratantes, no pudiendo, en ningún caso, percibir mayor importe que el correspondiente a la liquidación de los trabajos, la cual deberá ser percibida por el Técnico Director o, en su caso, por la Propiedad.

No se hará abono alguno al Contratista, por trabajos fuera de contrata, si antes de emprenderlos no han sido autorizados por el Técnico Director, o la propiedad, y acordado su precio por escrito.

Serán de cuenta del Contratista todas las cargas resultantes de la aplicación de las leyes en vigor sobre los accidentes de trabajo y subsidios que ordene la Ley.

9.2 OBSERVACIONES

Son inalterables todas las disposiciones de carácter técnico, como: normas de ejecución, seguridad en el trabajo, calidad de los materiales, etc.

Las disposiciones económicas pueden llegar a ser modificadas por voluntad expresa de las partes contratantes, siempre que lo acordado no suponga una merma de calidad de los materiales y de las obras.

El presente Pliego General, es suscrito en prueba de conformidad por la Propiedad y el Contratista en cuadruplicado ejemplar, uno para cada una de las partes, el tercero para el Técnico-Director y el cuarto para el expediente del Proyecto depositado en el Colegio de Ingenieros, el cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

Guadalajara, octubre de 2025

EL INGENIERO

Fdo. Jorge Muñoz Fernández
Nº de Col: 560

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
01	INSTALACIÓN MODULOS FOTOVOLTAICOS					
01.01	<p>u MODULO FOTOVOLTAICO 550 W</p> <p>Instalación de modulo fotovoltaico sobre marquesina marca JASO-LAR modelo JAM72S30-550/MR o similar con una potencia nominal de 550 Wp. Totalmente instalado, incluyendo el transporte de los módulos a la cubierta, conexionado eléctrico y verificación. Tendrán garantía de producción mínima del 84% en 30 años y la adecuada resistencia a la intemperie, un elevado grado de aislamiento entre sus partes eléctricas, así como una garantía de 40 años. Los paneles incorporaran diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y poseerán un grado de protección IP 67. Así mismo, los marcos laterales deben ser de aluminio. Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>					364,00
						364,00
01.02	<p>u ESTRUCTURA SOPORTE PARA FIJACIÓN MODULOS FOTOVOLTAICOS EN MARQUESINA</p> <p>Suministro e instalación de estructura soporte para fijación de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada de chapa/panel sandwich modelo SUNFER 03V o similar. Los soportes estarán compuestos por perfilaría de aluminio y fijaciones de acero inoxidable. Se incluyen todas las uniones necesarias tanto terminales como intermedias, tornillería, juntas de estanqueidad, etc. Las estructuras galvanizadas en caliente cumplirán las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras. La tornillería será de acero inoxidable, cumpliendo el CTE DB SE-AE, CET DB SE A Acero. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. Kit válido para la instalación de 6 módulos. La estructura soporte será instalada sobre panel de sandwich.</p>					
	MARQUESINA 1	21				21,00
	2	21				21,00
						42,00
01.03	<p>u ESTRUCTURA PARA FIJACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN CUBIERTA PLANA</p> <p>Suministro e instalación de estructura soporte para fijación de módulo fotovoltaico en cubierta plana de hormigón sin taladrar marca Solarbloc o similar. Los soportes estarán compuestos hormigón y fijaciones de acero inoxidable. Soporte auto-lastrado. Composición: Hormigón en masa HM-30 Reforzado con fibra de vidrio. Ángulos soportes: 18º. Dimensiones: 18º: 90 x 14 x 42cm. Peso 50 kg. Fijación paneles: mediante carril y tornillería. Densidad aparente (kg/m3): 1421+-10% Densidad hormigón (kg/m3): 2300+-10%. La tornillería será de acero inoxidable, cumpliendo el CTE DB SE-AE, CET DB SE A Acero. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. Kit válido para la instalación de 6 módulos. La estructura soporte será instalada sobre panel de sandwich.</p>					
	Módulos cubierta plana	120				120,00
						120,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
01.04	u AYUDAS DE ALBAÑILERIA Ud de ayudas necesarias para la ejecución completa de las instalaciones definidas en el Proyecto, incluyendo retirada de escombros a Gestor Autorizado, apertura y tapado de rozas y huecos, ejecución de soportes necesarios para apoyo de tuberías en patinillos y cubierta, ejecución de pasamuros necesarios, incluyendo sellados, reposición de cerramientos, pintado, desmontajes y montajes, etc. incluyendo también la limpieza y reposición final al estado original. Totalmente terminado y rematado conforme al estado original.	1				1,00 1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
02	INSTALACIÓN INVERSOR, PROTECCIONES, MEDIA Y MONITORIZACIÓN					
02.01	<p>u INVERSOR TRIFASICO 50 kW</p> <p>Suministro e instalación de inversor fotovoltaico trifásico marca Fronius modelo TAURO 50-3-D o similar con una potencia nominal de 50 kW. Deberá tener un rendimiento mínimo de un 98,5%, debiendo estar protegidos frente a situaciones como fallo en la red eléctrica, tensión fuera de rango, frecuencia de red fuera de los límites de trabajo, temperatura de inversión elevada, tensión del generador fotovoltaico baja o intensidad del generador fotovoltaico insuficiente. Los inversores tendrán como mínimo las siguientes especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none">- Tipo de protección IP 65 o superior.- Transformador AF dotado de filtro supresor de armónicos y seguimiento del punto de máxima potencia.- Margen de temperatura ambiente -25 - +55°C.- Humedad de aire admisible 0-100%- Equipamiento de seguridad: se deben cumplir las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, que deben ser certificadas por el fabricante, incorporando las siguientes protecciones: cortocircuitos en alterna, tensión red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones mediante varistores o similar, perturbaciones presentes en la red (como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc), medición del aislamiento CC, comportamiento de sobrecarga, desplazamiento del punta de trabajo y limitación de potencia.- Interfaces de red que permitan su conexión a WLAN, Ethernet, etc. con al menos 4 entradas/salidas digitales. <p>Dispondrá de los elementos necesarios que aseguren una correcta supervisión y manejo, así como de las señalizaciones necesarias para su correcta operación. Se dotará a los inversores con los siguientes controles manuales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Encendido y apagado del inversor.- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.- El autoconsumo en modo nocturno es inferior a 0,004 % de la potencia nominal.- El factor de potencia de la energía generada será superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.- Grado de protección mínimo será IP 65. <p>Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>					
		1				1,00
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
02.02	<p>u INVERSOR TRIFASICO 125 kW</p> <p>Suministro e instalación de inversor fotovoltaico trifásico marca Fronius modelo ARGENO 125.0 o similar con una potencia nominal de 125 kW. Deberá tener un rendimiento mínimo de un 99,1%, debiendo estar protegidos frente a situaciones como fallo en la red eléctrica, tensión fuera de rango, frecuencia de red fuera de los límites de trabajo, temperatura de inversión elevada, tensión del generador fotovoltaico baja o intensidad del generador fotovoltaico insuficiente. Los inversores tendrán como mínimo las siguientes especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none">- Tipo de protección IP 65 o superior.- Transformador AF dotado de filtro supresor de armónicos y seguimiento del punto de máxima potencia.- Margen de temperatura ambiente -25 - +55°C.- Humedad de aire admisible 0-100%- Equipamiento de seguridad: se deben cumplir las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, que deben ser certificadas por el fabricante, incorporando las siguientes protecciones: cortocircuitos en alterna, tensión red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones mediante varistores o similar, perturbaciones presentes en la red (como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc), medición del aislamiento CC, comportamiento de sobrecarga, desplazamiento del punta de trabajo y limitación de potencia.- Interfaces de red que permitan su conexión a WLAN, Ethernet, etc. con al menos 4 entradas/salidas digitales. <p>Dispondrá de los elementos necesarios que aseguren una correcta supervisión y manejo, así como de las señalizaciones necesarias para su correcta operación. Se dotará a los inversores con los siguientes controles manuales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Encendido y apagado del inversor.- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.- El autoconsumo en modo nocturno es inferior a 0,004 % de la potencia nominal.- El factor de potencia de la energía generada será superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.- Grado de protección mínimo será IP 65. <p>Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>					
		1				1,00
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
02.03	<p>u CAJA DE PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA</p> <p>Suministro montaje y puesta en marcha de caja de fusibles y sobretensiones, incluye protecciones eléctricas de la parte de corriente continua necesarias para la protección de las líneas de cc. Dicho armario estará compuesto por 42 fusibles de 15 A y sus correspondientes bases portafusible modular seccionable. Incluye también protección de sobretensión tipo 2 SPD. Tipo de protección IP 65 o superior. Tipo de protección IK10 o superior. Incluye montaje, conexión, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>	1				1,00
						1,00
02.04	<p>u PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA</p> <p>Suministro montaje y puesta en marcha de las conexiones de corriente alterna necesarias en el cuadro de protección de corriente alterna junto a inversores y en el cuadro principal existente. Se incluye protección contra sobretensiones, magnetotérmica y diferencial marca Schneider o similar. Incluye montaje, conexión, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Deberá ser elaborado según esquemas unifilares adjuntos en proyecto. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p> <p>Nota: la protección magnetotérmica a instalar en la carcasa existente en el cuadro principal será un caja moldeada (se indica en esquema unifilar calibre) marca Schneider o similar (el cuerpo exterior o carcasa del equipo es existente y está instalado).</p>					
	Cuadro CA	1				1,00
						1,00
02.05	<p>u SISTEMA DE MONITORIZACIÓN</p> <p>Suministro, instalación y puesta en marcha de sistema de monitorización de la instalación fotovoltaica. Dicho sistema será un sistema abierto, con posibilidad de ampliación futura. El sistema de control ha de permitir ampliaciones futuras de un modo fácil y escalable y ha de poder comunicarse con otros sistemas. Será un sistema totalmente interoperable, capaz de transmitir datos a otros sistemas de gestión a distintos niveles (superior e inferior). Se incluyen en esta partida los equipos necesarios para la monitorización del sistema haciendo de este un sistema con vertido cero.</p> <p>El sistema de monitorización proporcionará datos de las siguientes variables en tiempo real:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voltaje y corriente de CC a la entrada del inversor. - Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor. - Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente. - Potencia reactiva de salida del inversor. <p>Los datos se obtendrán y se presentarán en forma de medias horarias.</p>					
		1				1,00
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03	LINEAS ELÉCTRICAS					
03.01	<p>m Cable eléctrico para baja tensión (cableado cc 1x10 mm² instalaciones fotovoltaicas)</p> <p>Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
	CADENAS INV. 150	1	2.800,00			2.800,00
	CADENAS INV. 50	1	1.250,00			1.250,00
						4.050,00
03.02	<p>m Línea trifásica RZ1-K (AS) 3x25+2G16 mm²</p> <p>Línea trifásica sobre bandeja (medida a parte), formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x25+2G16 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexcionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Tendido de cables. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
		1	5,00			5,00
						5,00
03.03	<p>m Línea trifásica RZ1-K (AS) 3x95+2G50 mm²</p> <p>Línea trifásica sobre bandeja (medida a parte), formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x95+2G50 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexcionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Tendido de cables. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
		1	5,00			5,00
						5,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03.04	<p>m Línea trifásica RZ1-K (AS) 3x150+2G70 mm² sobre bandeja existente</p> <p>Línea trifásica sobre bandeja existente, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x150+2G70 mm², siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexcionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo.</p> <p>Tendido de cables. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1	35,00			35,00
						35,00
03.05	<p>m LINEA DE PUESTA A TIERRA 6 MM2</p> <p>Suministro y tendido de linea de puesta a tierra, instalada con conductor aislado de 6 mm2 de sección nominal. Incluso p.p. de caja de derivación, latiguillos de union, piezas especiales, instalado según REBT.</p>					
	TIERRAS MARQUESINA	1	240,00			240,00
	TIERRAS CUBIERTA	1	150,00			150,00
						390,00
03.06	<p>m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos 60x200 mm</p> <p>Bandeja perforada de PVC con tapa, color gris RAL 7035, de 60x200 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1	25,00			25,00
						25,00
03.07	<p>m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos 30x60 mm</p> <p>Bandeja perforada de PVC con tapa, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1	135,00			135,00
						135,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03.08	<p>m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos 60x300 mm</p> <p>Bandeja perforada de PVC con tapa, color gris RAL 7035, de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1	70,00			70,00
						70,00
03.09	<p>m Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos 60x400 mm</p> <p>Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x400 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación del soporte. Colocación y fijación de la bandeja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1	25,00			25,00
						25,00
03.10	<p>u ARQUETA REGISTRO 40x40x40 cm PREFABRICADA</p> <p>Arqueta de registro de dirección prefabricada de hormigón de 40x40x40 cm de medidas interiores, conforme a UNE 133100-2:2002, incluso con tapa, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor s/Código Estructural, incluso p.p. de formación de agujeros para conexionado de tubos, medios auxiliares, así como excavación en terreno compacto, relleno lateral posterior y transporte de tierras sobrantes a vertedero. Totalmente instalado, según RD 346/2011 y NTE-IAT. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p>	3				3,00
						3,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03.11	<p>m CANALIZ. ACOMET. ELÉCTR. 30x80 cm CALZADA 6x63 mm</p> <p>Canalización subterránea enterrada bajo calzada, en zanja de 30 cm de ancho y 80 cm de profundidad de dimensiones mínimas (detalles del tipo de zanja en planos), para acometida eléctrica en baja tensión; formada por 6 tubos de polietileno corrugado de alta densidad de doble pared de 63 mm de diámetro. Incluye apertura y excavación de la zanja por medios mecánicos, formación de cuna de hormigón, colocación de los tubos, relleno de costados y tapado de tubos con hormigón HM-20, colocación de cinta de señalización, y relleno de zanja y compactado con las tierras procedentes de la excavación, hasta el nivel base del pavimento (solera, acera, etc.). No se incluye el asfaltado de la calzada. Totalmente terminada; i/p.p. de limpieza y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07 e ITC-BT-11, NTE-IER, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p>	1	12,00			12,00
						12,00
03.12	<p>m CANALIZ. ACOMET. ELÉCTR. 30x80 cm TERRENO 6x63 mm</p> <p>Canalización subterránea enterrada bajo calzada, en zanja de 30 cm de ancho y 80 cm de profundidad de dimensiones mínimas (detalles del tipo de zanja en planos), para acometida eléctrica en baja tensión; formada por 6 tubos de polietileno corrugado de alta densidad de doble pared de 63 mm de diámetro. Incluye apertura y excavación de la zanja por medios mecánicos, formación de cuna de hormigón, colocación de los tubos, relleno de costados y tapado de tubos con hormigón HM-20, colocación de cinta de señalización, y relleno de zanja y compactado con las tierras procedentes de la excavación, hasta el nivel base del pavimento (solera, acera, etc.). Totalmente terminada; i/p.p. de limpieza y medios auxiliares. Conforme a REBT: ITC-BT-07 e ITC-BT-11, NTE-IER, UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p>	1	17,00			17,00
						17,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03.13	<p>m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente.</p> <p>Capa de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la capa base.</p> <p>Incluye: Replanteo de niveles. Transporte de la mezcla bituminosa. Extensión de la mezcla bituminosa. Compactación de la capa de mezcla bituminosa. Ejecución de juntas transversales y longitudinales en la capa de mezcla bituminosa. Limpieza final.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
		1	12,00	0,35		4,20
						4,20

