



PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

PROYECTISTAS

Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado Nº 471 - COIITF

Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado Nº 497 - COIITF

- Agosto 2024 -

Ingeniería y Proyectos de Canarias SLP

CIF: B72894876

Email: info@inproycan.com - Tlfn: 624 061 231



ÍNDICE GENERAL

Documento I.- Memoria descriptiva	3
<i>Anexo I: Fichas técnicas</i>	<i>42</i>
Documento II.- Memoria justificativa	53
<i>Anexo I: Cálculos instalación fotovoltaica.....</i>	<i>80</i>
<i>Anexo II: Cálculos eléctricos</i>	<i>125</i>
Documento III.- Planos.....	143
Documento IV.- Pliego de condiciones	157
Documento V.- Presupuesto y mediciones	186
Documento VI. - Estudio básico de seguridad y salud	227
Documento VII. – Plan de control de la calidad.....	271
Documento VIII. – Estudio de gestión de residuos.....	280

DOCUMENTO I.

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE GENERAL

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO	6
3.	PETICIONARIO.....	6
4.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	6
5.	PROYECTISTAS.....	7
6.	REGLAMENTACIÓN.....	8
7.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL EDIFICIO O LOCAL	10
8.	CLASIFICACIÓN DE MODALIDADES DE AUTOCONSUMO SEGÚN LEY 24/2013.....	25
9.	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (ITC-BT 40)	25
10.	CONSUMO ENERGÉTICO	26
11.	POTENCIAL SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO	26
12.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	26
	12.1 MÓDULOS CAPTADORES	26
	12.2 REGULADOR MPPT	27
	12.3 INVERSOR.....	27
	12.4 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	29
	12.5 CUADROS DE PROTECCIÓN Y MANDO	30
	12.6 BATERIAS DE ALMACENAMIENTO	31
	12.7 CANALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	31
	12.8 CABLES EMPLEADOS	31
13.	SOLUCIÓN ADOPTADA. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	32
	13.1 CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN	32
	13.2 DISPOSICIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	33
	13.3 PUESTA A TIERRA.....	33
14.	ENERGÍA GENERADA.....	34
15.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN	36
16.	MANTENIMIENTO	38
17.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	38
18.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	39
19.	PRESUPUESTO.....	39
20.	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS	39
21.	USO DE LAS INSTALACIONES.....	39
22.	CONSIDERACIONES FINALES.....	40

1. ANTECEDENTES

El presente proyecto tiene por objeto la instalación fotovoltaica a ejecutar en la construcción de un establecimiento destinado a centro social para la asociación tinterfeña Trisómicos 21 DOWN Tenerife, situado en Camino Del Medio, termino municipal de La Laguna, en la isla de Tenerife. El presente proyecto cuenta con los siguientes antecedentes:

El Proyecto Básico y de Ejecución de CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21, DOWN TENERIFE de nueva planta, con número de visado 93374 de fecha 19/12/17, obtuvo licencia de obra N° 2017007283 por parte de la Gerencia Municipal de Urbanismo, redactado por la sociedad OFICINA PROYECTOS DE ARQUITECTURA ÁLVAREZ MUÑOZ, S.L.P.U., con C.I.F.: B-38.954.798, colegiado n° 10.651 del C.O.A.C.

Se redacta separata de instalaciones por el Ingeniero Técnico Industrial D. Guanyxemar Martín Bencomo Col: 1218 del C.O.I.T.I. Dicho proyecto data del año 2019 y cuenta con número de visado 3342/2019 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

Se realiza el Proyecto Básico y de Ejecución Modificado N°1 y Ampliación de CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21, DOWN TENERIFE con fecha de agosto de 2024.

Se encarga a la sociedad Ingeniería y Proyectos de Canarias SLP (INPROYCAN) la redacción del proyecto de instalación fotovoltaica que complementa al Proyecto de Baja Tensión ya realizado por el Ingeniero Técnico Industrial D. Guanyxemar Martín Bencomo

El alcance del presente proyecto solo atañe a la instalación fotovoltaica y conexión al Cuadro General de Mando y Protección proyectado en el proyecto anteriormente citado.

Se pretende instalar dos **campos solares fotovoltaicos de 32,40 kW y 7,56 kW** cuya producción energética será destinada al **autoconsumo** de los servicios del Centro Social.

Al tratarse de una instalación de energías renovables con potencia comprendida entre 10 kW y 100 kW, de acuerdo con el punto 2 del Anexo VII del Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, **es preceptiva la redacción de un proyecto de instalación fotovoltaica.**

La Ley 5/2021, de 21 de diciembre, de medidas urgentes de impulso de los sectores primario, energético, turístico y territorial de Canarias, y en concreto sobre la vigencia del

visado de conformidad y calidad, **deroga la figura del visado de conformidad y calidad** en todos los procedimientos eléctricos en la Comunidad Autónoma de Canarias, incluyendo los de regularización administrativa de instalaciones eléctricas de baja tensión.

2. OBJETO

El objeto del presente proyecto es describir, justificar y valorar la instalación en baja tensión de una instalación solar fotovoltaica de acuerdo con las prescripciones del marco reglamentario vigente.

Con este proyecto se pretende reunir la documentación necesaria para la ejecución de la instalación, así como para la legalización de esta ante los Organismos Oficiales competentes.

3. PETICIONARIO

El solicitante y titular de las instalaciones contempladas en este proyecto se corresponde con:

Titular	Asociación Tinerfeña De Trisómicos 21
Domicilio	HENRY DUNANT, Nº 2 38203, LA LAGUNA, SANTA CRUZ DE TENERIFE
C.I.F	G38328704
Representante	Lorenzo Moreno Ruiz
DNI	50400691

4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones están emplazadas en Camino del Medio nº59. C.P. 38206 T.M. de San Cristóbal de La Laguna. Provincia de Santa Cruz de Tenerife con referencia catastral: **0311555CS7501S0001YW.**

Las coordenadas del emplazamiento son:

- Latitud: 28° 28' 52,08" N
- Longitud: 16° 19' 29,76" O
- X: 370.306,08
- Y: 3.151.217,15
- Altitud: 579,21 m.



Figura 1. Situación



Figura 2. Emplazamiento

5. PROYECTISTAS

La elaboración y redacción del presente proyecto ha sido realizada por la sociedad Ingeniería y Proyectos de Canarias SLP, con CIF B72894876, con domicilio fiscal en Calle Elías Ramos González nº 4 – Oficina 204, 38001 T.M. de Santa Cruz de Tenerife, siendo los técnicos:

Ingeniero Industrial	Antonio José Villar Pérez
Nº Colegiado COIITF	497
D.N. I	78856509C
Teléfono	699 721 267
Correo electrónico	antonio.villar@inproycan.com

Ingeniero Industrial	Jorge Ramos Pérez
Nº Colegiado COIITF	471
D.N.I	54050314S
Teléfono	636 114 454
Correo electrónico	jorge.ramos@inproycan.com

6. REGLAMENTACIÓN

- 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 Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT 51.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica,

S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

- Decreto 141/2009, 10 noviembre, por el que se regulan la autorización conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la comunidad autónoma de canarias.
- Ley 2/2011, de 26 de enero, por la que se modifican la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario y la Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias.
- Orden IET/1459/2014, de 1 de agosto, por la que se aprueban los parámetros retributivos y se establece el mecanismo de asignación del régimen retributivo específico para nuevas instalaciones eólicas y fotovoltaicas en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por ley 54/2003, de 12 de diciembre, en reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- 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, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464. Raee: Real decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

- Rohs directiva 2002/95ce: restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Reglamento (UE) nº 305/2011 de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.
- Reglamento Delegado (UE) 2016/364 DE LA COMISIÓN de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Adaptación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión tras la publicación del Reglamento Delegado 2016/364, que establece las clases posibles de reacción al fuego de los cables eléctricos.
- Normas UNE de aplicación.
- Normativa autonómica de aplicación.
- Ordenanzas municipales.

7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El solar objeto del presente proyecto se sitúa en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna, en la calle del Medio, esquina con la calle Flamboyán, cercano al centro de la ciudad de La Laguna, concretamente cercana a la entrada de la autopista TF-5, a través del Padre Anchieta.

Es una zona en la cual se encuentran varias instalaciones universitarias vinculadas a la Universidad de La Laguna, así como diverso tejido residencial a medida que nos acercamos a la parcela objeto del presente proyecto.

Las calles perimetrales de la parcela se encuentran pavimentadas con encintado de aceras.

Al sureste de la parcela se encuentra situado centro de transformación, el cual se mantiene tal cual está actualmente.

La parcela tiene una planta sensiblemente triangular.

Según consta en el Plan General de Ordenación vigente, el suelo es Urbano, con una altura máxima de dos plantas, edificación abierta y cuyo uso previsto es el de Socio Cultural, como uso pormenorizado principal.

El conjunto edificatorio objeto del presente proyecto se destina a uso SOCIOCULTURAL, y todas sus dependencias permiten la realización de la función asignada.

El programa de necesidades que se recibe por parte de la propiedad para la redacción del presente proyecto se refiere a la construcción de un centro social, compuesto por dos piezas arquitectónicas articuladas entre sí, que se desarrollan en dos plantas sobre rasante y una planta semisótano bajo rasante, y al acondicionamiento del espacio libre, en cual se ubican zonas deportivas al aire libre.

La edificación queda constituida de la siguiente forma, diferenciando entre el EDIFICIO 1, que es el edificio situado con la alineación del Camino del Medio, y que se sitúa en el noroeste de la parcela, y que es la pieza donde se ubican la mayoría de los espacios de actividad a realizar en el centro, y por otro lado, el EDIFICIO 2, que se encuentra situado en el lado Este de la parcela, con fachada a la calle Flamboyán, en el cual se ubican 2 unidades de convivencia destinadas a la residencia de las personas que utilicen el Centro Social.

El conjunto cuenta con una superficie construida total de 2.210,33 m² sobre rasante y 947,68 m² bajo rasante.

Se adjunta las tablas de superficies:

EDIFICIO 1

Edificio 1 - Planta semisótano

1.1 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR - PLANTA SEMISÓTANO (SOBRE RASANTE)		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m ²
CONTROL TV DE SEGURIDAD	3,48	
DESPACHO 1	12,39	
DESPACHO 2	17,74	
DESPACHO 3	15,96	
ESCALERA AULAS 1.1	14,16	
HALL 1	18,66	
JARDÍN INTERIOR	6,67	
VESTÍBULO ASCENSOR	9,35	
TOTAL	98,41	118,73

1.2 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR - PLANTA SEMISÓTANO (BAJO RASANTE)		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ALMACÉN DE ADMINISTRACIÓN	6,30	
ARMARIO 1	1,03	
ASEO 1	16,42	
ASEO 2	14,69	
ASEO ACCESIBLE 1	6,52	
ASEO PERS. 1	3,77	
ASEO PERS. 2	3,90	
AULA 1	14,65	
AULA 2	14,65	
AULA 3	14,69	
AULA 4	14,69	
CUARTO DE LIMPIEZA 1	4,59	
DESPACHO 4	14,54	
DISTRIBUIDOR VESTUARIO	7,10	
ESCALERA AULAS 2.1	7,61	
GIMNASIO - ZONA 1	76,73	
GIMNASIO - ZONA 2	22,62	
IMPRESA TALLER	122,35	
PASILLO 1	45,60	
PASILLO 2	22,08	
VESTUARIO-ASEO 1	17,31	
VESTUARIO-ASEO 2	17,85	
VESTUARIO-ASEO ACCESIBLE	6,26	
VESTIBULO GIMNASIO	11,25	
TOTAL	487,17	553,33

Edificio 1 - Planta baja

2.1 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR - PLANTA BAJA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
A.V.D.	26,37	
ALMACÉN 1	4,47	
ARMARIO 2	0,55	
ARMARIO 3	1,50	
ASEO 3	20,31	
ASEO 4	24,42	
ASEO ACCESIBLE 2	6,28	
ASEO PERS. 3	3,91	
ASEO PERS. 4	3,90	
AULA 5	14,65	
AULA 6	14,65	
AULA 7	14,69	
AULA 8	14,69	
AULA 9	14,69	
AULA 10	15,58	
AULA TALLER 1	26,91	
AULA TALLER 2	26,91	
AULA TALLER 3	26,91	
AULA TALLER 4	26,91	
AULA TALLER 5	26,91	
AULA TALLER 6	26,91	
CUARTO DE LIMPIEZA 2	2,80	
ESCALERA AULAS 1.2	14,50	
ESCALERA AULAS 2.2	13,82	
OFFICE TRABAJADORES	20,87	
PASILLO AULAS 1	74,31	
SALA DE ESPERA	70,97	
TOTAL	539,38	621,74

Edificio 1 - Planta alta

3.1 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR - PLANTA ALTA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ARMARIO 4	0,55	
ARMARIO 5	1,49	
ARMARIO 6	1,48	
ASEO 5	20,31	
ASEO 6	22,42	
ASEO ACCESIBLE 3	6,28	
ASEO PERS. 5	3,91	
ASEO PERS. 6	3,90	
AULA 11	21,16	
AULA 12	14,66	
AULA 13	14,66	
AULA 14	14,69	
AULA 15	14,69	
AULA 16	14,98	
AULA 17	13,79	
AULA TALLER 7	26,91	
AULA TALLER 8	26,91	
AULA TALLER 9 ATENCIÓN TEMPRANA	26,91	
AULA TALLER 10 AUXILIAR FISIOTERAPIA	26,91	
AULA TALLER 11 SALA DE FISIOTERAPIA	26,91	
AULA TALLER 12 SALA DE FISIOTERAPIA	26,91	
CAMBIADOR DE BEBE	2,65	
CUARTO DE LIMPIEZA 3	2,10	
ESCALERA AULAS 1.3	11,14	
ESCALERA AULAS 2.3	13,82	
PASILLO AULAS 2	74,31	
SALA MULTISENSORIAL	26,37	
TOTAL	460,84	541,56

Edificio 1 - Planta alta (zonas exteriores)

3.2 EDIFICIO 1 - SUP. EXTERIOR - PLANTA ALTA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
TERRAZA 3	82,94	
TOTAL	82,94	90,07

Edificio 1 - Planta azotea

4.1 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR - PLANTA AZOTEA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ACCESO AZOTEA	9,69	
ESCALERA AULAS 2.4	8,86	
TOTAL	18,54	21,33

Edificio 1 - Planta azotea (zonas exteriores)

4.2 EDIFICIO 1 - SUP. EXTERIOR - PLANTA AZOTEA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
AZOTEA TRANSITABLE 1	388,32	535,06
PÉRGOLA	29,21	39,31
TOTAL	417,53	574,37