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
04	LEGALIZACIONES					
04.01	LEGALIZACIÓN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA					
	Partida alzada de legalización completa de la instalación de electricidad incluyendo Certificado de instalación, Tasas de Industria y pruebas de todas las instalaciones, incluidas inspecciones iniciales o periódicas de instalación existente.					
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
05	SEGURIDAD					
05.01	ud CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad con arnés de cabeza ajustable por medio de rueda dentada, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.02	ud GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.04	ud SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.06	ud CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					3,00
05.07	ud MONO DE TRABAJO POLIESTER-ALGODÓN Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.08	ud PAR GUANTES USO GENERAL SERRAJE Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.09	ud PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					1,00
05.10	ud BOTIQUÍN DE URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.					1,00
05.11	ud REDACCIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Ud. Honorarios para la redacción del Plan de Seguridad y Salud firmado por Técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente.					1,00
		1				1,00
05.13	u Posibles costes de Seguridad y Salud Partida alzada destinada a cubrir los costes asociados a la implantación, mantenimiento y gestión de las medidas de seguridad y salud necesarias para la correcta ejecución de los trabajos de instalación					1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
06	CONTROL DE CALIDAD					
06.01	ud CONTROL DE CERTIFICADOS CONTROL DE CERTIFICADOS DE MATERIALES DE OBRA: Certificado de instalación eléctrica, Certificado de instalación de aire acondicionado, Certificado de instalación de fontanería, Acta de replanteo, Certificado de aislamiento térmico, Certificado de tubo de pvc, Certificado de perfiles metálicos, Certificado de morteros, Certificado de placas de yeso laminado, Certificado de revestimientos de yeso, Certificados de tablero cerámico, Certificado tubos de cobre y acero, Certificado de mecanismos de instalación eléctrica, Certificado de conductores de l. Eléctrica, Certificado de ladrillos, Certificado baldosas de gres, Certificado de laminado madera, Certificado de placas colgadas techo madera Certificado pinturas, Certificado de vidrios escaparates, Certificado de puerta automática, Certificado de carpintería de madera, Certificados pida la DF.	1				1,00
						1,00
06.02	ud PRUEBA FUNCMTº. C.G.M.P. ELÉCTRICO Prueba de funcionamiento de automatismos de cuadros generales de mando y protección e instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.	1				1,00
						1,00
06.08	ud RELACION MATERIALES UTILIZADOS EN OBRA Relación de todos los modelos de materiales, mecanismos, luminarias, solados,....utilizados en la obra.	1				1,00
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
07	GESTION DE RESIDUOS					
07.01	m3 TRAN.PLAN.<25km.CONT.RNP. VAL Servicio de entrega y recogida de contenedor de residuo peligroso y no peligroso valorable, por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), de capacidades: 16, 22 o 30 m3, colocado a pie de carga y considerando una distancia de transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 25km.(Plan Nacional de Residuos de construcción y demolición 2001; Ley 10/1998, de 21 de abril).					5,00
07.02	m³ SEPARACIÓN DE RESIDUOS m³ de separacion de residuos generados en el proceso de construcción.					5,00
07.03	m³ GESTOR DE RESIDUOS Gestor de residuos de la construcción autorizado					5,00