EDIFICIO 2

Edificio 2 - Planta semisótano

5.1 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - PLANTA SEMISÓTANO (SOBRE RASANTE)		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ALMACÉN 3	3,36	
ARMARIO ELECTRICIDAD	2,61	
ASEO 8	8,74	
COCINA	26,30	
CUARTO TÉCNICO 1	13,28	
CUARTO TÉCNICO 3	12,55	
CUARTO TÉCNICO ALJIBE	6,38	
DISTRIBUIDOR 2	6,72	
HALL 2	27,67	
PASILLO TÉCNICO	7,11	
TOTAL	114,73	139,04

5.2 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - PLANTA SEMISÓTANO (BAJO RASANTE)		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ALJIBE INCENDIO	10,12	
ALMACÉN 2	8,09	
ARM. SE-1	1,06	
ARM. SE-2	0,98	
ARM. SE-3	0,98	
ASEO 7	9,78	
ASEO ACCESIBLE 4	5,61	
COMEDOR	61,52	
CTO. IMAGEN Y SONIDO	5,95	
CUARTO DE LIMPIEZA 4	3,22	
CUARTO TÉCNICO 2	20,90	
DISTRIBUIDOR 1	47,67	
ESCALERA HABITACIONES 1.1	9,77	
LAVANDERÍA	13,49	
SALA DE ESTUDIO 1	19,28	
SALA DE ESTUDIO 2	19,08	
SALA DE ESTUDIO 3	19,08	
SALÓN DE ACTOS	78,25	
VESTÍBULO ASEOS	5,05	
VESTÍBULO LAVANDERÍA	1,96	
TOTAL	341,85	394,35

Edificio 2 - Planta baja

6.1 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - PLANTA BAJA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ARM. 1.1	0,96	
ARM. 1.2	0,98	
ARM. 1.3	0,98	
ARM. 1.4	0,98	
ARM. 1.5	0,97	
ARM. 1.6	0,97	
ARM. 1.7	0,97	
ARM. 1.8	0,97	
ARM. 1.9	0,98	
ARMARIO U1	0,95	
ASEO U-1	3,42	
BAÑO 1.1	4,37	
BAÑO 1.2	4,37	
BAÑO 1.3	4,37	
BAÑO 1.4	5,79	
BAÑO 1.5	5,79	
BAÑO 1.6	4,37	
BAÑO 1.7	4,37	
BAÑO 1.8	4,37	
BAÑO 1.9	5,29	
COMEDOR / COCINA U-1	18,87	
CUARTO DE LIMPIEZA U-1	4,98	
DISTR. ASEO U-1	2,28	
DISTRIBUIDOR HABITACIONES U-1	33,21	
ESCALERA HABITACIONES 1.2	9,77	
HABITACIÓN 1.1	14,27	
HABITACIÓN 1.2	13,86	
HABITACIÓN 1.3	13,86	
HABITACIÓN 1.4	13,86	
HABITACIÓN 1.5	13,86	
HABITACIÓN 1.6	13,86	
HABITACIÓN 1.7	13,86	
HABITACIÓN 1.8	13,86	
HABITACIÓN 1.9	15,06	
SALA DE ESTAR U-1	80,28	
TOTAL	331,97	392,97

Edificio 2 - Planta baja (zonas exteriores)

6.2 EDIFICIO 2 - SUP. EXTERIOR - PLANTA BAJA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
TERRAZA 1	61,23	
TOTAL	61,23	66,27

Edificio 2 - Planta alta

7.1 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - PLANTA ALTA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ARM. 2.1	0,96	
ARM. 2.2	0,98	
ARM. 2.3	0,98	
ARM. 2.4	0,98	
ARM. 2.5	0,97	
ARM. 2.6	0,97	
ARM. 2.7	0,97	
ARM. 2.8	0,97	
ARM. 2.9	0,98	
ASEO U-2	3,78	
BAÑO 2.1	4,37	
BAÑO 2.2	4,37	
BAÑO 2.3	4,37	
BAÑO 2.4	5,79	
BAÑO 2.5	5,79	
BAÑO 2.6	4,37	
BAÑO 2.7	4,37	
BAÑO 2.8	4,37	
BAÑO 2.9	5,29	
COMEDOR / COCINA U-2	23,70	
CUARTO DE LIMPIEZA U-2	3,81	
DISTRIBUIDOR HABITACIONES U-2	37,68	
ESCALERA HABITACIONES 1.3	9,78	
HABITACIÓN 2.1	14,27	
HABITACIÓN 2.2	13,86	
HABITACIÓN 2.3	13,86	
HABITACIÓN 2.4	13,86	
HABITACIÓN 2.5	13,86	
HABITACIÓN 2.6	13,86	
HABITACIÓN 2.7	13,86	
HABITACIÓN 2.8	13,86	
HABITACIÓN 2.9	15,06	
SALA DE ESTAR U-2	38,93	
TOTAL	295,88	357,26

Edificio 2 - Planta alta (zonas exteriores)

7.2 EDIFICIO 2 - SUP. EXTERIOR - PLANTA ALTA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
TERRAZA 2	24,61	
TOTAL	24,61	27,80

Edificio 2 - Planta azotea

8.1 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - PLANTA AZOTEA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
ESCALERA HABITACIONES 1.4	12,66	
TOTAL	12,66	17,70

Edificio 2 - Planta azotea (zonas exteriores)

8.2 EDIFICIO 2 - SUP. EXTERIOR - PLANTA AZOTEA		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
AZOTEA TRANSITABLE 2	97,70	
AZOTEA TRANSITABLE 3	147,18	
TOTAL	244,88	266,10

RESUMEN EDIFICIO 1

Edificio 1 – Resumen por plantas

9.1 EDIFICIO 1 - SUP. INTERIOR POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA SEMISÓTANO	585,58	672,06
PLANTA BAJA	539,38	621,74
PLANTA ALTA	460,84	541,56
PLANTA AZOTEA	18,54	21,33
TOTAL	1.604,34	1.856,68

Edificio 1 – Resumen por plantas (zonas exteriores)

9.2 EDIFICIO 1 - SUP. EXTERIOR POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA ALTA	82,94	90,07
PLANTA AZOTEA	417,53	574,37
TOTAL	500,47	664,44

RESUMEN EDIFICIO 2

Edificio 2 – Resumen por plantas

10.1 EDIFICIO 2 - SUP. INTERIOR - POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA SEMISÓTANO	456,58	533,39
PLANTA BAJA	331,97	392,97
PLANTA ALTA	295,88	357,26
PLANTA AZOTEA	12,66	17,70
TOTAL	1.097,08	1.301,32

Edificio 2 – Resumen por plantas (zonas exteriores)

10.2 EDIFICIO 2 - SUP. EXTERIOR - POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA BAJA	61,23	66,27
PLANTA ALTA	24,61	27,80
PLANTA AZOTEA	244,88	266,10
TOTAL	330,71	360,16

RESUMEN EDIFICIO 1 y 2

Edificio 1 y 2 – Resumen por plantas

11.1 TOTAL EDIFICIO 1 Y 2 - SUP. INTERIOR - POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA SEMISÓTANO	1.042,16	1.205,45
PLANTA BAJA	871,35	1.014,71
PLANTA ALTA	756,71	898,82
PLANTA AZOTEA	31,20	39,03
TOTAL	2.701,42	3.158,00

Edificio 1 y 2 – Resumen por plantas (zonas exteriores)

11.2 TOTAL EDIFICIO 1 Y 2 - SUP. EXTERIOR - POR PLANTAS		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
PLANTA BAJA	1.670,24	1.775,32
PLANTA ALTA	107,55	117,87
PLANTA AZOTEA	662,41	840,47
TOTAL	2.440,20	2.733,66

EDIFICABILIDAD - EDIFICIO 1 y 2

Edificio 1 y 2 – Edificabilidad por niveles

N1.1 PLANTA SEMISÓTANO - SUP. CONSTR. INTERIOR (SOBRE RASANTE)	
CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 SEMISOTANO SOBRE RASANTE	118,73
EDIFICIO 2 SEMISÓTANO SOBRE RASANTE 1	94,21
EDIFICIO 2 SEMISÓTANO SOBRE RASANTE 2	44,83
TOTAL	257,77

N1.2 PLANTA SEMISÓTANO - SUP. CONSTR. INTERIOR (BAJO RASANTE)	
CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 SEMISÓTANO BAJO RASANTE	553,33
EDIFICIO 2 SEMISÓTANO BAJO RASANTE	394,35
TOTAL	947,68

N2 PLANTA BAJA - SUP. CONSTR. INTERIOR (SOBRE RASANTE)	
CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 PLANTA BAJA	621,74
EDIFICIO 2 PLANTA BAJA	392,97
TOTAL	1.014,71

N3 PLANTA ALTA - SUP. CONSTR. INTERIOR (SOBRE RASANTE)	
CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 PLANTA ALTA	541,56
EDIFICIO 2 PLANTA ALTA	357,26
TOTAL	898,82

**N4 PLANTA AZOTEA - SUP. CONSTR. INTERIOR
(SOBRE RASANTE)**

CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 PLANTA AZOTEA ESC.	21,33
EDIFICIO 2 PLANTA AZOTEA ESC.	17,70
TOTAL	39,03

Edificio 1 y 2 – Edificabilidad total

**N5.1 RESUMEN TOTAL - SUP. CONSTR. INTERIOR
(SOBRE RASANTE)**

CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 SEMISOTANO SOBRE RASANTE	118,73
EDIFICIO 2 SEMISOTANO SOBRE RASANTE 1	94,21
EDIFICIO 2 SEMISOTANO SOBRE RASANTE 2	44,83
EDIFICIO 1 PLANTA BAJA	621,74
EDIFICIO 2 PLANTA BAJA	392,97
EDIFICIO 1 PLANTA ALTA	541,56
EDIFICIO 2 PLANTA ALTA	357,26
EDIFICIO 1 PLANTA AZOTEA ESC.	21,33
EDIFICIO 2 PLANTA AZOTEA ESC.	17,70
TOTAL	2.210,33

**N5.2 RESUMEN TOTAL - SUP. CONSTR. INTERIOR
(BAJO RASANTE)**

CONCEPTO	SUP. CONS.
EDIFICIO 1 SEMISOTANO BAJO RASANTE	553,33
EDIFICIO 2 SEMISOTANO BAJO RASANTE	394,35
TOTAL	947,68

ZONAS EXTERIORES – ESPACIO LIBRE

(Las zonas exteriores correspondientes a terrazas sobre cubiertas están incluidas en los cuadros anteriores por edificio)

13.1 URBANIZACIÓN EXTERIOR - SUP. UTIL		
CONCEPTO	SUP. ÚTIL	CONST m²
APARCAMIENTOS	226,20	
ESCALERA EXTERIOR 1	13,77	
ESCALERA EXTERIOR 2	2,16	
ESCALERA EXTERIOR 3	3,48	
ESCALERA EXTERIOR 4	11,34	
ESCALERA EXTERIOR 5	1,88	
ESCALERA EXTERIOR 6	1,35	
ESCALERA PATIO	6,40	
PATIO	13,59	
PATIO DE RECREO	681,86	
RAMPA EXTERIOR 3	9,09	
RAMPA EXTERIOR 4	18,12	
RAMPA EXTERIOR 5	31,48	
ZONA AJARDINADA 1	33,08	
ZONA AJARDINADA 2	87,50	
ZONA AJARDINADA 3	115,95	
ZONA AJARDINADA 4	19,06	
ZONA AJARDINADA 5	32,37	
ZONA AJARDINADA 6	28,26	
ZONA AJARDINADA 7	52,56	
ZONA AJARDINADA 8	2,23	
ZONA AJARDINADA 9	25,65	
ZONA PAVIMENTADA 1	87,36	
ZONA PAVIMENTADA 2	3,32	
ZONA PAVIMENTADA 3	5,26	
ZONA PAVIMENTADA 4	13,20	
ZONA PAVIMENTADA 5	16,68	
ZONA PAVIMENTADA 6	36,61	
ZONA PAVIMENTADA 7	20,34	
ZONA PAVIMENTADA 10	8,85	
TOTAL	1.609,01	1.709,06

CUADROS COMPARATIVOS

Comparativo de superficies por plantas

RESUMEN TOTAL POR PLANTAS						
CONCEPTO	PROYECTO CON LICENCIA		MODIFICADO Nº1		DIFERENCIA	
	SUP. ÚTIL (M2)	SUP. CONSTR. (M2)	SUP. ÚTIL (M2)	SUP. CONSTR. (M2)	SUP. ÚTIL (M2)	SUP. CONSTR. (M2)
PLANTA SEMISÓTANO	721,16	831,98	1.042,16	1.205,45	321,00	373,47
PLANTA BAJA	860,19	997,31	871,35	1.014,71	11,16	17,40
PLANTA ALTA	741,19	881,43	756,71	898,82	15,52	17,39
PLANTA AZOTEA	12,66	17,70	31,20	39,03	18,54	21,33
TOTAL	2.335,20	2.728,42	2.701,42	3.158,01	366,22	429,59

Comparativo de edificabilidad

RESUMEN TOTAL POR EDIFICABILIDAD			
CONCEPTO	PROYECTO CON LICENCIA	MODIFICADO Nº1	DIFERENCIA
	SUP. CONSTR. (M2)	SUP. CONSTR. (M2)	SUP. CONSTR. (M2)
SUP. BAJO RASANTE	604,18	947,68	343,50
SUP. SOBRE RASANTE	2.124,24	2.210,33	86,09
TOTAL	2.728,42	3.158,01	429,59

8. CLASIFICACIÓN DE MODALIDADES DE AUTOCONSUMO SEGÚN LEY 24/2013

Se proyecta la instalación de dos campos **solares fotovoltaicos de 32,40 kWp** en el edificio 1 y de **7,56 kW** en el edificio 2.

De acuerdo con el Real Decreto 244/2019, La instalación se clasifica como **autoconsumo individual con excedentes** definida en al artículo 9.1.b) de la citada Ley 24/2013 de 26 de diciembre (modificada mediante el Real Decreto Ley 15/2018).

“Modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes. Cuando las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor”

De acuerdo con el Real Decreto el artículo 4 del Real Decreto 900/2015, se trata de una modalidad de **autoconsumo tipo 2**:

A efectos del RD 244/2019 nuestra instalación estará clasificada en” y **“Modalidad de Suministro con Autoconsumo con Excedentes Acogida a Compensación”**. Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. 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.

9. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (ITC-BT 40)

Según el RBT-ITC-40 las instalaciones Generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, en:

- Instalaciones generadoras aisladas.
- Instalaciones generadoras asistidas.
- Instalaciones generadoras interconectadas.