Estudio Básico de Seguridad y Salud

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	3
2	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....	4
3	CONDICIONES AMBIENTALES	4
4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	4
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.....	4
4.2	SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA	4
4.3	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	4
4.4	SERVICIOS HIGIÉNICOS	4
4.5	SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES.....	5
5	TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR.....	5
6	PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	5
7	PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS	5
7.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	6
7.2	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	7
7.3	FORMACIÓN	7
8	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.....	7
8.1	RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE	7
8.2	RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE	7
9	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	8
10	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	9
11	PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES.....	13
12	CONDICIONES GENERALES	14
13	CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	14
14	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS	16

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El citado Real Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el Real Decreto 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.

El Estudio Básico va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

- Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 32/ 2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

3 CONDICIONES AMBIENTALES

Todos los trabajos se realizarán en las instalaciones del edificio objeto del proyecto, y que se describe en la memoria del mismo. Cuando se realicen trabajos a la intemperie, se comprobará la no existencia de alertas meteorológicas.

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el documento de Memoria del presente proyecto.

4.2 SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

4.3 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

4.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se

dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrega al medio ambiente.

4.5 SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que, si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación será objeto de un contrato expreso.

5 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR

Quedan especificados en la memoria descriptiva y pliego de condiciones del “PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP” al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Servicios afectados: No se afecta ningún servicio público.

6 PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos se llevará a cabo conforme a las especificaciones y condiciones técnicas que al respecto establece el Proyecto al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud; dichas prescripciones quedarán complementadas, o en su caso modificadas, por las instrucciones que determine el Ingeniero Director de Obra que, en cualquier caso, deberán contar obligatoriamente con la aprobación y autorización expresa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

7 PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS

Se seleccionan procedimientos, equipos y medios proporcionados en función de las características particulares de la obra y de las tecnologías disponibles de modo que se obtenga la máxima seguridad posible para los trabajadores que participen en la misma.

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán los principios de acción preventiva y en particular las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesario para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas (no existen en la obra que nos ocupa).
- La recogida de materiales peligrosos utilizados (en la presente obra no existen).
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

7.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

<p>Casco*</p> <p>Guantes de cuero.</p> <p>Guantes de goma fina.</p> <p>Guantes de soldador.</p> <p>Guantes dieléctricos.</p> <p>Botas impermeables al agua y a la humedad.</p> <p>Botas de seguridad de lona (clase III).</p> <p>Botas de seguridad de cuero (clase III).</p> <p>Botas dieléctricas.</p> <p>Monos o buzos.</p> <p>Trajes de agua.</p> <p>Gafas contra impactos y antipolvo.</p>	<p>Gafas para oxicorte.</p> <p>Pantalla de seguridad para soldador.</p> <p>Mascarillas antipolvo.</p> <p>Filtros para mascarillas.</p> <p>Protectores auditivos.</p> <p>Mandiles de soldador.</p> <p>Polainas de soldador.</p> <p>Manguitos de soldador.</p> <p>Cinturón <u>antivibratorio</u>.</p> <p>Arnés de seguridad con sistema anticaídas.</p> <p>Línea de vida.</p>
---	---

Listado de las protecciones individuales necesarias

**Para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.*

7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Pórticos protectores de líneas eléctricas.	Cables de sujeción de cinturón de seguridad.
Vallas de limitación y protección.	Anclajes de cables.
Señales de tráfico.	Casetas de operadores de máquinas.
Señales de seguridad.	Limitadores de movimiento de grúas.
Cintas de balizamiento.	Anemómetros.
Topes de desplazamiento de vehículos.	Balizamiento luminoso.
Barandillas.	Extintores.
Redes.	Interruptores diferenciales.
Lonas.	Tomas y red de tierra.
Soportes y anclajes de redes, lonas.	Transformadores de seguridad.

Listado de las protecciones colectivas necesarias

7.3 FORMACIÓN

Corresponde a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos adoptar las medidas pertinentes para la adecuada formación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.

8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.

8.1 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se definen en el presente documento.

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)	Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
OBSERVACIONES:	

Riesgos evitables y medidas técnicas adoptadas

8.2 RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA
RIESGOS
Caídas de operarios al mismo nivel.
Caídas de operarios a distinto nivel.

Caídas de objetos sobre operarios.	
Caídas de objetos sobre terceros.	
Choques o golpes contra objetos.	
Trabajos en condiciones de humedad.	
Contactos eléctricos directos e indirectos.	
Cuerpos extraños en los ojos.	
Sobreesfuerzos.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	Grado
Orden y limpieza en los lugares de trabajos.	Permanente.
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T.	Permanente.
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).	Permanente.
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente.
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente.
Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente.
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	Alternativa al vallado.
Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B.	Permanente.
Evacuación de escombros.	Frecuente.
Escaleras auxiliares.	Ocasional.
Información específica.	Para riesgos concretos.
Cursos y charlas de formación.	Frecuente.
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	Empleo
Cascos de seguridad.	Permanente.
Calzado protector.	Permanente.
Ropa de trabajo.	Permanente.
Ropa impermeable o de protección.	Con mal tiempo.
Gafas de seguridad.	Frecuente.
Línea de vida.	Permanente.
Arnés de seguridad.	Permanente.
Guantes para trabajos en tensión.	Permanente.
Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc).	Frecuente.
OBSERVACIONES:	

Riesgos NO evitables completamente, medidas preventivas y equipos de protección

9 RIESGOS LABORALES ESPECIALES

Estos riesgos especiales se definen en el Real Decreto 1627/97 Anexo II. Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto de referencia y que implican un riesgo especial serán:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta y media tensión.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En el siguiente apartado se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

10 RIESGOS LABORALES ESPECIALES

Estabilidad y solidez. Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si sus propios elementos no aseguran la estabilidad deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

Caída de objetos. Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

Caídas de altura. Los andamios, pasarelas y plataformas en las que el riesgo de altura de caída sea superior a los 2,00 m irán equipados con barandillas resistentes de 0,90 m de altura equipadas con reborde de protección, pasamanos y protección intermedia. En los trabajos de montaje de estructura, cubiertas y otros se colocarán redes horizontales y línea de vida, y se utilizarán con carácter obligatorio, arnés de seguridad con sistema anticaídas. Todos los trabajadores deberán de estar unidos a la línea de vida en todo momento, cuando se encuentren trabajando sobre la cubierta del edificio.

Factores atmosféricos: Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Andamios. Tendrán las condiciones de estabilidad y solidez anteriormente señaladas. Así mismo quedarán protegidos y utilizados de modo que se evite que las personas caigan o estén expuestas a las caídas de objetos. Los andamios móviles deberán asegurarse contra desplazamientos involuntarios. Todos los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, período de utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Escaleras de mano. Se cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 486/97 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Aparatos elevadores y accesorios de izado. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y

utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido la formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales. Deberán ajustarse a su normativa específica. Si bien deberán estar diseñados y contruidos en la medida de lo posible en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal capacitado. Con el fin de evitar caídas en las excavaciones o en el agua se dispondrán en el perímetro de éstas las correspondientes balizas, topes y señalizaciones. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

Instalaciones, máquinas y equipos. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

Instalaciones de distribución de energía. Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

Instalación eléctrica. Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

Ataguías. No se prevén en la obra.