La instalación objeto del presente proyecto se corresponde con la tipología de generadora interconectada (las que están trabajando normalmente en paralelo con la Red de Distribución Pública).

10. CONSUMO ENERGÉTICO

Dado que se corresponde de una edificación de nueva construcción no se dispone de un contrato de suministro eléctrico.

En el proyecto de Baja Tensión mencionado en los antecedentes se adjunta la solicitud de nuevo suministro para una potencia de 265,83 kW.

11. POTENCIAL SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO

La disponibilidad de energía solar se verifica utilizando los datos "Meteonorm 8" sobre los valores promedios mensuales diarios de radiación solar en un plano horizontal. Para la ubicación donde se va a instalar la instalación se calcula que la radiación solar promedio diaria por mes en el plano horizontal es igual a:

Promedio de radiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m ²]	
	Radiación global (kWh/m ²)
Mes	Mes
Enero	106
Febrero	114
Marzo	161
Abril	181
Mayo	195
Junio	201
Julio	195
Agosto	194
Septiembre	169
Octubre	137
Noviembre	101
Diciembre	95
TOTAL	1848

Irradiación anual media mensual sobre el plano horizontal [kWh/m²]- Fuente datos: Meteonorm 8

Por lo tanto, los valores de la radiación solar anual en el plano horizontal son **1848,00 kWh/m²**

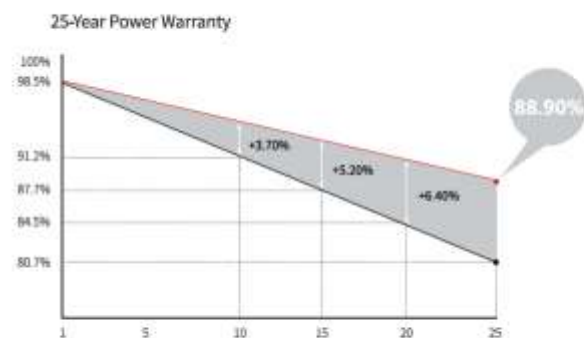
12. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

12.1 MÓDULOS CAPTADORES

Se dispondrán dos campos solares fotovoltaicos, uno para cada edificio. El edificio 1 dispondrá de 60 módulos captadores fotovoltaicos de la marca Longi y modelo LR5-66HTH-540M. El edificio 2 dispondrá de 14 módulos iguales a los del edificio 1.

El módulo está compuesto de 144 células de Monocristalino PERC, con diodos de derivación cuya misión es evitar la posibilidad de rotura del circuito eléctrico en el interior por sombreados parciales en las células.

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6 × 22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , ±1400mm length can be customized
Connector	EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	26.0kg
Dimension	2094 × 1134 × 35mm
Packaging	31 pcs per pallet / 155 pcs per 20' GP / 682 pcs per 40' HC

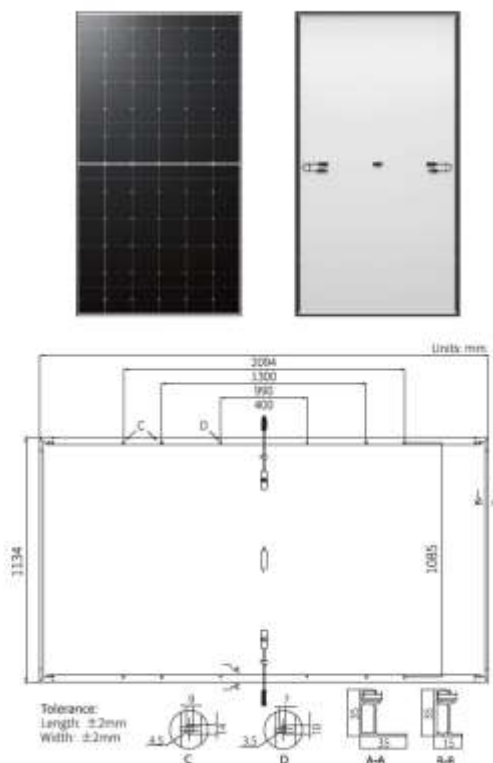


Figura 4. Panel fotovoltaico instalado

12.2 REGULADOR MPPT

No es de aplicación en el presente proyecto.

12.3 INVERSOR

Se dispondrá de dos inversores de la marca Huawei en concreto modelos SUN2000-40KTL-M3 para el edificio 1, y el modelo SUN2000-10KTL-M1.

● SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 (High Current Version) Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V					
Operating voltage range ³	140 ~ 980 V					
Startup voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	13.5 A					
Max. short-circuit current	19.5 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible battery	LUNA2000-5/10/15-S0, LUNA2000-7/14/21-S1					
Operating voltage range	600 ~ 980 V					
Max. operating current	16.7 A					
Max. charge power	10,000 W					
Max. discharge power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 V AC/380 V AC, 230 V AC/400 V AC, 3W/N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3%					
Output (Off Grid)						
BackupBox	BackupBox-B1					
Max. apparent power	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Rated output voltage	220 V/230 V					
Max. output current	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación ²	200 V ~ 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

12.4 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

La instalación fotovoltaica requiere de un sistema de control que debe ser capaz de cumplir las siguientes funciones:

- Cuando la producción de energía mediante los paneles solares fotovoltaicos está por debajo de la demanda de la explotación, el sistema de control debe ser capaz de tomar de la red la energía restante.
- Cuando la producción de energía la planta solar fotovoltaica esté por encima de la demanda de la explotación, el sistema de control debe ser capaz de verter a la red la energía excedente.

El analizador de consumos empleado monitoriza todos los flujos energéticos de la instalación detecta automáticamente el potencial de ahorro y permite un uso eficiente de la energía solar. De este modo, la gestión inteligente de la energía será aún más sencilla y económica.

El modelo para la instalación tratada es el Sensor monofásico Huawei DTSU666-H. Este dispositivo optimiza el consumo energético en la instalación.



Especificaciones técnicas	DOSU666-H	DTSU666-H
Especificaciones generales		
Dimensiones (alto x anchura x profundidad)	100 x 36 x 65,5 mm (3,9 x 1,4 x 2,6 pulgadas) as)	100 x 72 x 65,5 mm (3,9 x 2,8 x 2,6 pulgadas)
Tipo de montaje	Carri DIN35	
Peso (incluidos cables)	1,2 kg (2,6 lb)	1,5 kg (3,3 lb)
Fuente de alimentación		
Tipo de red eléctrica	1P2W	3P4W
Potencia de entrada (tensión fásica) ica)	176 VCA ~ 288 VCA	
Consumo de energía	≤ 0,8 W	≤ 1 W
Rango de medición		
Voltaje de línea	/	304 VCA ~ 499 VCA
Tensión fásica	176 VCA ~ 288 VCA	
Corriente	0 ~ 100 A	
Precisión de medición		
Tensión	± 0,5 %	
Corriente / Potencia / Energía	± 1 %	
Frecuencia	± 0,01 Hz	
Comunicación		
Interfaz	RS485	
Velocidad de transmisión en baudios baudios	9600 bps	
Protocolo de comunicación	Modbus - RTU	
Entorno		
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C	
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ 70 °C	
Humedad de operación	5 % HR ~ 95 % HR (sin condensación)	

12.5 CUADROS DE PROTECCIÓN Y MANDO

Para la protección de la instalación se dispondrá de dos cuadros de protección, uno para el lado de continua, inmediatamente antes de la llegada al inversor, y un para el lado de alterna, inmediatamente a la salida del inversor. Tendrán grados de protección IP63 e IK09.

Los componentes de estos serán los mostrados seguidamente:

EDIFICIO 1

Cuadro de protección fotovoltaica CC

- 12 ud. Fusibles 16 A 1000 V DC (polos +/-)
- 6 protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I_{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico

Cuadro de protección fotovoltaica CA

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico 4P 63A, 10kA.
- 1 ud. interruptor diferencial 4P 63 A 300 mA, clase A

CGMP

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico 4P 63A, 10 kA.
- 1 ud. interruptor diferencial 4P 63A 300 mA, clase A

EDIFICIO 2

Cuadro de protección fotovoltaica CC

- 4 ud. Fusibles 16 A 1000 V DC (polos +/-)
- 2 protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I_{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico

Cuadro de protección fotovoltaica CA

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico 4P 16A, 10kA.
- 1 ud. interruptor diferencial 4P 40 A 300 mA, clase A

CGMP

- 1 ud. interruptor automático magnetotérmico 4P 16A, 10 kA.
- 1 ud. interruptor diferencial 4P 40A 300 mA, clase A

La salida del cuadro de protección de alterna de la instalación fotovoltaica alimentará directamente al cuadro general de baja tensión que se encuentra ubicada en la planta baja del edificio.

12.6 BATERIAS DE ALMACENAMIENTO

No es de aplicación en el presente proyecto.

12.7 CANALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

La red de CC discurrirá por la cubierta de la nave industrial desde el generador hasta el inversor ubicado en planta baja, los cables irán colocados bajo Canal Unex 60x80 en U23X.

A la salida del inversor, la red de CA discurrirá bajo el mismo tipo de canalización hasta llegar al CGMP de la edificación.

12.8 CABLES EMPLEADOS

➤ Cableado entre series e inversor.

Estará formada por líneas con conductores de cobre aislados tipo solar ZZ-F 0,6/1 kV clasificación mínima CPR (Eca), de tensión nominal no inferior a 1,8 kV, de sección de 6 mm².



➤ **Cableado entre salida de inversor y cuadro de protección de alterna.**

Estará formada por 4 conductores unipolares de cobre clase 5, libre de halógenos tipo RZ1-K (AS) con clasificación mínima CPR (Cca-s1b, d1, a1), con aislamiento de cubierta de polietileno reticulado (XLPE) 0,6/1KV de 1x25 mm² de sección y un conductor de tierra de 16 mm² de la misma tipología de las fases y el neutro, con baja emisión de humos opacos (UNE 21172.1 y 2), e irán bajo canal protectora.

➤ **Cableado entre cuadro de protección de alterna y CGMP**

Estará formada por 4 conductores unipolares de cobre clase 5, libre de halógenos tipo RZ1-K (AS) con clasificación mínima CPR (Cca-s1b, d1, a1), con aislamiento de cubierta de polietileno reticulado (XLPE) 0,6/1KV de 1x25 mm² de sección y un conductor de tierra de 16 mm² de la misma tipología de las fases y el neutro, con baja emisión de humos opacos (UNE 21172.1 y 2), e irán bajo canal protectora.

13. SOLUCIÓN ADOPTADA. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

13.1 CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

EDIFICIO 1

La producción del campo fotovoltaico se distribuirá en 6 ramales de 10 captadores modelos LR5-66HTH-540M.

EDIFICIO 2

La producción del campo fotovoltaico se distribuirá en 2 ramales de 7 captadores modelos LR5-66HTH-540M.

13.2 DISPOSICIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Para el montaje de toda la instalación se utilizarán soportes de cemento ajustable a 10° de inclinación. Estas estructuras contarán con una estructura soporte y que además permita un uso subsidiario para el cliente. Por lo tanto, para realizar la estructura se seguirá en todo momento las instrucciones del fabricante a la hora de realizar el montaje de dichas instalaciones.



Soportes de cemento ajustable fijados a 10° de inclinación

13.3 PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra estará compuesta por conductor equipotencial RV-K 0,6/1kV Cu 1x16 mm² Eca conforme a la norma UNE 21123, que unirá las estructuras metálicas entre sí, el borne de los limitadores de tensión y borne de tierra interno del inversor con una puesta a tierra compuesta por caja con seccionador para la medida, arqueta, cable desnudo de 35 mm² y pica de acero cobreado de ø 14 mm. de 2 m de longitud.

Las estructuras de cada serie de módulos se conectarán mediante conductor de protección de Cu de 6mm². El sistema contará con un conductor de protección troncal de Cu de 16mm² al cual acometerán todas las ramificaciones procedentes de las estructuras de las series fotovoltaicas.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 900 /2015 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y en concordancia con “NOTA DE INTERPRETACIÓN TECNICA DE LA EQUIVALENCIA DE LA SEPARACIÓN GALVÁNICA DE LA CONEXIÓN DE

INSTALACIONES GENERADORAS EN BAJA TENSIÓN” del MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO, teniendo en cuenta que es una instalación fotovoltaica en cubierta sobre un único edificio (C1), todas las masas de la instalación fotovoltaica se conectarán a la tierra principal de la edificación y serán independientes del neutro de la empresa distribuidora. Los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la ITC BT 18.

No obstante, en caso de que no sea posible dicha conexión se pondrán las masas a una tierra independiente, garantizando su independencia en base las exigencias del REBT 2002.

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hace 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.

Asimismo, según lo dispuesto en la ITC-BT-40 del REBT 2002, cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

14. ENERGÍA GENERADA

EDIFICIO 1

La energía total anual producida por la instalación es **49.216,45 kWh**.

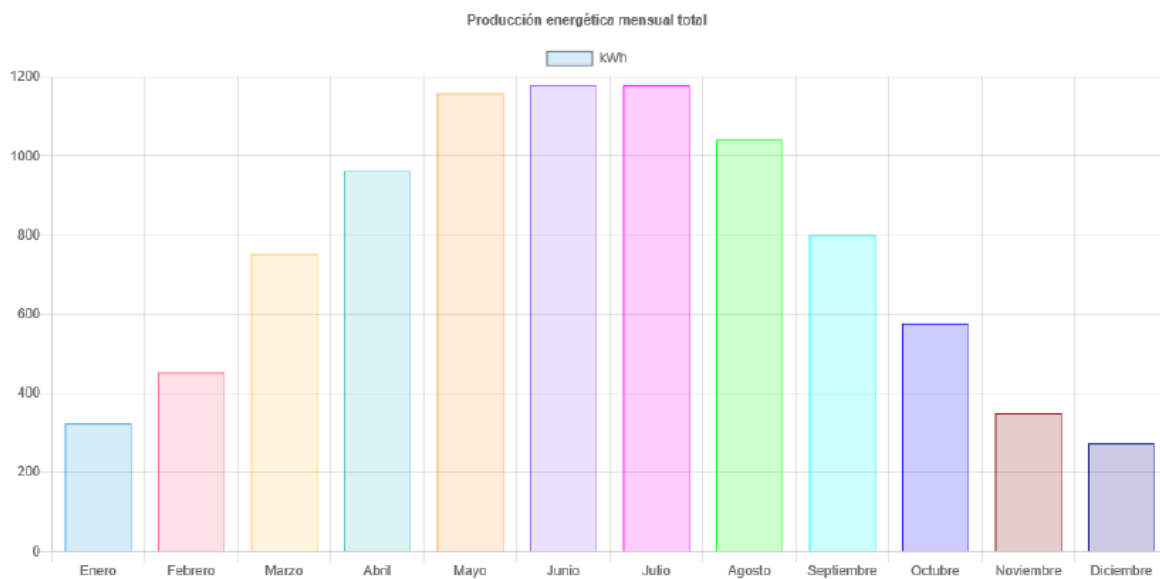
Energía mensual generada (kWh)	
Enero	2.923,15
Febrero	3230,42
Marzo	4.362,73
Abril	4774,28
Mayo	5.143,71
Junio	4.982,79
Julio	5.090,14
Agosto	4.920,48
Septiembre	4.350,40
Octubre	3.778,43
Noviembre	2.954,39
Diciembre	2.705,53
TOTAL	49.216,45



EDIFICIO 2

La energía total anual producida por la instalación es **9.039,65 kWh**.

Energía mensual generada (kWh)	
Enero	322,13
Febrero	451,80
Marzo	751,09
Abril	961,62
Mayo	1.158,93
Junio	1.178,54
Julio	1.178,43
Agosto	1.041,56
Septiembre	798,28
Octubre	575,22
Noviembre	348,89
Diciembre	273,16
TOTAL	9.039,65



15. PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Se estima que el plazo de ejecución máximo de las obras proyectadas en **3 meses**, con el siguiente diagrama de trabajo:

[illegible]

16. MANTENIMIENTO

Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento de la instalación, esta deberá someterse a un plan de mantenimiento preventivo.

En cuanto al **mantenimiento preventivo** técnico legal, se deberán llevar a cabo las siguientes actuaciones:

Anualmente:

- Comprobación de puesta a tierra.
- Comprobación de reapriete de los contactos eléctricos.

Semestralmente:

- Comprobación de protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos, comprobación de 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 toma de tierra y reapriete de bornas).

Además, son recomendables:

- Verificación de ausencia de calentamientos anormales.
- Inspección visual y limpieza.
- Comprobación de protección diferencial.
- Verificación de rendimiento y factor de potencia.

En cuanto al mantenimiento correctivo, se deberán acometer todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

17. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio de Seguridad y Salud específico de las obras y/o instalaciones a realizar en el presente proyecto se incluye en el documento *número VI de Estudio de Seguridad y Salud* adjunto al presente Proyecto.

Los técnicos redactores del presente proyecto actúan como coordinadores de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra.

Será obligación del promotor designar un coordinador de seguridad y salud durante la fase de ejecución de la obra, en aplicación del R.D. 1627/1997.

18. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El Pliego de las condiciones técnicas de las obras y/o instalaciones a realizar en el presente proyecto se incluye en el documento *número IV de Pliego de Condiciones* adjunto al presente Proyecto.

19. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material asciende a la expresada cantidad de CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS (51.283,72 €).

Cada una de las partidas del presupuesto se pueden apreciar en el documento número V del presente proyecto.

20. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS

A continuación, se establece un orden de prioridad entre los documentos básicos que componen este proyecto con el fin de evitar posibles conflictos que puedan generarse entre los agentes interventores a la hora de interpretarlo:

1. Planos (Documentación Gráfica)
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuestos
4. Memoria y Anexos

21. USO DE LAS INSTALACIONES

La ejecución de las instalaciones deberá ser realizada por Instaladores Autorizados por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento, los cuales al finalizar sus trabajos extenderán los correspondientes Certificados de la instalación.

La instalación y medios relativos al Proyecto deberán conservarse en buen estado de funcionamiento de acuerdo con lo que se establece en cada caso, o en las disposiciones vigentes que sean de aplicación.

La responsabilidad de conservación de la instalación recaerá en el Propietario, para tal función, se designará una persona, personas o entidad competente para realizar las oportunas revisiones y proceder en su caso por personal cualificado, calificado y autorizado, propio o contratado a las reparaciones y sustituciones de los elementos o partes de las instalaciones y

medios, que en el curso de aquellas inspecciones presenten defectos o averías. El personal será expresamente encargado e instruido para la manipulación de las instalaciones.

En el Pliego de Condiciones se establecen operaciones de inspección control y mantenimiento de determinadas instalaciones. En su defecto, la Propiedad requerirá de la Dirección Facultativa a la hora de la recepción definitiva de la obra, el plan de mantenimiento, control y uso de las instalaciones, entendiéndose que, si así no lo hiciera, la Propiedad correrá con los riesgos y responsabilidades derivadas de la carencia o mala ejecución de las inspecciones, control y mantenimiento.

Cualquier anomalía que se observe en el estado o funcionamiento de las instalaciones y medios deberá ser puesto inmediatamente en conocimiento de la persona competente designada para las revisiones y mantenimiento de las instalaciones. Toda operación de mantenimiento que pueda representar riesgo de incendios o explosión o cualquier otro riesgo se efectuará adoptando las medidas de precaución oportunas.

Cualquier modificación futura en la instalación llevará aparejado una revisión de la de los cálculos oportunos que se requieran, para garantizar el correcto funcionamiento y seguridad de todo el sistema; declinando los Técnicos que suscriben toda responsabilidad si lo mencionado anteriormente no se llevase a cabo.

22. CONSIDERACIONES FINALES

Con la redacción del presente Proyecto se espera reunir la documentación necesaria para llevar a cabo cuantas gestiones estime conveniente la Propiedad. Tanto por parte de ésta, como de los Técnicos que suscriben, se aportará cuanta información adicional se precise presentar para la correcta interpretación del presente proyecto.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:



Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF



Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF

ANEXO I.

FICHAS TÉCNICAS

Hi-MO 6

Explorer

LR5-66HTH 520~540M

- Suitable for Distribution Market
- Simple design embodies modern style
- Better energy generation performance
- High-quality module guarantees long-term reliability



15-year Warranty for
Materials and Processing



25-year Warranty for Extra
Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGi



22.7%
MAX MODULE
EFFICIENCY

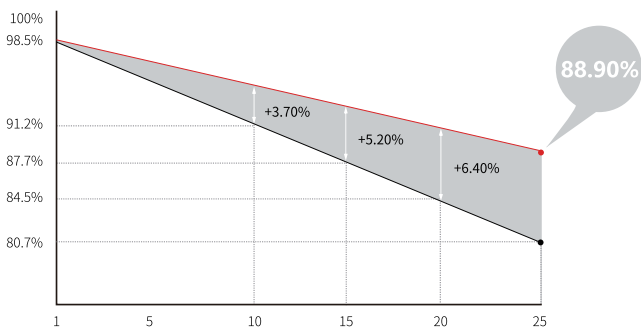
0~3%
POWER
TOLERANCE

<1.5%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.40%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

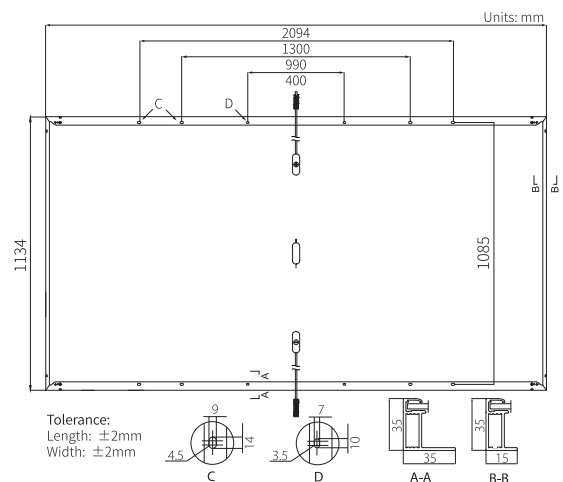
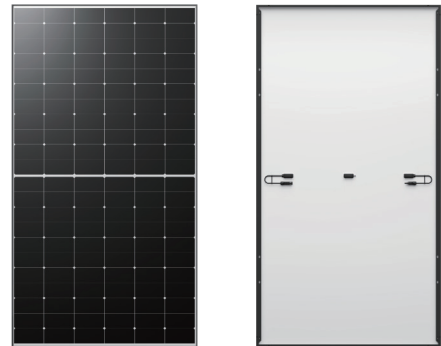
Additional Value

25-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , ±1400mm length can be customized
Connector	EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	26.0kg
Dimension	2094×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR5-66HTH-520M		LR5-66HTH-525M		LR5-66HTH-530M		LR5-66HTH-535M		LR5-66HTH-540M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	520	388.6	525	392.3	530	396.0	535	399.8	540	403.5
Open Circuit Voltage (Voc/V)	47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96	48.03	45.10	48.18	45.24
Short Circuit Current (Isc/A)	14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47	14.28	11.53	14.36	11.59
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70	40.38	36.85	40.53	36.99
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80	13.25	10.86	13.33	10.92
Module Efficiency(%)	21.9		22.1		22.3		22.5		22.7	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.230%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.290%/°C

SMART ENERGY CONTROLLER

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1
(High Current Version)



Active Safety
AFCI Active Arcing
Protection



Higher Yields
Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



Battery Ready
Plug & Play Battery
Interface ²

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 (High Current Version) Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V					
Operating voltage range ³	140 ~ 980 V					
Startup voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	13.5 A					
Max. short-circuit current	19.5 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible battery	LUNA2000-5/10/15-S0, LUNA2000-7/14/21-S1					
Operating voltage range	600 ~ 980 V					
Max. operating current	16.7 A					
Max. charge power	10,000 W					
Max. discharge power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 V AC/380 V AC, 230 V AC/400 V AC, 3W/N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3%					
Output (Off Grid)						
BackupBox	BackupBox-B1					
Max. apparent power	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Rated output voltage	220 V/230 V					
Max. output current	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Protection Feature						
Input-side disconnection device	Yes					
Anti-islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Arc fault protection	Yes					
Ripple receiver control	Yes					
Battery charging from grid	Yes					
General Specification						
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)					
Relative operating humidity	0%-100% RH					
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar app					
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G/3G/2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Weight (incl. mounting brackets)	17 kg (37.5 lb)					
Dimensions (incl. mounting brackets)	525 mm x 470 mm x 146.5 mm (20.7 in. x 18.5 in. x 5.8 in.)					
IP rating	IP65					
Nighttime power	< 5.5 W					
Optimizer Compatibility						
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P					
Standards Compliance (More Available Upon Request)						
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

*1 The inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P power optimizers.

*2 The max. input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage the inverter.

*3 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter malfunction.

*4 C10/11: 10,000 VA

Disclaimer: the preceding values are measured by an internal laboratory of Huawei in a specific environment. The actual values may vary with products, software versions, usage conditions, and environmental factors.

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



Seguro

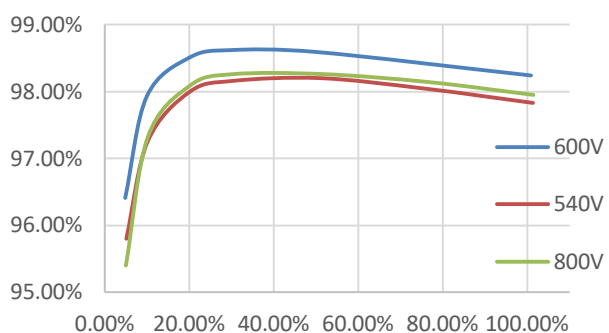
Diseño sin fusibles



Confiable

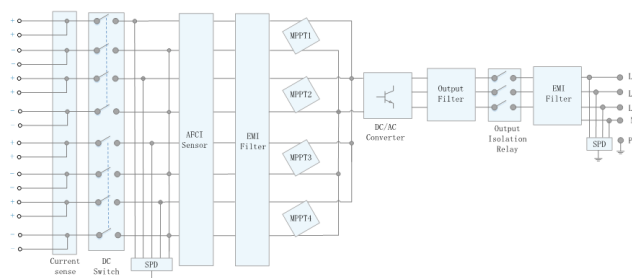
Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA

Curva de eficiencia



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Diagrama de circuito



SUN2000-30/36/40KTL-M3
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
---------------------------	------------------	------------------	------------------

Eficiencia			
Máxima eficiencia		98.7%	
Eficiencia europea ponderada		98.4%	

Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹		1,100 V	
Intensidad de entrada máxima por MPPT		26 A	
Intensidad de cortocircuito máxima		40 A	
Tensión de arranque		200 V	
Rango de tensión de operación ²		200 V ~ 1000 V	
Tensión nominal de entrada		600 V	
Cantidad de entradas		8	
Cantidad de MPPTs		4	

Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada ³	Sí

Comunicación	
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

Especificaciones generales	
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

Compatibilidad con optimizador	
Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)	
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30~40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)

VERNIPRENS CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES



VERNISOL

SOPORTE DE CEMENTO AJUSTABLE 10°-40°

LA INSPIRACIÓN HECHA TECNOLOGÍA

Más de 40 años de experiencia en el sector de los prefabricados de hormigón, la piedra reconstituida y la piedra ornamental; un amplio catálogo de productos y un compromiso firme con la calidad, puestos al servicio de sus proyectos. Ahora, un **producto comprometido con las nuevas tecnologías**, en busca de aportar a las nuevas tendencias energéticas, productos avanzados en calidad e innovación.

Porque con una idea comienza todo, imagine.



NUEVO SOPORTE PATENTADO

Soporte de hormigón desarrollado para la instalación de paneles solares sobre cubiertas y superficies sin fijaciones mecánicas y entornos que requieran optimizar la instalación en base a factores de seguridad y resistencia a los agentes climatológicos.

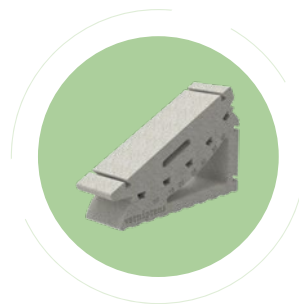
Fabricados con cemento y áridos de alta resistencia, y con un innovador diseño, estos soportes permiten obtener la **óptima elevación de cada lugar**, e incluso poder cambiarla dependiendo de las estaciones del año.

Sin necesidad de fijaciones ni tornillos a suelo, ya que el propio peso del conjunto es capaz de soportar fuertes vientos manteniendo los paneles perfectamente orientados en todo momento.

Todo un desarrollo tecnológico pensado para rentabilizar proyectos solares, además de conseguir **excelentes resultados estéticos y eficientes en el proceso de instalación y mantenimiento**. Un proyecto del departamento de I+D+i de Verniprens que está siendo admirado por los más exigentes actores del sector solar. Su **facilidad en el manejo, en el transporte y en el ajuste**, unido a su solidez y fiabilidad, confieren a este soporte unas características indiscutibles en rentabilidad y eficiencia.