Vías y salidas de emergencia. Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al Real Decreto 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la obra. Las vías de salida de emergencia así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno, de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

Ventilación. Las condiciones particulares de la obra hace que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; las disponibilidad de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores queda asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

Ruido. No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Se facilitarán cascos de protección acústica para los trabajos de utilización de compresores neumáticos o equipos que así lo requieran.

Polvo, gases y vapores. No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases, ni vapores, ni presencia de atmósferas peligrosas.

Iluminación. Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra dispondrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tendrán iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color de la luz artificial no alterará la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Temperatura. Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Puertas y portones. Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que impida salirse de los raíles y caerse. Las que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de modo adecuado. En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas mecánicas deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores; deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abre automáticamente.

Vías de circulación y zonas peligrosas. No se prevé que en la obra existan zonas de acceso limitado. Las vías de circulación destinadas a vehículos se situarán a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Muelles y rampas de carga. Serán adecuados a las cargas transportadas. Los muelles deben tener al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

Espacio de trabajo. Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios. Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde transportar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para

garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Servicios higiénicos. Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres.

Locales de descanso. Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo.

Locales de alojamiento. No se requieren.

Mujeres embarazadas y madres lactantes. Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Trabajadores minusválidos. Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Acceso a la obra y perímetro de la misma. Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

Agua potable y bebida. Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

Comidas. Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

11 PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.

- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.
- Línea de vida.
- Puntos de anclaje permanentes.

12 CONDICIONES GENERALES

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será designado por el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del Real Decreto 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del Real Decreto 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del Real Decreto 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del Real Decreto 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde trasladar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

13 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para los trabajos eléctricos, se consideran los siguientes riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Contactos con elementos candentes y quemaduras.

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por personal cualificado, no obstante se tomarán las medidas preventivas y se utilizarán las protecciones colectivas e individuales necesarias.

Como medidas previas a la realización de trabajos, se suprimirán los reenganches automáticos si existen, y se prohibirá la puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión, sin previa conformidad del responsable de los trabajos. Se establecerá una comunicación con el lugar de trabajo que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

Deberá existir en todo momento, coordinación con la empresa suministradora, de forma que estén bien definidas las maniobras a realizar. En caso de realizar trabajos en los que sea necesario que la Compañía Distribuidora deje sin tensión la instalación, ésta deberá informar por escrito a las partes implicadas en el trabajo, de que se han realizado las operaciones necesarias y que la instalación está sin tensión, indicando exactamente lugar y hora de la desconexión.

En todos los trabajos eléctricos en media tensión, se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento (5 Reglas de Oro):

1. Seccionamiento de las instalaciones de la zona de trabajo. Cortar todas las posibles alimentaciones de alta y baja tensión de los elementos en los que haya que intervenir, utilizando al menos, casco, banqueta aislante, guantes aislantes y gafas protectoras. Desenergización el tramo mediante:
 - Apertura de los aparatos de maniobra (interruptores automáticos, reenganches automáticos, etc.).
 - Apertura VISIBLE de el/los seccionador/es correspondiente/s.
2. Enclavamiento o bloqueo (si es posible) de los aparatos de corte y señalización en los mandos de los aparatos de corte con un cartel que indique la prohibición de la maniobra.
3. Verificación de la ausencia de tensión en la red. Mediante un voltímetro adecuado para la red en la cual se está trabajando, se verificará que las tres fases están sin tensión, así como, en caso de existir, entre conductor neutro y tierra.
4. Colocar las puestas a tierra y en cortocircuito, aislando la zona de trabajo.
5. Señalizar la zona de trabajo. Si no se cumpliera alguna de las condiciones anteriores, los trabajos deberán ser interrumpidos inmediatamente, y no serán reestablecidos hasta el cumplimiento estricto de todos los procedimientos.

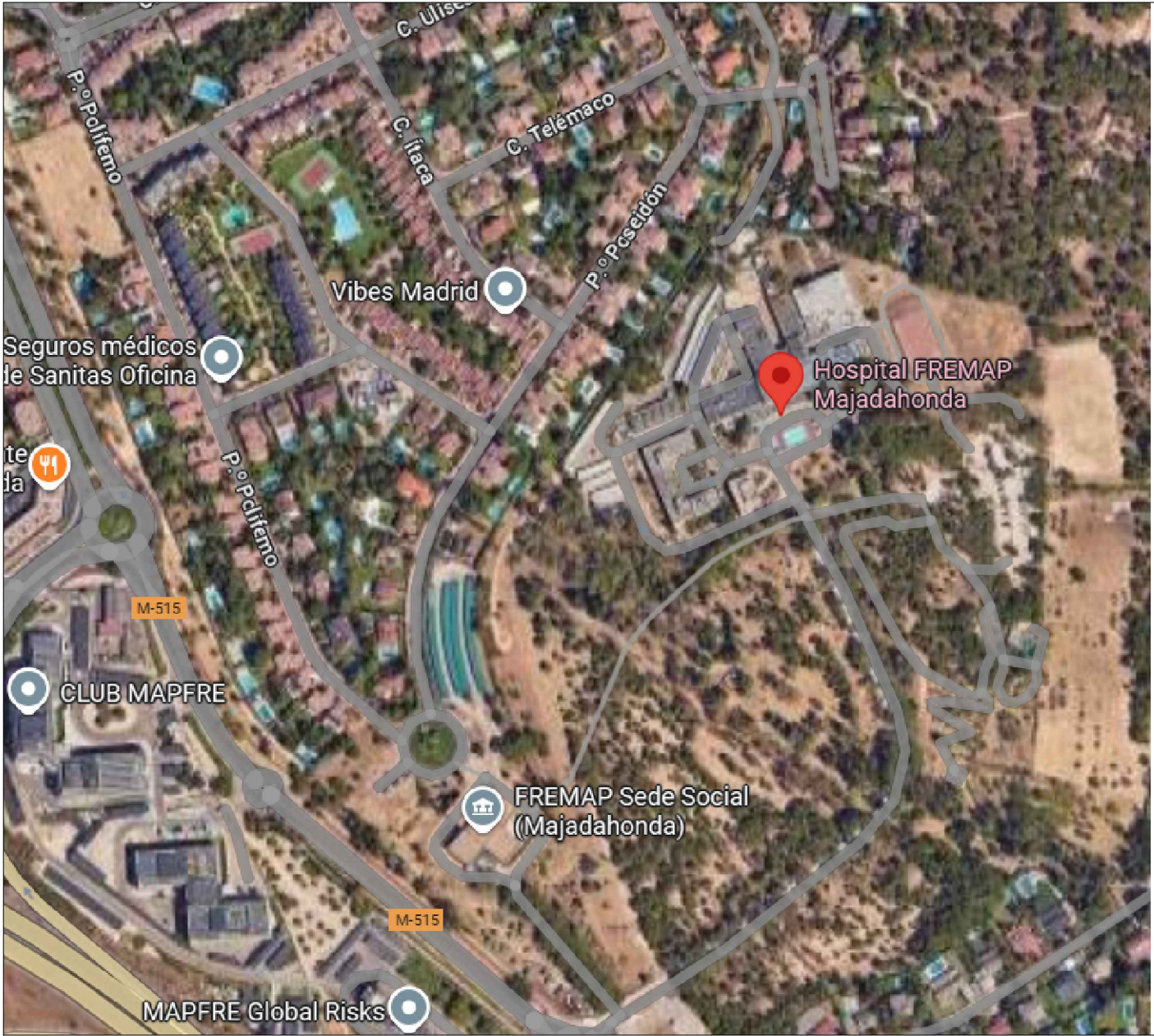
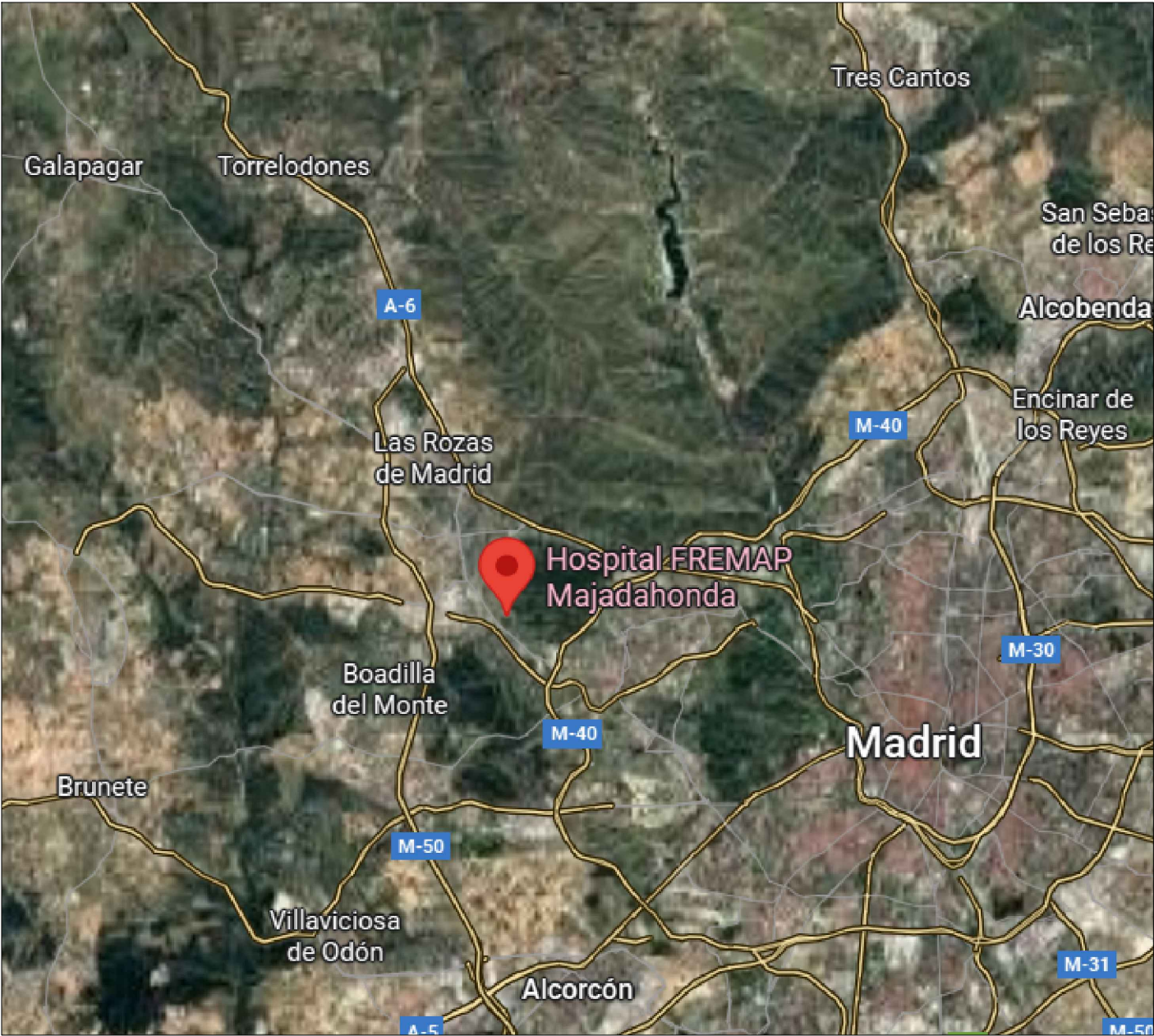
14 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Guadalajara, octubre de 2025