PRINCIPALES VENTAJAS

- ✓ Fácil instalación en suelo y cubierta.
- ✓ Montaje en terrazas sin perforaciones.
- ✓ Rápida colocación por un solo operario.
- ✓ Producto de hormigón, antirrobo.
- ✓ Material resistente y duradero.
- ✓ Más económico que los soportes metálicos.
- ✓ Diferentes grados de elevación.



INSTALACIÓN EN 3 SIMPLES PASOS

- 1 El lugar de la instalación debe asegurarse estable, limpio, llano y libre de elementos sueltos, de manera que el soporte inferior tenga un total contacto con la superficie, terreno o la cubierta. Se deben disponer las **unidades inferiores empezando por los extremos** de las filas y asegurarse de que estén **alineadas y niveladas**.
- 2 Una vez niveladas las dos unidades de los extremos de una misma fila, **una simple lienza** [o cuerda fina] ayudará a realizar una **perfecta alineación** del resto de soportes a instalar.
NOTA: La distancia entre soportes se debe calcular en base al modelo de panel a instalar.
- 3 Una vez colocadas todas las unidades inferiores, y estando alineadas, la colocación de la unidad superior es muy sencilla y fácil de realizar. Un **simple desplazamiento lateral en las correspondientes guías de la elevación deseada** dejará unidas las dos piezas.
NOTA: Poner todas las unidades en la misma posición del ángulo de elevación, ver *Tabla de Elevaciones*.
IMPORTANTE: Para la unión de la parte superior, insertar ésta por la parte marcada con los grados según indican las flechas de esta imagen.

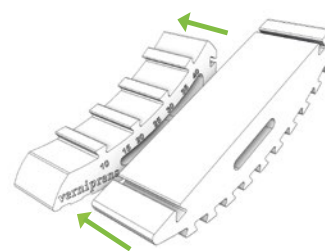
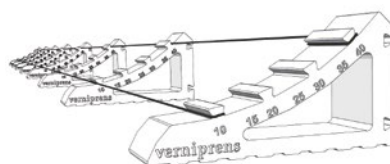
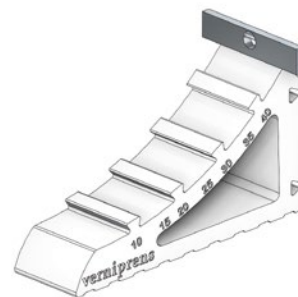
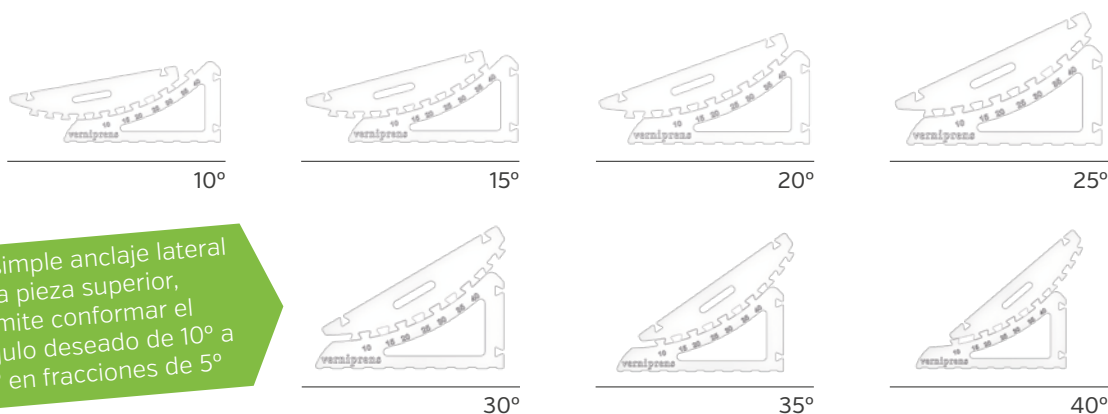


TABLA DE ELEVACIONES

La composición de dos piezas permite ajustar el ángulo de elevación dependiendo de la latitud donde se realice la instalación. **Según el diseño del proyecto y la latitud del lugar**, se deben conformar las elevaciones correspondientes.



Un simple anclaje lateral de la pieza superior, permite conformar el ángulo deseado de 10° a 40° en fracciones de 5°

INSTALACIÓN DE PANELES

Con el fin de obtener una mayor compactación de las dos unidades, se deben poner unos **pequeños puntos de masilla de poliuretano en las guías**, de manera que se eviten posibles vibraciones provocadas por fuertes vientos.

Dos modelos de anclajes especiales garantizan el anclaje de los paneles al soporte de hormigón: anclaje **Extremo** [4 unidades por fila], para el inicio y el final, y anclaje **Central** para los soportes que unen dos paneles [2 unidades por panel].



IMPORTANTE: El anclaje extremo está diseñado para paneles de 3cm, quitando la parte inferior con un simple movimiento lateral y la ayuda de unos alicates. En el caso de instalarse paneles de mayor altura del marco, la parte inferior se puede mantener.

Para la correcta instalación de los paneles sobre los soportes de cemento, **es necesario respetar el “Par de Apriete”**: máximo 6Nm.

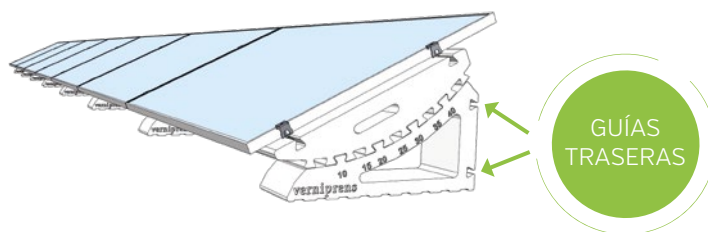


AVISO IMPORTANTE

Será responsabilidad de la ingeniería del proyecto, la correcta instalación, cálculo y dimensionado de la estructura e instalación de los paneles.

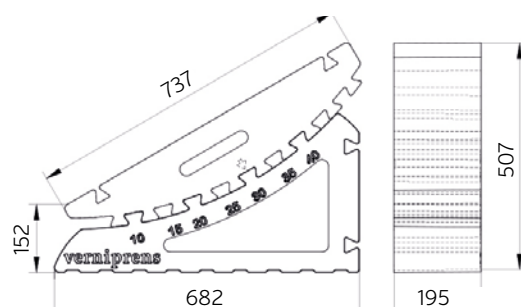
En el caso de querer aumentar la adherencia en una superficie de cubierta expuesta a fuertes vientos, se recomienda la **aplicación de masillas de poliuretano [o cemento]** en la base, con el fin de que el conjunto refuerce su resistencia al viento. Los cálculos y este tipo de decisiones técnicas serán siempre **responsabilidad del proyectista e instalador**.

Este soporte tiene **dos guías traseras que pueden ser utilizadas para el anclaje de elementos auxiliares** tales como canaletas de conexión, pasa cables o aplicación de tensores de seguridad. En el caso de utilizar estas guías, se deben añadir anclajes.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

VERNISOL	Ref. 900878
Composición	Hormigón
Absorción de agua	< 10%
Densidad del hormigón	2300 kg/m ³
Inclinaciones posibles	10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35° y 40°
Color	Gris
Unidades Palet	20 ó 10
Dimensiones Palet (L x A x A)	100 x 120 x 108 cm
Dimensiones Unidad (L x A x A)	682 x 507 x 195 mm
Volumen unidad	0,032 m ³
Peso unidad	67 Kg



PRODUCTO Y SISTEMA DE
UTILIDAD PATENTADOS



Desde 10
a 40 grados
de elevación,
sin elementos
mecánicos ni
herramientas.

DOCUMENTO II.

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	55
1.1 RADIACIÓN SOLAR	55
1.1.1 POTENCIA SOLAR	55
1.1.3 ENERGÍA PRODUCIDA	57
1.1.4 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	57
1.1.5 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS	58
1.2 DISTRIBUCION DE LOS MODULOS.....	58
1.3 CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	61
1.3.1. CABLES DE CONEXIÓN	61
1.3.2 PROTECCIONES.....	74
1.4 PUESTA A TIERRA	76
1.6 IMPACTO Y BALANCE MEDIOAMBIENTAL	77
 ANEXO I.- CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	80
ANEXO II.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS	111

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1 RADIACIÓN SOLAR

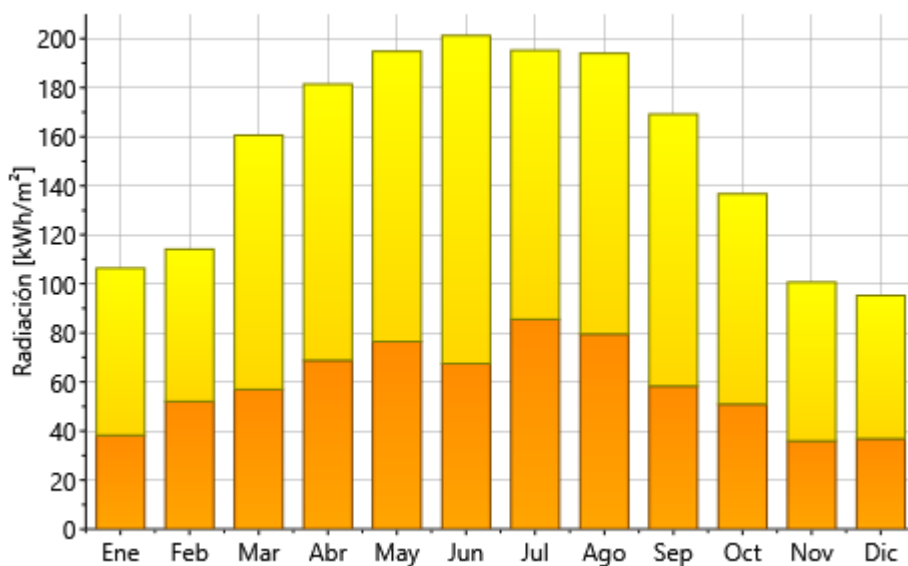
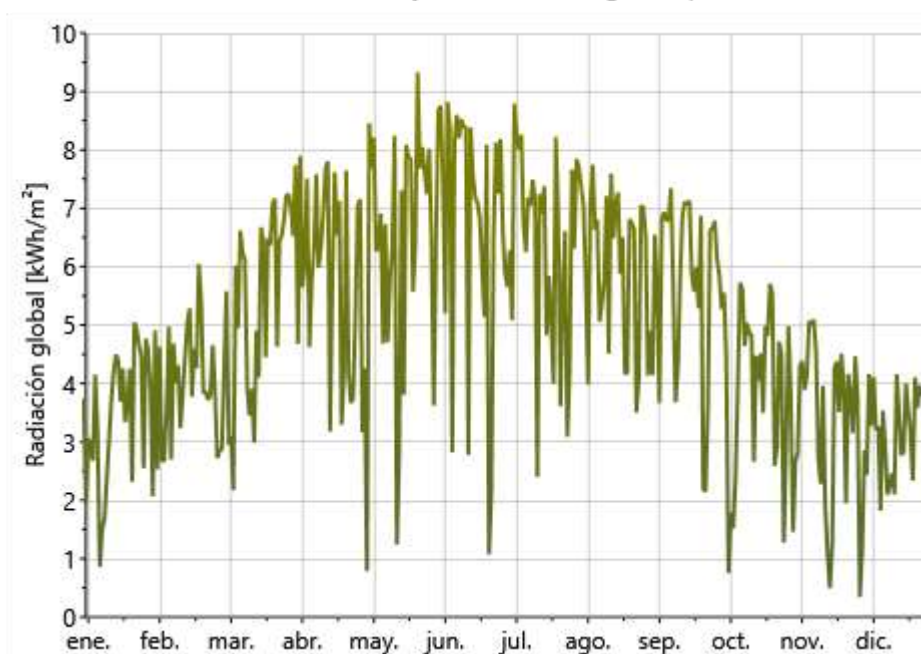
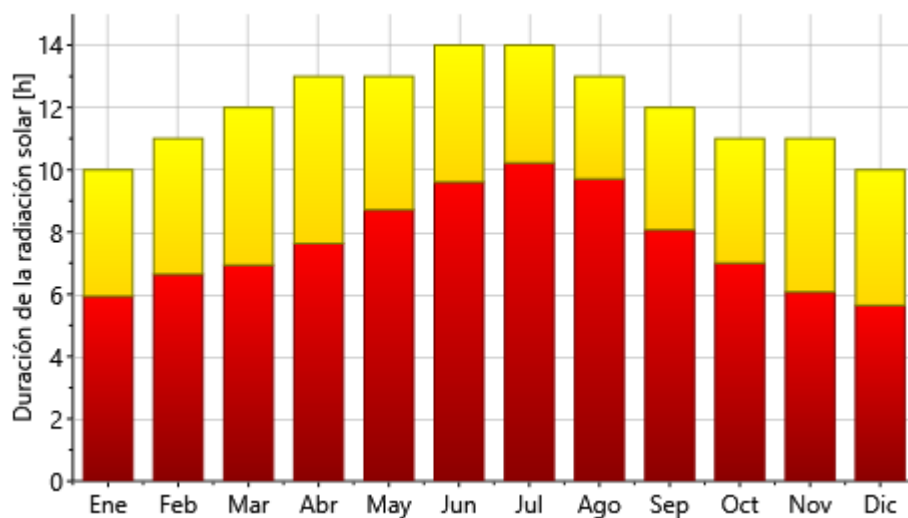
1.1.1 POTENCIA SOLAR

La disponibilidad de energía solar se verifica utilizando los datos "Meteonorm 8.1" sobre los valores promedios mensuales diarios de radiación solar en un plano horizontal.

Para la ubicación donde se va a instalar la instalación se calcula que la radiación solar promedio diaria por mes en el plano horizontal es igual a:

Promedio de radiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m²]	
	Radiación global (kWh/m²)
Mes	Mes
Enero	106
Febrero	114
Marzo	161
Abril	181
Mayo	195
Junio	201
Julio	195
Agosto	194
Septiembre	169
Octubre	137
Noviembre	101
Diciembre	95
TOTAL	1848

Radiación anual media mensual sobre el plano horizontal [kWh/m²]- Fuente datos: Meteonorm 8



1.1.3 ENERGÍA PRODUCIDA

EDIFICIO 1

Se muestra una tabla con comparativas de producción mensuales. Se puede destacar que el mes de mayor producción será Mayo con 5.143,71 kWh. Sin embargo, el valor disminuye un 47,40 % en Diciembre, siendo éste el mes más desfavorable en producción energética con 2.705,53 kWh.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2.923,15	3.230,42	4.362,73	4.774,28	5.143,71	4.982,79	5.090,14	4.920,48	4.350,40	3.778,43	2.954,39	2.705,53

EDIFICIO 2

Se muestra una tabla con comparativas de producción mensuales. Se puede destacar que el mes de mayor producción será Junio con 1.178,54 kWh. Sin embargo, el valor disminuye un 76,82 % en Diciembre, siendo éste el mes más desfavorable en producción energética con 273,16 kWh.

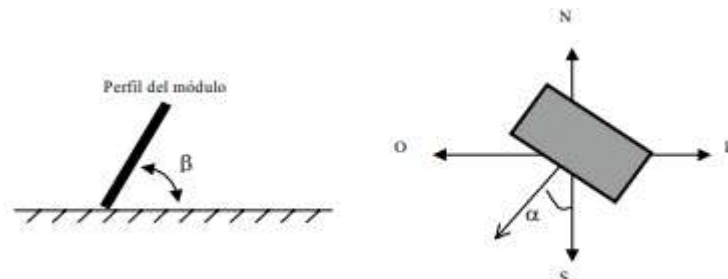
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
322,13	451,80	751,09	961,82	1.158,93	1.178,54	1.178,43	1.041,56	798,27	575,22	348,89	273,16

1.1.4 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

a) ángulo de inclinación, β definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales;

b) ángulo de acimut, 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. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.



Determinado el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas. Para ello se utilizará la figura 3.3, válida para una la latitud (I) de 41°.

Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ > \beta$$

Se adjuntan cálculos en el *anexo I*.

1.1.5 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

Se adjuntan cálculos en el *anexo I*.

1.2 DISTRIBUCION DE LOS MODULOS.

A partir de los datos técnicos de los módulos y del inversor, en condiciones STC, se puede determinar el número de módulos fotovoltaicos conectados en serie máximo y mínimo. La tensión de trabajo de la rama tiene que estar dentro del rango de tensiones de entrada DC del inversor.

El número de módulos en serie máximo $N_{s-\max}$ se determina de forma aproximada a partir de la máxima tensión de la entrada DC del inversor $V_{DC_inv_max}$ y de la tensión máxima que puede producir el módulo (la tensión en circuito abierto, V_{OC_STC})

EDIFICIO 1

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación ²	200 V ~ 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

Electrical Characteristics	STC : AM1.5 1000W/m² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±3%	
Module Type	LR5-66HTH-520M		LR5-66HTH-525M		LR5-66HTH-530M		LR5-66HTH-535M		LR5-66HTH-540M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	520	388.6	525	392.3	530	396.0	535	399.8	540	403.5
Open Circuit Voltage (Voc/V)	47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96	48.03	45.10	48.18	45.24
Short Circuit Current (Isc/A)	14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47	14.28	11.53	14.36	11.59
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70	40.38	36.85	40.53	36.99
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80	13.25	10.86	13.33	10.92
Module Efficiency(%)	21.9		22.1		22.3		22.5		22.7	

$$N_{s-max} = \frac{V_{DC_inv_max}}{V_{OC_STC}}$$

$$N_{s-max} = \frac{1100}{48,18} = 22,83$$

– El número de módulos en serie mínimo N_{s-min} se determina de forma aproximada a partir de la mínima tensión de la entrada DC del inversor $V_{DC_inv_min}$ y de la tensión máxima que produce el módulo en el punto de máxima potencia V_{PMP_STC}

$$N_{s-min} = \frac{V_{DC_in_min}}{V_{PMP_STC}}$$

$$N_{s-min} = \frac{200}{40,53} = 4,93$$

A partir de los valores obtenidos, el rango de módulos a conectar en serie estaría comprendido entre los 5 y 23 módulos.

EDIFICIO 1				
Inversor	Nº String	Modelo Panel	Número de módulos	Potencia por String (W)
SUN2000-40KTL-M3	1	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400
	2	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400
	3	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400
	4	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400
	5	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400
	6	Panel Longi LR5-66HTH-540M	10	5.400

EDIFICIO 2

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 (High Current Version) **Technical Specification**

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V					
Operating voltage range ³	140 ~ 980 V					
Startup voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	13.5 A					
Max. short-circuit current	19.5 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible battery	LUNA2000-5/10/15-S0, LUNA2000-7/14/21-S1					
Operating voltage range	600 ~ 980 V					
Max. operating current	16.7 A					
Max. charge power	10,000 W					
Max. discharge power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 V AC/380 V AC, 230 V AC/400 V AC, 3W/N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3%					
Output (Off Grid)						
BackupBox	BackupBox-B1					
Max. apparent power	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Rated output voltage	220 V/230 V					
Max. output current	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					

Electrical Characteristics		STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%			
Module Type		LR5-66HTH-520M		LR5-66HTH-525M		LR5-66HTH-530M		LR5-66HTH-535M	
Testing Condition		STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)		520	388.6	525	392.3	530	396.0	535	399.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)		47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96	48.03	45.10
Short Circuit Current (Isc/A)		14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47	14.28	11.53
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)		39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70	40.38	36.85
Current at Maximum Power (Imp/A)		13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80	13.25	10.86
Module Efficiency(%)		21.9		22.1		22.3		22.5	

$$N_{s-max} = \frac{V_{DC_inv_max}}{V_{OC_STC}}$$

$$N_{s-max} = \frac{1100}{48,18} = 22,83$$

– El número de módulos en serie mínimo N_{s-min} se determina de forma aproximada a partir de la mínima tensión de la entrada DC del inversor $V_{DC_inv_min}$ y de la tensión máxima que produce el módulo en el punto de máxima potencia V_{PMP_STC}

$$N_{s-min} = \frac{V_{DC_{in_min}}}{V_{PMP_STC}}$$

$$N_{s-min} = \frac{200}{40,53} = 4,93$$

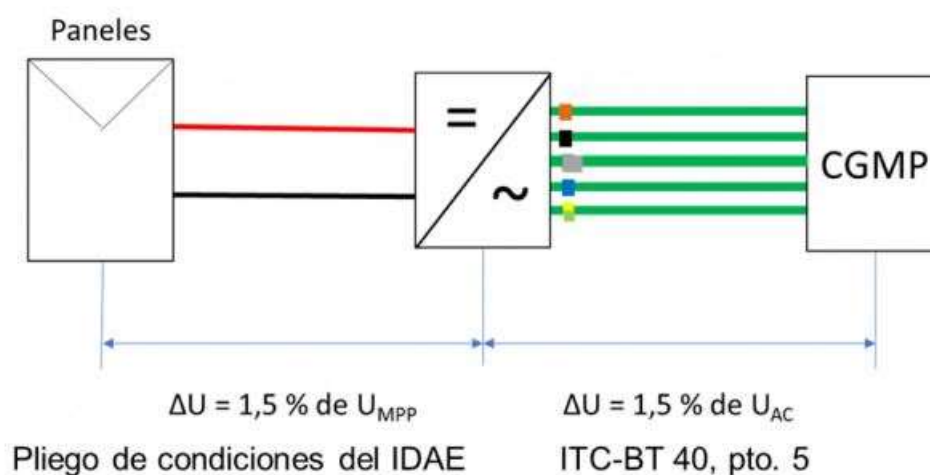
A partir de los valores obtenidos, el rango de módulos a conectar en serie estaría comprendido entre los 5 y 23 módulos.

EDIFICIO 1				
Inversor	Nº String	Modelo Panel	Número de módulos	Potencia por String (W)
SUN2000-10KTL-M1	1	Panel Longi LR5-66HTH-540M	7	3.780
	2	Panel Longi LR5-66HTH-540M	7	3.780

1.3 CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.3.1. CABLES DE CONEXIÓN

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.



1.3.1.1 INSTALACIÓN EN CC

➤ *Cálculo de sección por intensidad admisible*

El dimensionado de los conductores de cada string mediante la intensidad máxima que deban de soportar, para ello se tendrá en cuenta:

- Intensidad de cortocircuito del módulo ($I_{SC\ STC} = 14,36\ A$).


Electrical Characteristics	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for P _{max} ±3%	
Module Type	LR5-66HTH-520M		LR5-66HTH-525M		LR5-66HTH-530M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	520	388.6	525	392.3	530	396.0
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80
Module Efficiency(%)	21.9		22.1		22.3	

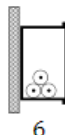



Con el valor de intensidad de cortocircuito en condiciones STC para realizar el cálculo obtendremos la sección por intensidad admisible y por intensidad de cortocircuito en un solo cálculo.

El cable irá instalado en canal protectora separada de la superficie en el tramo exterior (al ser intemperie aplica ITC-BT 30, pto. 2.1.2.) para que la canalización ventile mejor el calor, en interior el cable irá en canal protectora también en pared. En ambos casos el sistema de instalación tipo es B1 (UNE-HD 60364-5-52).

Un tramo estará afectado por el sol y otro no. Por lo que para obtener la sección a instalar tendremos que tomar un coeficiente de corrección por acción solar al ser la condición más desfavorable la del tramo exterior.

Y calculamos la sección por intensidad admisible siguiendo las indicaciones de la norma UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52

	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
---	--

Elemento nº	Métodos de instalación	Descripción	Método de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles (véase el anexo B)
6 7	 	Conductores aislados o cables unipolares en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: - en recorrido horizontal ^b - en recorrido vertical ^{b, c}	B1
10		Conductores aislados o cables unipolares en canales suspendidos ^b	B1
11		Cable multipolar en canales suspendidos ^b	B2

Coeficientes de corrección para el tramo exterior:

- Por acción solar directa (UNE 20435, pto. 3.1.2.1.4): 0,9
- Por temperatura de 50 °C en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9
- Por agrupamiento de 2 circuitos dentro de una envolvente (UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.3): 0,8
- Por agrupamiento de 6 circuitos dentro de una envolvente (UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.3): 0,55

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

- Por instalación fotovoltaica generadora (IEC 62548): 1,4

Aplicando estos factores a la intensidad de cortocircuito del módulo tenemos:

EDIFICIO 1

$$I'_{ext} = \frac{14,36 * 1,4}{0,9 * 0,9 * 0,55} = 45,74 A$$

EDIFICIO 2

$$I'_{ext} = \frac{14,36 * 1,4}{0,9 * 0,9 * 0,80} = 31,02 A$$

Entrando a la tabla C.52.1.bis de UNE-HD 60364-5-52 de intensidades máximas admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados Temperatura ambiente 40°C en el aire, con el método de instalación B1 y el número de conductores cargados y el aislamiento 2xXLPE, se tiene que para un conductor de sección 6 mm², la intensidad admisible del conductor es de 49 A, superior a los calculados anteriormente. **Con este cálculo queda justificado que todos los conductores de los strings serán como mínimo de 6 mm².**

**Tabla C.52.1 bis 2 - Corrientes admisibles (A) para cables y conductores aislados con aislamiento termoestable (compuestos reticulados tipo XLPE, EPR o similar) -
Temperatura máxima de servicio en régimen permanente 90 °C -
Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación*	Número de conductores con carga (X)						
		3X	2X				
A1		3X	2X				
A2	3X	2X					
B1				3X	2X		
B2			3X	2X			
C				3X		2X	
E					3X	2X	
F						3X	2X
Cobre (mm²)	1	2	3	4	5	6	7
1,5	15	15	17	18	21	22	
2,5	20	21	24	25	28	30	
4	27	28	32	34	38	41	
6	35	36	40	44	49	53	
10	46	49	55	60	68	73	
16	62	66	73	80	91	97	
25	81	86	96	106	116	123	147
35	99	106	116	131	144	154	182

➤ *Cálculos por caída de tensión*

En el pliego de condiciones técnicas de IDAE se especifica que la caída máxima en la parte CC de la instalación fotovoltaica debe ser siempre inferior al 1,5 %. Para obtener las caídas de tensión cada uno de los circuitos de la parte de CC de la instalación se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$e_1 = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\mu \cdot S \cdot V^2}$$

- Tensión de máxima potencia del módulo (40,53 V).
- Intensidad nominal del módulo (13,33 A).

EDIFICIO 1

Línea	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección cable (mm ²)	Resistividad (Ωmm ² /m)	Tensión (V)	ΔV (V)	ΔV (%)
String 1	90	13,330	6	0,0176	698,4	7,04	1,01
String 2	87	13,330	6	0,0176	698,4	6,80	0,97
String 3	79	13,330	6	0,0176	698,4	6,18	0,88
String 4	70	13,330	6	0,0176	698,4	5,47	0,78
String 5	70	13,330	6	0,0176	698,4	5,47	0,78
String 6	63	13,330	6	0,0176	698,4	4,93	0,71

EDIFICIO 2

Línea	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección cable (mm ²)	Resistividad (Ωmm ² /m)	Tensión (V)	ΔV (V)	ΔV (%)
String 1	32	13,330	6	0,0176	698,4	2,50	0,36
String 2	28	13,330	6	0,0176	698,4	2,19	0,31

1.3.1.2 INSTALACIÓN EN CA

Para el cálculo de las secciones de los conductores se deberán tener en cuenta principalmente tres restricciones fundamentales:

- Criterio de la Intensidad máxima admisible: La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas

particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

- Criterio de la caída de tensión: La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.
- Criterio para la Intensidad de cortocircuito: La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

1.3.1.2.1 INTENSIDAD

Se emplean las siguientes fórmulas:

<i>Intensidades</i>	
<i>Sistema trifásico</i>	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$
<i>Sistema monofásico</i>	$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$

Dónde:

- P: Potencia de cálculo de la línea
- V: Tensión simple fase-neutro.
- Cos φ: Factor de potencia de la instalación

1.3.1.2.2 CAIDA DE TENSIÓN

Las caídas de tensión admisibles serán del 0,5% en líneas generales de alimentación (ITC-BT-14-3), del 1% en derivaciones individuales (ITC-BT-15-3) y del 3% en alumbrado y

5% para demás usos en las líneas secundarias (ITC-BT-19-2). En las Redes de Distribución y Acometidas se tomará como máxima caída de tensión el 5%, de acuerdo con el Reglamento de Verificaciones Eléctricas, reservando el 2% restante para el resto de la instalación hasta el cuadro de protección (se admite un total de $\pm 7\%$).

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida podemos aplicar las fórmulas simplificadas siguientes:


<i>Secciones en función de las caídas de tensión</i>	
<i>Sistema trifásico</i>	$S = \frac{c \cdot \rho_{\theta} \cdot P \cdot L}{\Delta U_{III} \cdot U_1}$
<i>Sistema monofásico</i>	$S = \frac{2c \cdot \rho_{\theta} \cdot P \cdot L}{\Delta U_I \cdot U_1}$

Dónde:

- S: Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible en mm^2 .
- c: Incremento de la resistencia en alterna
- ρ_{θ} : Resistividad del conductor a temperatura máxima prevista para el conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- Potencia activa prevista para la línea en vatios.
- Longitud de la línea en metros.
- ΔU_{III} : Caída de tensión máxima admisible en líneas trifásicas.
- ΔU_I : Caída de tensión máxima admisible en líneas monofásicas.