EL INGENIERO

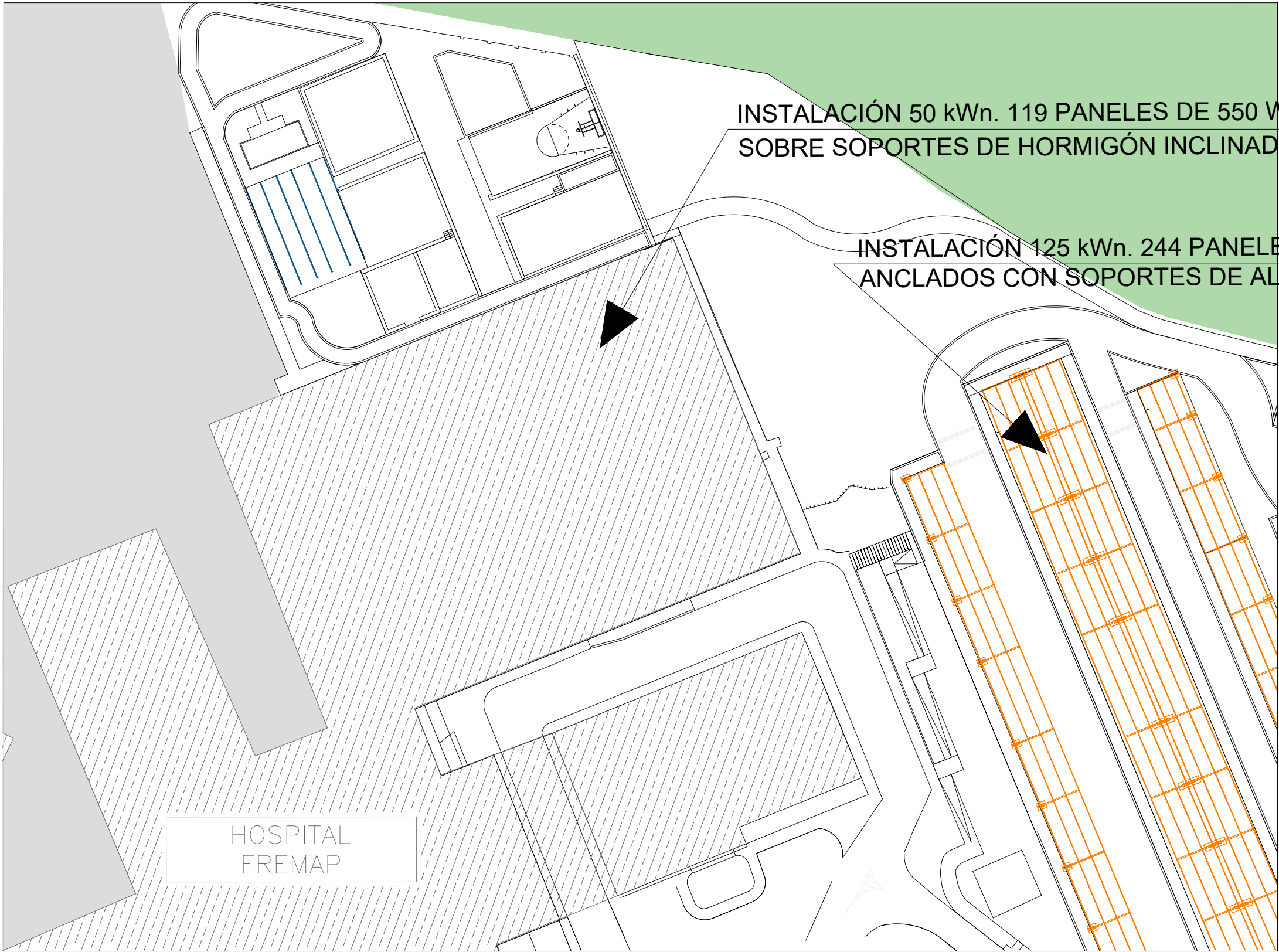
Fdo. Jorge Muñoz Fernández
Nº de Col: 560



TITULO: <div>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</div>			
FECHA: OCTUBRE 2025		ESCALA: S.E.	
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560		PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP	
		UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)	
		PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61	
		REVISION: 01	