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{40} (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha (^\circ\text{C}^{-1})$
Cobre	0,0176	0,0190	0,0210	0,0224	0,00392
Aluminio	0,0286	0,0310	0,0344	0,0367	0,00403
Almelec	0,0325	0,0347	0,0383	0,0407	0,00336

Los límites de caída de tensión vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, y son los siguientes:

	<p align="center">PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE</p>
---	--

Tipo	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro	ΔU_{III}	ΔU_I
LGA	Un solo usuario	No existe		
	Contadores concentrados	0,5%	2V	
	Centralización parcial de contadores	1%	4V	
DI	Un solo usuario	1,5%	6V	3,45V
	Contadores concentrados	1%	4V	2,3V
	Centralización parcial de contadores	0,5%	2V	1,15V
Circuitos interiores	Circuitos interiores viviendas	3%	12V	6,9V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12V	6,9V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	3%	20V	11,5V

Donde ΔU_{III} , ΔU_I , son las tensiones nominales de la línea (400 V en trifásico y 230 V en monofásico).

También podemos comprobar que la caída de tensión es admisible para una sección dada, para lo cual se determina su valor en % mediante la expresión:

CAÍDAS DE TENSIÓN	
Sistema trifásico	$e(\%) = \frac{L \cdot P}{C \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$
Sistema monofásico	$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$

Dónde:

- L: Longitud más desfavorable de la línea.
- P: Potencia instalada
- C: Conductividad del cable.
- S: Sección del conductor en mm².
- V: Tensión fase-neutro: 230 V para suministros monofásicos, 400 V para trifásicos.

Los valores de la conductividad se pueden tomar de la siguiente tabla:

Material	C ₂₀	C ₄₀	C ₇₀	C ₉₀
Cobre	56	52	48	44
Aluminio	35	32	30	28
Temperatura	20°C	40°C	70°C	90°C

NOTA: Se recomienda emplear las siguientes conductividades:

Instalación de enlace: LGA + D.I: **C70 y C90**

Instalaciones Interiores de viviendas **C40**

Instalaciones Interiores de y Servicios generales, de locales comerciales, oficinas y garajes: **C70 y C90.**

1.3.1.2.3 VERIFICACIÓN DE CAIDA DE TENSION EN CONDICIONES REALES DE UTILIZACIÓN DEL CONDUCTOR

Se deberá comprobar que, a la temperatura prevista de servicio del conductor, la caída de tensión se sigue manteniendo dentro de los límites reglamentarios.

La temperatura de servicio del conductor se calcula con la siguiente expresión, y se tomará el valor obtenido de ésta para comprobar que la caída de tensión sigue manteniéndose dentro de los límites reglamentarios.

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

Donde:

T= Temperatura del conductor (°C).

T₀= Temperatura ambiente (°C).

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire= 40°C

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

XLPE, EPR= 90°C

PVC= 70°C

I= Intensidad prevista del conductor (A).

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

Considerando la expresión anterior, se calcula la conductividad del conductor en función de la temperatura de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{\rho}$$

Donde:

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

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20° C.

$Cu = 0,018$

$Al = 0,029$

α = Coeficiente de temperaturas :

$Cu = 0,00392$

$Al = 0,00403$

1.3.1.2.4 TEMPERATURA

Se calcula según lo dispuesto en la norma UNE-20460-5-523.

Las temperaturas máximas de funcionamiento según el tipo de aislamiento vienen recogidas en la tabla 52-A de la norma UNE-240-5-523.

Las temperaturas ambientes de referencia, serán:

- Para los conductores aislados y los cables al aire, cualquiera que sea su modo de instalación: 30 °C.
- Para los cables enterrados directamente en el terreno o enterrados en conductos: 20°C.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislamiento pueda soportar sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

En la siguiente tabla se especifican las temperaturas máximas admisibles, en servicio permanente y en cortocircuito, para algunos tipos de cables aislados con aislamiento seco.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC) $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

1.3.1.2.5 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Las secciones de los conductores se calcularán teniendo en cuenta los siguientes determinantes:

- Tensión de alimentación.
- Intensidad de cálculo del circuito.
- Caída de tensión máxima reglamentaria.

Para el cálculo de la sección de los diferentes circuitos, empleamos dos tipos de fórmulas, de acuerdo con lo estipulado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

a) *Cálculo de la intensidad máxima admisible del conductor.*

Basándonos en la intensidad de cálculo que debe transportar el conductor, elegimos en las tablas correspondientes un conductor que sea capaz de transportar una intensidad superior a la calculada:

$$I_{\text{máxima admisible conductor}} > I_{\text{calculada}}$$

b) *Cálculo sección por caída de tensión máxima admisible.*

Empleamos las siguientes fórmulas:

<i>Sección por caída de tensión máxima admisible</i>	
<i>Sistema trifásico</i>	$S = \frac{P \cdot L \cdot 100}{K \cdot U_{\max}(\%) \cdot V^2}$
<i>Sistema monofásico</i>	$S = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot 100}{K \cdot U_{\max}(\%) \cdot V^2}$

Siendo K la conductividad del conductor, tomando un valor de 56 para el cobre y de 35 para el aluminio.

c) Elección final de la sección

Se elegirá la mayor resultante de los casos anteriores.

1.3.1.2.6 CÁLCULO DE LA POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CIRCUITOS

Por intensidad máxima admisible del conductor:

$$P_{máx1} = I_{máxcond} \cdot \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi$$

Por caída de tensión máxima admisible:

$$P_{máx2} = \frac{U_{\max}(\%) \cdot S \cdot K \cdot V^2}{L \cdot 100}$$

La potencia máxima admisible del circuito será la menor de las dos calculadas.

1.3.1.2.7 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

De forma general, el cálculo de la intensidad de cortocircuito se realizará siguiendo las indicaciones del anexo 3 de la guía técnica de aplicación del REBT.

Con este método, al desconocer la impedancia del circuito de alimentación de la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometidas), se toma en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de la instalación como 0,8 veces la tensión de suministro. Se considera el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables debido a que el centro de transformación, origen de la alimentación, se encuentra fuera del local.

Con las consideraciones mencionadas, nos queda la fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8U}{R} \qquad R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Dónde:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A).

U : Tensión de alimentación fase neutro (230V).

R : Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación (Ω).

ρ : Resistividad del conductor a 20°C. ($\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$.)

L : Longitud del circuito (m).

Para calcular el valor de R se deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo el punto donde se emplaza el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} .

*Nota: la resistividad del cobre a 20°C se puede tomar como $\rho \approx 0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
En caso de conductores de aluminio se puede tomar también para 20°C, $\rho \approx 0,029 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.*

$$R = R_{DI}$$

$$R = \frac{\rho L_{DI}}{S_{DI}}$$

El interruptor general elegido para la instalación tendrá una protección de corte superior a la obtenida con este cálculo.

Para aquellas instalaciones que no cumplan con la hipótesis de cálculo se utilizará otro método de cálculo de la intensidad de cortocircuito, tal como el método de las impedancias.

En nuestro caso y por ser el caso más desfavorable, calcularemos la corriente de cortocircuito en un punto hipotético situado justo a la entrada de cada cuadro general de mando y protección. La sección en este punto es la máxima de todos los circuitos y la distancia desde la ubicación del contador, la mínima posible.

En el *anexo I* se realizan los cálculos de la intensidad de cortocircuito para cada uno de los circuitos.

1.3.2 PROTECCIONES

1.3.2.1 CORRIENTE CONTINUA

➤ Sobrecorrientes

Las particularidades de nuestro generador, cuya corriente nominal es muy similar a la corriente de cortocircuito, hacen que las sobrecorrientes no sean críticas desde el punto de vista del generador.

Sin embargo, los fenómenos de sobrecorrientes pueden ser perjudiciales para el inversor y los componentes electrónicos del sistema, así como provocar el envejecimiento de toda la instalación por ser fenómenos cíclicos para las instalaciones fotovoltaicas.

La protección elegida para los conductores activos para este tipo de instalaciones son fusibles electrónicos incluidos en el inversor que lo protegen de manera adecuada.

En el sistema de acumulación se instalarán igualmente fusibles de protección en cada uno de los cables de cada polo que llegan a los inversores/cargadores.

➤ Sobretensiones

Debido a las características de la instalación, se pueden inducir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia, por lo que se debe prever la instalación de protección contra sobretensiones. La entrada CC del inversor se deberá proteger mediante dispositivos bipolares de protección clase II. El dispositivo para sobretensiones de Tipo II empleado deberá tener las siguientes características o similares:

- Tiempo actuación < 25 ns
- Corriente máxima actuación <15kA
- Tensión residual <4kV

La tensión de operación del dispositivo estará definida por el rango comprendido entre la menor tensión de trabajo en el punto de máxima potencia y la mayor tensión de circuito abierto, considerando en ambos

casos el efecto más desfavorable de la temperatura de la célula sobre las características de tensión. En este caso, el inversor seleccionado incorpora dispositivos de protección contra sobretensiones inducidas tanto en entrada como en salida.

En el proyecto que nos ocupa se considera no se consideran protecciones adicionales a las incorporadas en el inversor, teniendo en cuenta que el inversor ya incluye protecciones para sobretensiones de Tipo III y Tipo II.

➤ **Contactos directos e indirectos**

Todos los componentes de la instalación tendrán aislamiento de clase II.

En la parte de continua del inversor, e integrado en el mismo en este caso, consta como medida de protección de la instalación un sistema de vigilancia continua del aislamiento, que desconecta el inversor y cortocircuita la entrada de potencia cuando se supere límite establecido de cara a la resistencia que eleva la tensión de contacto por encima de la tensión límite establecido.

1.3.2.2 CORRIENTE ALTERNA

➤ **Sobrecorrientes**

Según RD 900/2015, es obligatorio incluir un interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico omnipolar con poder de corte superior a la corriente de cortocircuito esperado en el punto de conexión.

El calibre del magnetotérmico se indica en las tablas de cálculos, debiendo ser inferior a la intensidad máxima admisible de la línea y superior a la intensidad de diseño. La curva de disparo se ha elegido C siendo está acorde a las características del sistema. Se dispondrá de un interruptor de corte en carga en, cuya misión es permitir la desconexión manual de la instalación de modo que garantice la seguridad del personal durante las labores de mantenimiento.

Las protecciones tendrán una intensidad de cortocircuito y poder de corte acorde a las protecciones instaladas y las condiciones de funcionamiento del punto de conexión.

➤ **Sobretensiones**

La instalación de generación en su parte de corriente alterna quedará protegida frente a sobretensiones transitorias de Tipo III mediante la protección integrada en los inversores. Así mismo se le dota al sistema de protección frente a sobretensiones de Tipo II y permanentes mediante dispositivos instalados en combinación con el interruptor general automático.

➤ **Contactos directos e indirectos**

La instalación contará con diferencial de 300mA de sensibilidad tipo A en la parte de corriente alterna para la protección del inversor fotovoltaico. El calibre de los interruptores automáticos frente a sobrecorrientes se coordinará con los diferenciales para garantizar la vida del componente y su correcto funcionamiento.

1.4 PUESTA A TIERRA

La estructura soporte, y con ella los módulos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas tal y como establece el PCT. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir a los diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de falta o descarga de origen atmosférico. A esta misma tierra se conectarán también las masas metálicas de la parte de alterna (fundamentalmente el inversor).

La sección del conductor de protección será, como mínimo la misma que la del conductor de fase correspondiente.

La configuración eléctrica de la instalación será flotante en la parte de CC, es decir, con ambos polos del generador fotovoltaico aislados de tierra, garantizándose la protección frente a contactos indirectos mediante la utilización de cableado, cajas y conexiones de clase II y un vigilante de aislamiento que incorpora el inversor.

En cuanto a los cuadros eléctricos y al inversor, se conectarán a la tierra del cuarto del cuadro general de baja tensión donde irán ubicados.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la obra o instalador autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

Si los valores de resistencia no fueran satisfactorios, se deben añadir electrodos de tierra adicionales según la ITC-BT-18 e ITC-BT-26, debiendo culminar en un valor inferior a 37 ohm al tratarse de edificaciones sin pararrayos.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

1.6 IMPACTO Y BALANCE MEDIOAMBIENTAL

El impacto medioambiental de una instalación fotovoltaica en la fase de fabricación de los elementos y equipos generadores es mínimo. Las células fotovoltaicas que se fabrican en la actualidad son de silicio, material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante, y del que no se requieren cantidades excesivas. Además, la gran mayoría de los materiales que emplea son reutilizables, o al menos incorporarse a los cauces del reciclado, al final de su vida útil, reduciendo de manera significativa las cantidades de residuos. Igualmente, los materiales empleados en las estructuras suelen ser abundantes, inocuos, reciclables y/o reutilizables. La principal carga ambiental se produce en los procesos extractivos de las materias primas, así como los sucesivos transportes asociados. Sin embargo, estos son susceptibles a mejoras incorporando la propia tecnología eléctrica de fuente fotovoltaica tanto para la extracción como para el transporte en una transición de combustibles fósiles a tecnología eléctrica.

En cuanto a la fase de uso, el impacto medioambiental de la instalación fotovoltaica es nulo o prácticamente despreciable, ya que no implica emisiones de productos tóxicos, ni contaminantes, lo cual es de suma importancia y urgencia para la situación global actual de emergencia climática. De tal manera, evita así incorporar más agentes contaminantes atmosféricos que afectan tanto a corto plazo en la calidad de aire inhalado, como a medio/largo plazo en el cambio climático. Así como tampoco existen menoscabos a nivel hidrológico, atmosférico, ni provoca ruidos, ni tampoco tiene efectos significativos a nivel biótico, sobre flora y fauna. Además, como es sabido, la fotovoltaica es una fuente de energía sostenible y renovable, debido a que hace uso de recursos inagotables, a escala humana, para cubrir las necesidades energéticas y por lo tanto formando parte de uno de los métodos energéticos más respetuosos con el medio ambiente en comparación con las energías convencionales.

Como otro elemento específico favorable a la presente instalación fotovoltaica es que su aplicación local favorece también la descentralización del sistema eléctrico, lo cual ahorra en creación de infraestructuras de cableado para el transporte eléctrico lo cual a su vez comporta pérdidas energéticas.

Según lo comentado, la energía fotovoltaica ayuda a disminuir los problemas medioambientales específicos como:

- El efecto invernadero, provocado por las emisiones de CO₂.
- La lluvia ácida, con su consecuente contaminación de las aguas, provocada por las emisiones de SO_x.
- El smog o niebla fotoquímica de las ciudades, provocada por las emisiones de NO_x.