henan
ingenieria

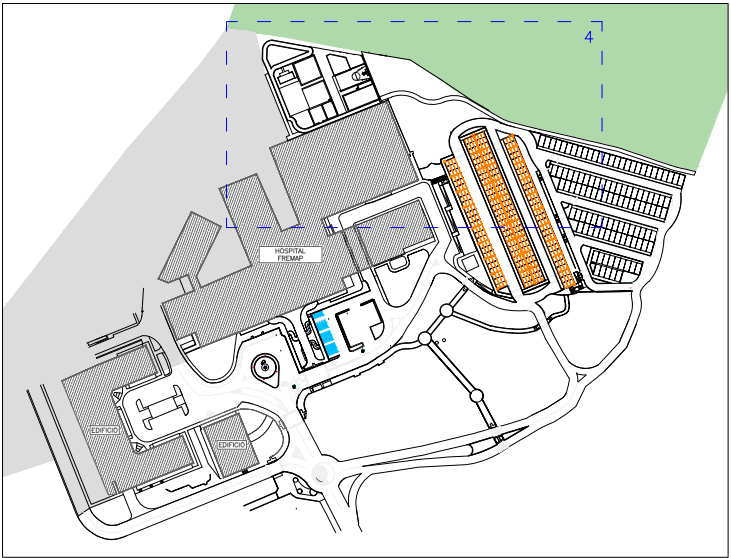
PLANO:
1



INSTALACIÓN 50 kWn. 119 PANELES DE 550 Wp
SOBRE SOPORTES DE HORMIGÓN INCLINADOS

INSTALACIÓN 125 kWn. 244 PANELES DE 550 Wp
ANCLADOS CON SOPORTES DE ALUMINIO COPLANARES

HOSPITAL
FREMAP



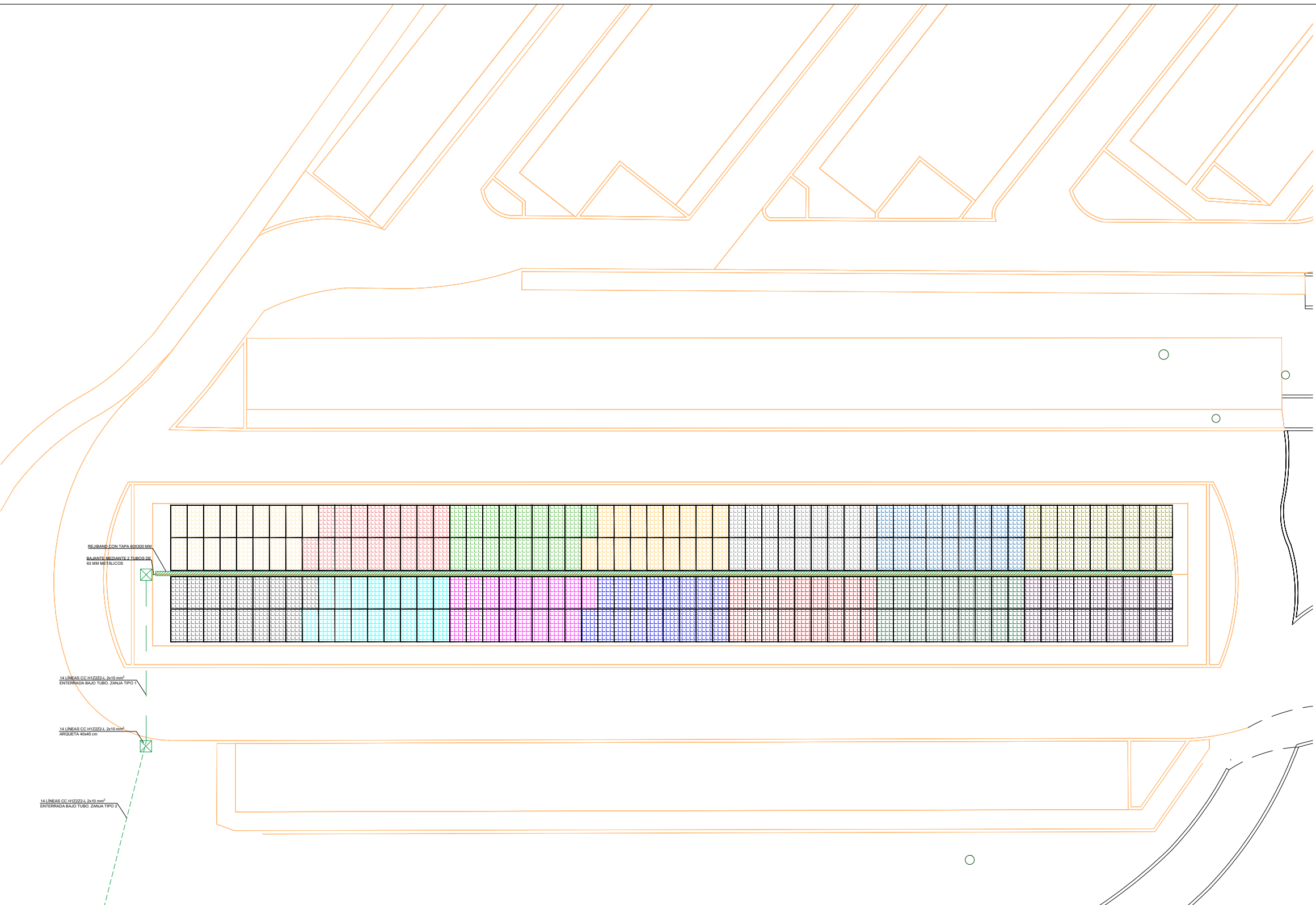
TITULO: **EMPLAZAMIENTO INSTALACIONES**

FECHA: OCTUBRE 2025	ESCALA: 1:500
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
	REVISION: 01

PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

henan
ingenieria

PLANO:
2



STRINGS	
	STRING 1 MPPT 1 INVERSOR 125 KW
	STRING 2 MPPT 1 INVERSOR 125 KW
	STRING 3 MPPT 2 INVERSOR 125 KW
	STRING 4 MPPT 2 INVERSOR 125 KW
	STRING 5 MPPT 3 INVERSOR 125 KW
	STRING 6 MPPT 3 INVERSOR 125 KW
	STRING 7 MPPT 4 INVERSOR 125 KW
	STRING 8 MPPT 4 INVERSOR 125 KW
	STRING 9 MPPT 5 INVERSOR 125 KW
	STRING 10 MPPT 5 INVERSOR 125 KW
	STRING 11 MPPT 6 INVERSOR 125 KW
	STRING 12 MPPT 6 INVERSOR 125 KW
	STRING 13 MPPT 7 INVERSOR 125 KW
	STRING 14 MPPT 8 INVERSOR 125 KW

NOTAS CANALIZACIONES/REJIBANDS/ARQUETAS	
	CANALIZACIÓN/REJIBAND/ARQUETA NUEVA
	CANALIZACIÓN/REJIBAND/ARQUETA EXISTENTE

TITULO: **DETALLE INSTALACIÓN EN MARQUESINA**

FECHA: OCTUBRE 2025	ESCALA: 1:300
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
	REVISION: 01

PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

henan
ingenieria

PLANO:
3



STRINGS

- STRING 1 MPPT 1 INVERSOR 125 KW
- STRING 2 MPPT 1 INVERSOR 125 KW
- STRING 3 MPPT 2 INVERSOR 125 KW
- STRING 4 MPPT 2 INVERSOR 125 KW
- STRING 5 MPPT 3 INVERSOR 125 KW
- STRING 6 MPPT 3 INVERSOR 125 KW
- STRING 7 MPPT 4 INVERSOR 125 KW

NOTAS CANALIZACIONES/REJIBANDS/ARQUETAS

- CANALIZACIÓN/REJIBAND/ARQUETA NUEVA
- CANALIZACIÓN/REJIBAND/ARQUETA EXISTENTE

TITULO:

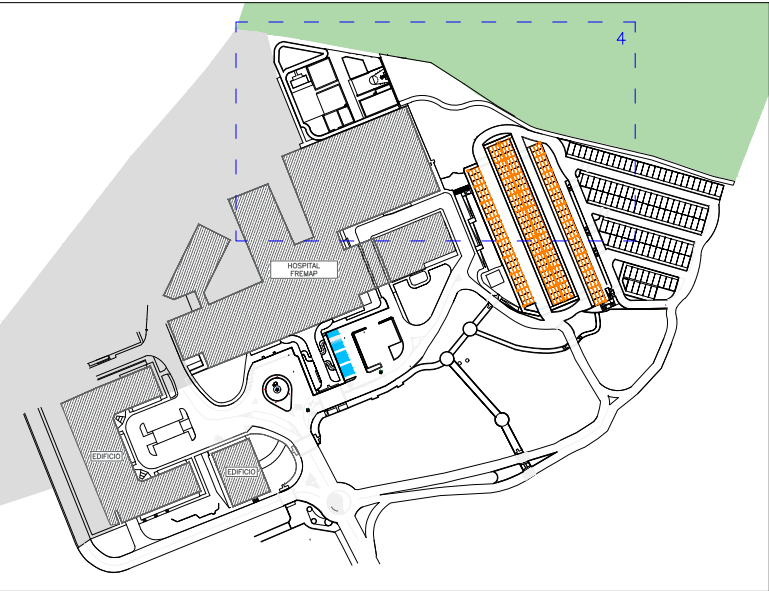
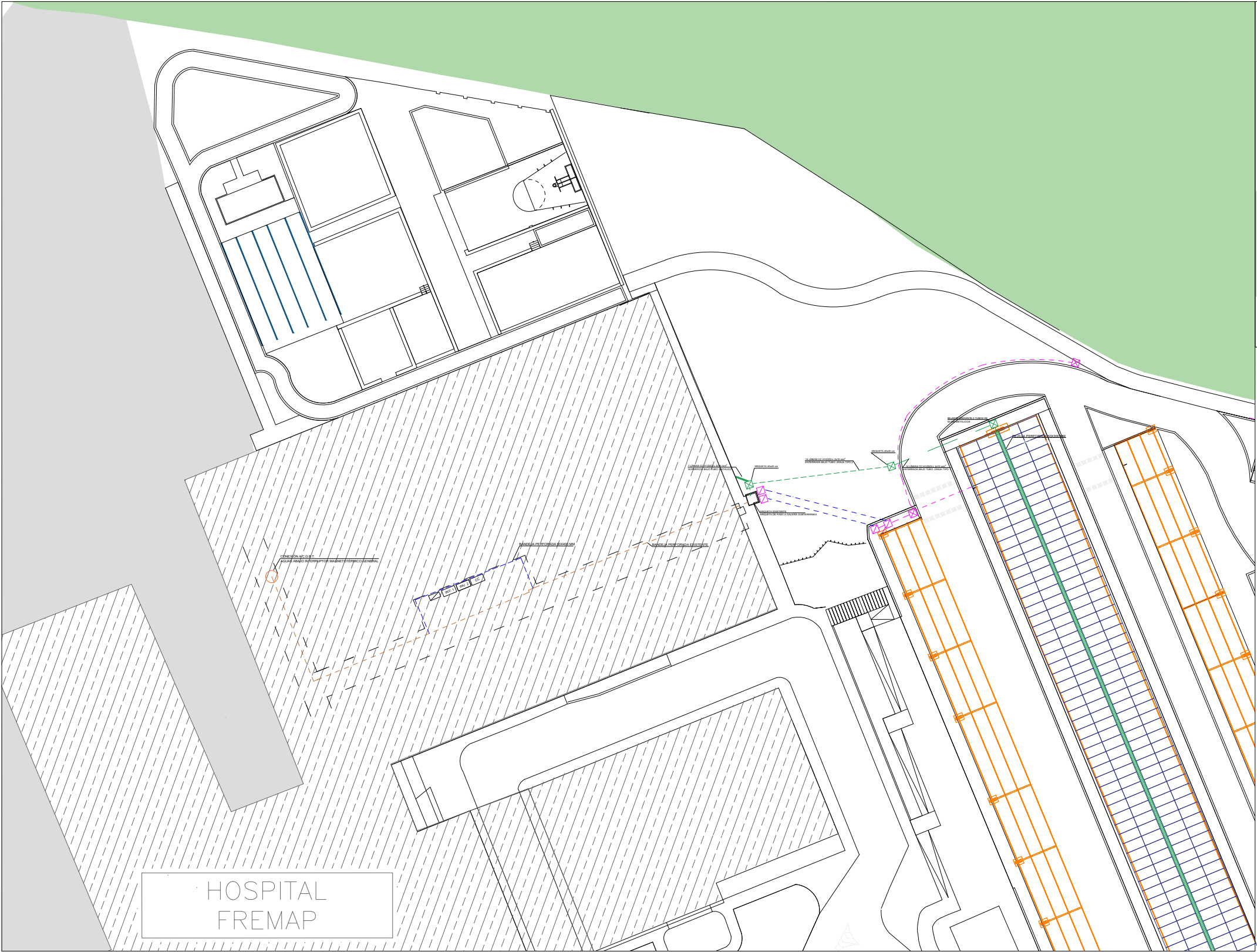
DETALLE INSTALACIÓN EN CUBIERTA PLANA

FECHA: OCTUBRE 2025	ESCALA: 1:200
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
	REVISION: 01

PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

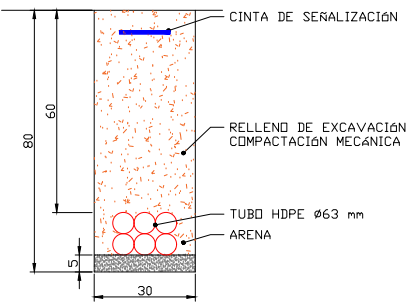
henan
ingenieria

PLANO:
4

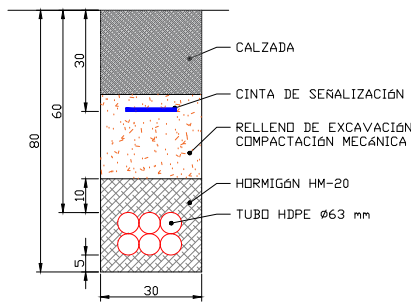


LEYENDA	
	CUADRO PROTECCIÓN CORRIENTE ALTERNA INVERSORES
	CUADRO PROTECCIÓN CORRIENTE CONTINUA
	ARQUETA EXISTENTE 40x40 cm
	ARQUETA A REALIZAR 40x40 cm
	CANALIZACIÓN EXISTENTE ENTERRADA 1 TUBO Ø63mm
	CANALIZACIÓN EXISTENTE ENTERRADA 1 TUBO Ø63mm
	CANALIZACIÓN EXIST. SUPERF. BANDEJA PERF.
	ZANJA Y CANALIZACIÓN TIPO 1 A REALIZAR
	ZANJA Y CANALIZACIÓN TIPO 1 A REALIZAR
	CANALIZACIÓN A REALIZAR SUP. BANDEJA PERF. 60x400 mm
	INV. 1 INVERSOR FRONIUS ARGENO 125 KW O SIMILAR
	INV. 2 INVERSOR FRONIUS ECO TAURO 50 KW O SIMILAR

SECCIÓN ZANJA
CANALIZACIÓN
ELÉCTRICA EN TERRENO
TIPO 1



SECCIÓN ZANJA
CANALIZACIÓN ELÉCTRICA
EN CRUCE CALZADA
TIPO 2



TITULO: **LÍNEAS, CANALIZACIONES Y PROTECCIONES**

FECHA:
OCTUBRE 2025

ESCALA:
1:500

Jorge Muñoz Fernández
Ing. Téc. Industrial
Nº de Colegiado 560

PROPUESTA:
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES
EN HOSPITAL DE FREMAP

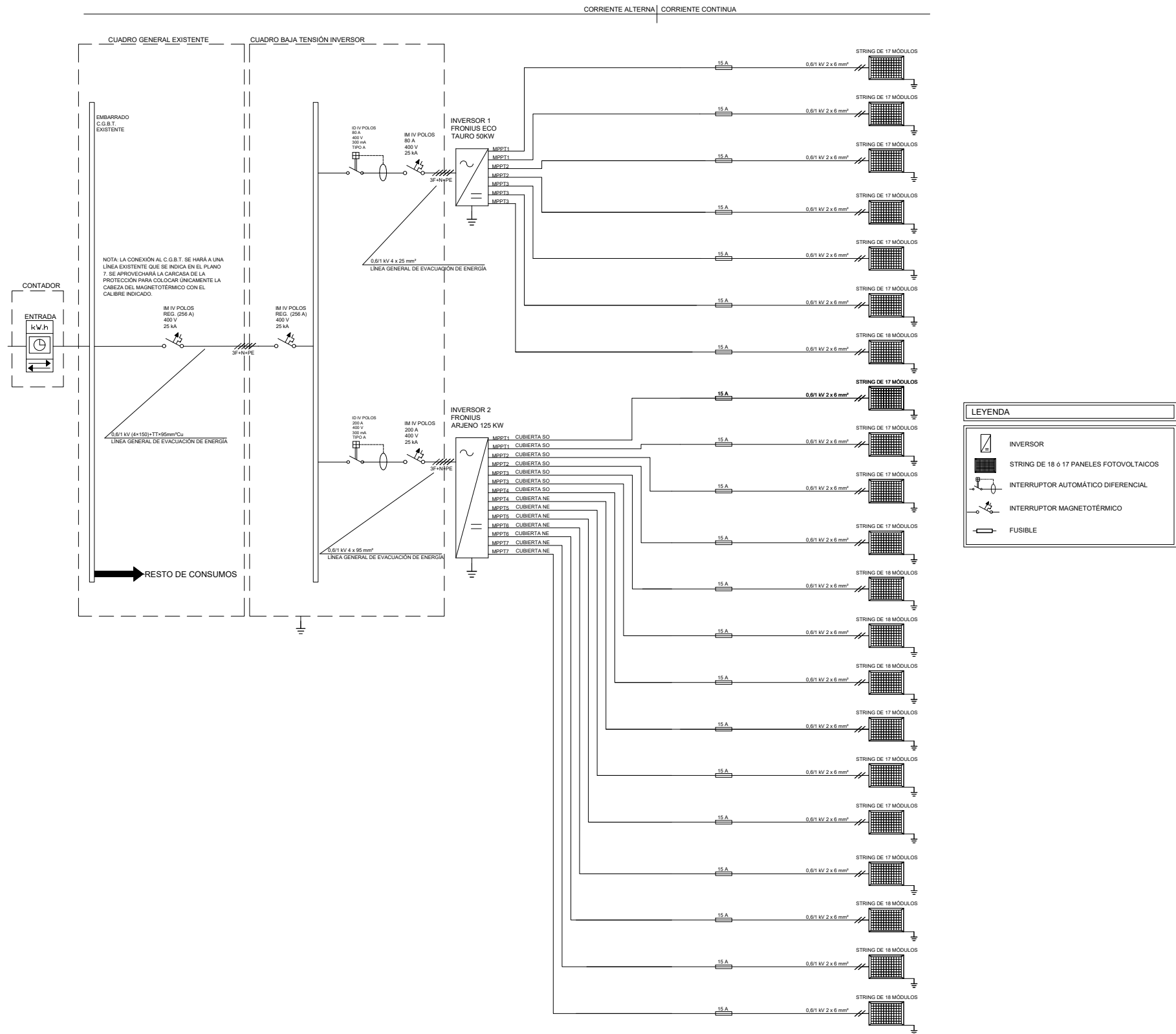
UBICACIÓN:
Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)

PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE
TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE
LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

REVISION: 01

henan
ingenieria

PLANO:
5



TITULO:

ESQUEMA UNIFILAR

FECHA: OCTUBRE 2025	ESCALA: S.E.
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
	REVISIÓN: 01

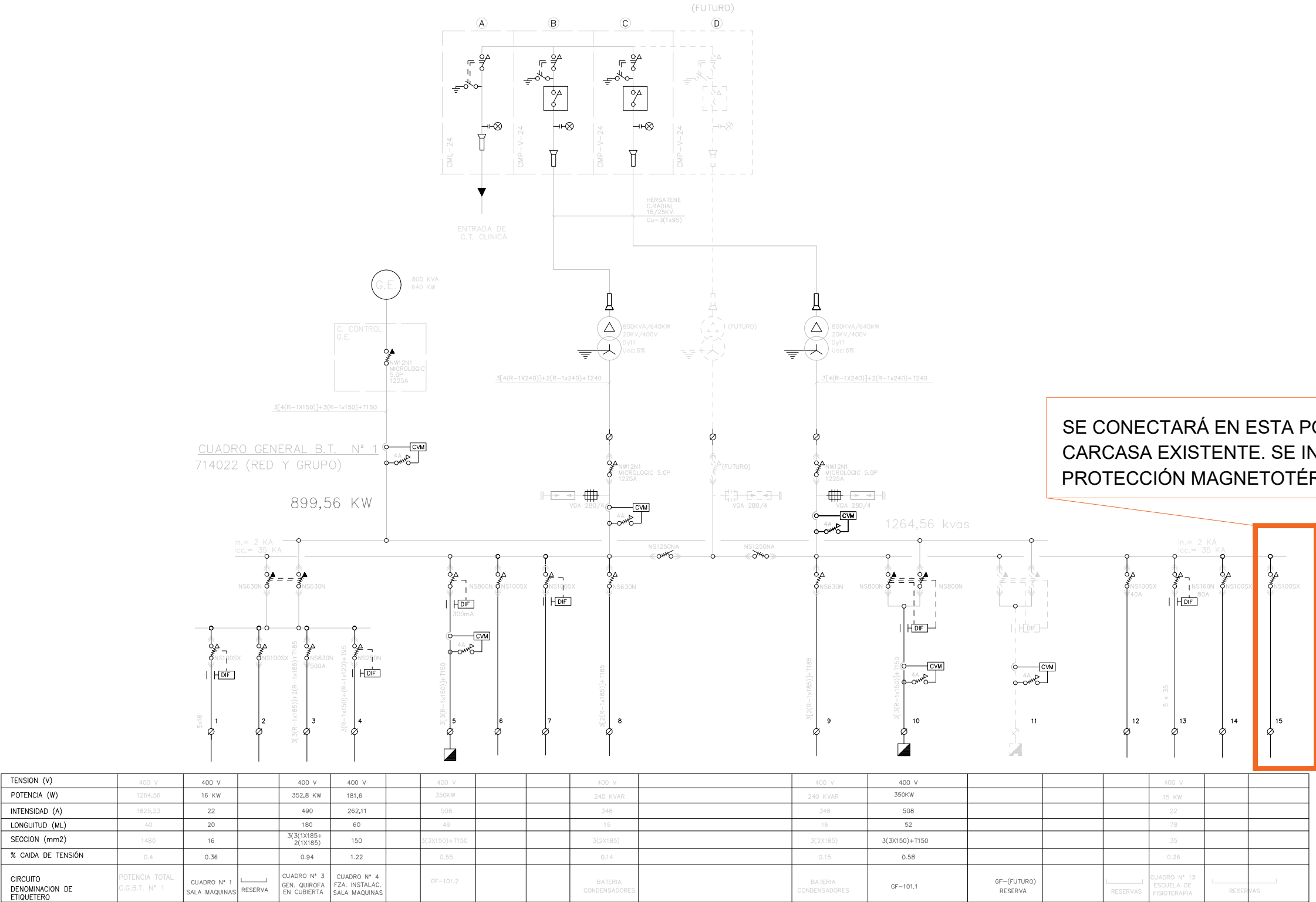
PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

henan
ingenieria

PLANO:

6

NUEVO CENTRO TRANSFORMACION AMPLIACION SALA MAQUINAS



TITULO: ESQUEMA UNIFILAR C.G.B.T. EXISTENTE

FECHA: OCTUBRE 2025	ESCALA: S.E.
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
REVISION: 01	

PROPUESTA: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

henan
ingenieria

PLANO:
7

Coplanares


03V

Cubierta metálica - Carril Continuo


ESPECIFICACIONES

Superficie de instalación	Chapa metálica
Superficie de anclaje	Correas metálicas
Fijación de anclaje	Atornillado
Tornillería de anclaje	No incluida
Tamaño máximo del panel Kit	2400x1150 mm
Tamaño máximo del panel Bulk	2400x1350 mm
Espesor del panel	28-40 mm
Perfilería	Aluminio EN AW-6005A T6 (Crudo o anodizado)
Tornillería	Acero inoxidable A2-70
Junta de estanqueidad	EPDM


COMPONENTES




Ver documentación




Opciones de Venta


 Formato Kit


 Formato Bulk


Disponible en Sunfer Project



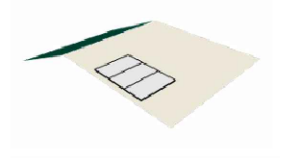
CHAPAS COMPATIBLES CON LA FIJACIÓN

 Simple


 Sandwich 3 nervios


 Sandwich 5 nervios

DISPOSICIONES COMPATIBLES DE LOS MÓDULOS




Disposición en horizontal.





SISTEMAS ANCLAJE INSTALACIÓN COPLANAR EN MARQUESINA



SOLARBLOC (CUBIERTAS Y SUPERFICIES) 18°

Los soportes SOLARBLOC se fabrican en ocho grados distintos. 3 ,10 ,12 ,15 ,18 ,28 ,30 y 34. Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

CARACTERÍSTICAS:

MEDIDAS APROXIMADAS (Cm)

100X41X16

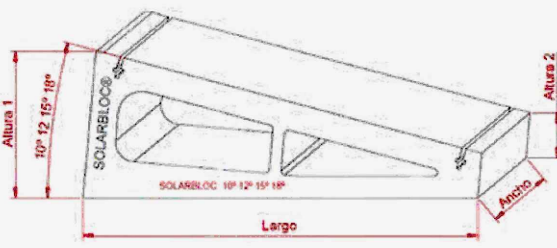
PESO APROXIMADO

60kg

POSICIÓN DEL PANEL

Horizontal o Vertical

SOLARBLOC®	GRUPO 1					GRUPO 2		
INCLINACIÓN	3º	10º	12º	15º	18º	28º	30º	34º
ALTURA 1 (CM)	27,89	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
ALTURA 2 (CM)	22,13	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
LARGO (CM)	110	100	100	100,06	100,38	60	60,04	60,32
ANCHO (CM)	12	16	16	16	16	23,5	23,5	23,5
PESO (KG)	50	60	60	60	60	68	71,3	77,8
COMPOSICIÓN	HM-20							



SISTEMAS DE ANCLAJE INSTALACIÓN INCLINADA EN CUBIERTA PLANA

TITULO:

SISTEMAS DE ANCLAJE

FECHA:
OCTUBRE 2025

ESCALA:
S.E.

Jorge Muñoz Fernández
Ing. Téc. Industrial
Nº de Colegiado 560

REVISION:
01

PROPUESTA:
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN HOSPITAL DE FREMAP

UBICACIÓN:
Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)

PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

henan ingenieria

PLANO:
8