La siguiente tabla recoge las cantidades de los principales contaminantes que dejan de emitirse a la atmósfera por cada kWh de energía producida por energías renovables como la fotovoltaica, en lugar de con combustible fósiles, según estimaciones que recoge el IDAE de estudios realizados por el CIEMAT y la AIE.

Los valores se han obtenido haciendo la media entre las emisiones generadas con carbón y con gas natural de la Tabla I.3. del IDAE y a ello, restándole la máxima generación supuesta de emisiones mediante tecnología solar fotovoltaica, de la Tabla I.2 del IDAE.

Cantidades que se dejan de emitir a la atmósfera por kWh producido con energía solar fotovoltaica en vez de combustibles sólidos	
CO ₂	547 g/kWh
SO ₂	0,36 g/kWh
NO _x	0,75 g/kWh

Con todo ello, cuantificando las emisiones reducidas por las presentes instalaciones proyectadas de autoconsumo, se obtiene los resultados mostrados en la tabla.

EDIFICIO 1

Potencia instalada (kWp)	32400
Producción anual (kWh/año)	50016,72
Ahorro de emisiones de CO₂ (kg CO₂/año)	27359,1458
Ahorro de emisiones de CO₂ en 20 años (kg CO₂)	547182,917
Ahorro de emisiones de SO₂ (kg SO₂/año)	18,01
Ahorro de emisiones de NO_x (kg NO₂/año)	37,51
Viviendas equivalentes	14,29
Nº de árboles plantados equivalentes	54,72
TEP EVITADAS	12,55

EDIFICIO 2

Potencia instalada (kWp)	7560
Producción anual (kWh/año)	9214,73
Ahorro de emisiones de CO2 (kg CO2/año)	5040,45731
Ahorro de emisiones de CO2 en 20 años (kg CO2)	100809,146
Ahorro de emisiones de SO2 (kg SO2/año)	3,32
Ahorro de emisiones de NOX (kg NO2/año)	6,91
Viviendas equivalentes	2,63
Nº de árboles plantados equivalentes	10,08
TEP EVITADAS	2,31

Para la obtención de viviendas equivalentes se ha tenido en cuenta que el consumo medio de un hogar español es alrededor de 3.500 kWh/año. En cuanto al número de árboles equivalentes, se ha tomado como estimación que un árbol adulto retiene de media 0,5 toneladas de CO2 al año.

Por otro lado, teniendo en cuenta los coeficientes de paso a energía primaria dados en la tabla anterior, se estima que la producción de electricidad de planta fotovoltaica evitará el consumo de 12,55 toneladas equivalente de petróleo para el edificio 1 y 2,31 toneladas equivalente de petróleo para el edificio 2.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:



Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF



Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF

ANEXO I. CÁLCULOS

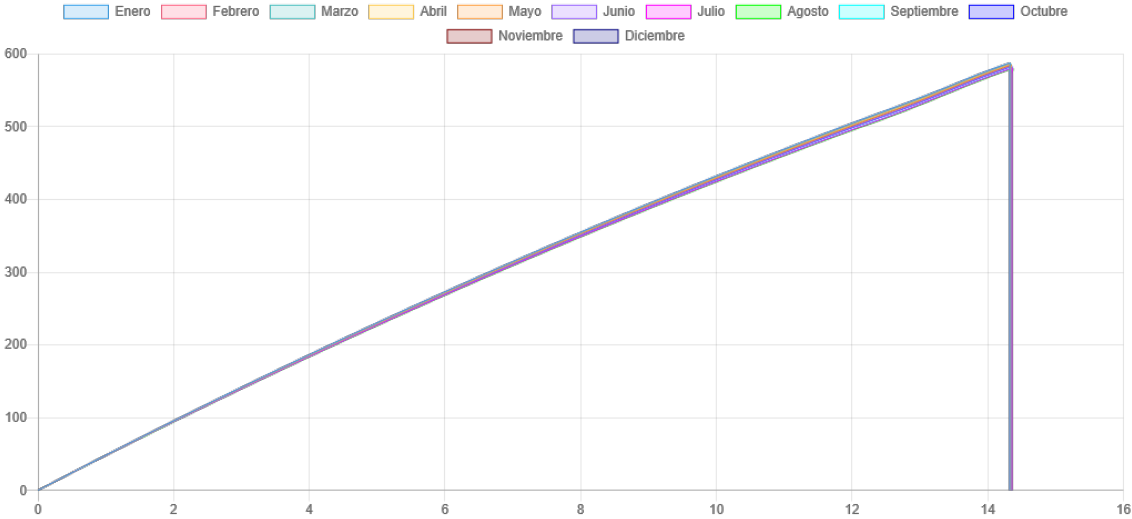
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Ficha de paneles

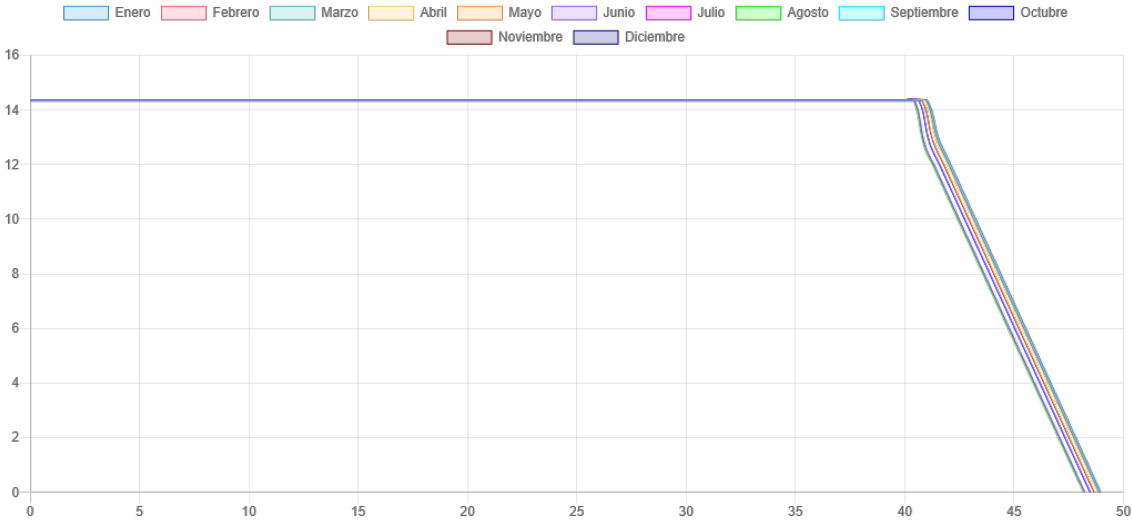
Modelo	Longi LR5-66HTH-540M
Fabricante	Longi
Características STC	
Tensión máxima del sistema [Vsmx]	1.000,00 V
Potencia máxima [Pmpm]	540,00 W
Tensión en máxima potencia [Vmpm]	40,35 V
Corriente en máxima potencia [Impm]	13,33 A
Tensión a circuito abierto [Voc]	48,18 V
Corriente en cortocircuito [Isc]	14,36 A
Respuesta térmica	
Coeficiente de Tª de Voc	-110,81 mV/°C
Coeficiente de Tª de Isc	5,45 mA/°C
Coeficiente de Tª a Pmpm	-1.566,00 mW/°C
Reducción eficacia [1000 a 200W/m²]	0,00 %
Célula fotoeléctrica	
Tecnología de la célula	Si Policristalino
Nº de ramales paralelo	144,00
Nº de células por ramal	1,00
Dimensiones de la célula	0,00 mm²

Dimensiones			
Longitud	Anchura	Profundidad	Peso
2.094,00 mm	1.134,00 mm	35,00 mm	26,00 kg

GRAFICA P-I



GRAFICA I-V



Referencia:	Inclinación (°)	Orientación (°)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
PFV [12]	15,00	45,79 ° (SO)	42,78	49,98	71,40	81,63	89,98	87,82	89,42	85,07	72,54	59,75	43,92	38,85	813,15
PFV [13]	15,00	45,79 ° (SO)	49,28	55,25	75,64	83,88	90,95	88,37	90,17	86,70	75,81	65,01	49,98	45,47	856,50
PFV [14]	15,00	45,79 ° (SO)	51,05	56,58	76,51	83,99	90,82	88,15	89,96	86,69	76,43	66,09	51,73	47,11	865,11
PFV [15]	15,00	45,79 ° (SO)	51,88	56,86	76,75	83,99	90,66	87,85	89,72	86,65	76,48	66,49	52,30	48,13	867,77
PFV [16]	15,00	45,79 ° (SO)	51,80	56,78	76,00	82,81	89,15	86,33	88,18	85,33	75,59	66,20	52,20	48,19	858,55
PFV [17]	15,00	45,79 ° (SO)	51,63	56,04	73,62	78,07	82,50	78,98	81,16	79,78	72,50	64,91	51,94	48,15	819,27
PFV [18]	15,00	45,79 ° (SO)	51,49	56,03	73,67	78,15	82,61	79,10	81,28	79,87	72,57	64,93	51,84	47,95	819,48
PFV [19]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,73	76,00	82,82	89,18	86,33	88,22	85,34	75,59	66,21	52,05	47,98	858,09
PFV [20]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,72	76,67	83,99	90,66	87,85	89,72	86,65	76,44	66,39	52,14	48,07	867,10
PFV [21]	15,00	45,79 ° (SO)	50,97	56,47	76,42	83,99	90,83	88,16	89,97	86,69	76,39	65,99	51,67	46,91	864,46
PFV [24]	15,00	45,79 ° (SO)	42,71	49,98	71,25	81,52	89,93	87,77	89,38	84,98	72,41	59,65	43,95	38,56	812,09
PFV [25]	15,00	45,79 ° (SO)	49,42	55,24	75,57	83,87	90,94	88,37	90,16	86,69	75,77	64,94	50,12	45,53	856,63
PFV [26]	15,00	45,79 ° (SO)	51,03	56,47	76,42	83,99	90,83	88,16	89,97	86,69	76,39	65,99	51,67	47,08	864,69
PFV [27]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,72	76,67	83,99	90,66	87,85	89,73	86,65	76,44	66,38	52,14	48,08	867,11
PFV [28]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,73	76,01	82,83	89,20	86,33	88,23	85,36	75,60	66,21	52,06	47,98	858,18
PFV [29]	15,00	45,79 ° (SO)	51,50	56,04	73,73	78,23	82,74	79,29	81,43	79,97	72,63	64,95	51,86	47,97	820,33
PFV [30]	15,00	45,79 ° (SO)	51,52	56,06	73,78	78,33	82,82	79,46	81,54	80,05	72,71	64,98	51,87	47,99	821,11
PFV [31]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,73	76,02	82,84	89,22	86,37	88,24	85,38	75,61	66,21	52,06	47,98	858,30
PFV [32]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,72	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,38	52,15	48,08	867,11
PFV [33]	15,00	45,79 ° (SO)	51,02	56,46	76,42	83,99	90,83	88,17	89,98	86,69	76,39	65,98	51,66	47,09	864,67
PFV [36]	15,00	45,79 ° (SO)	42,68	49,79	71,08	81,41	89,87	87,74	89,34	84,89	72,28	59,47	43,83	38,73	811,11
PFV [37]	15,00	45,79 ° (SO)	49,45	55,20	75,54	83,86	90,94	88,37	90,16	86,69	75,75	64,91	50,09	45,69	856,63
PFV [38]	15,00	45,79 ° (SO)	51,01	56,46	76,41	83,99	90,83	88,17	89,98	86,69	76,39	65,98	51,65	47,08	864,64
PFV [39]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,72	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,38	52,14	48,07	867,10
PFV [40]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,74	76,02	82,87	89,24	86,45	88,30	85,40	75,62	66,22	52,06	47,98	858,52
PFV [41]	15,00	45,79 ° (SO)	51,53	56,08	73,84	78,41	82,90	79,61	81,65	80,12	72,78	65,01	51,88	48,00	821,81
PFV [42]	15,00	45,79 ° (SO)	51,55	56,10	73,89	78,49	82,99	79,71	81,75	80,21	72,86	65,03	51,89	48,02	822,49
PFV [43]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,74	76,03	82,88	89,28	86,45	88,34	85,41	75,63	66,22	52,06	47,98	858,66
PFV [44]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,72	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,38	52,14	48,07	867,09
PFV [45]	15,00	45,79 ° (SO)	51,00	56,46	76,41	83,99	90,83	88,17	89,98	86,69	76,39	65,97	51,64	47,07	864,60
PFV [48]	15,00	45,79 ° (SO)	42,47	49,61	70,91	81,30	89,81	87,70	89,29	84,81	72,14	59,28	43,62	38,53	809,46
PFV [49]	15,00	45,79 ° (SO)	49,40	55,16	75,51	83,85	90,93	88,37	90,16	86,68	75,72	64,86	50,04	45,59	856,28
PFV [50]	15,00	45,79 ° (SO)	50,98	56,45	76,40	83,99	90,84	88,17	89,98	86,69	76,39	65,97	51,63	47,05	864,56
PFV [51]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,71	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,38	52,14	48,06	867,08
PFV [52]	15,00	45,79 ° (SO)	51,64	56,74	76,04	82,89	89,32	86,45	88,34	85,44	75,64	66,22	52,06	47,98	858,76
PFV [53]	15,00	45,79 ° (SO)	51,56	56,11	73,94	78,59	83,09	79,80	81,82	80,30	72,92	65,06	51,91	48,03	823,13
PFV [54]	15,00	45,79 ° (SO)	51,57	56,13	73,99	78,68	83,20	79,89	81,93	80,39	73,00	65,08	51,92	48,03	823,81
PFV [55]	15,00	45,79 ° (SO)	51,65	56,74	76,05	82,91	89,33	86,51	88,36	85,47	75,65	66,23	52,06	47,98	858,93
PFV [56]	15,00	45,79 ° (SO)	51,78	56,71	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,37	52,14	48,06	867,07
PFV [57]	15,00	45,79 ° (SO)	50,98	56,45	76,40	83,99	90,84	88,18	89,99	86,69	76,38	65,97	51,62	47,04	864,52
PFV [60]	15,00	45,79 ° (SO)	42,26	49,42	70,74	81,18	89,74	87,66	89,25	84,71	71,99	59,08	43,43	38,36	807,82
PFV [61]	15,00	45,79 ° (SO)	49,35	55,12	75,48	83,84	90,93	88,37	90,15	86,68	75,70	64,82	49,99	45,55	855,99
PFV [62]	15,00	45,79 ° (SO)	50,96	56,45	76,39	83,99	90,84	88,18	89,99	86,69	76,38	65,96	51,61	47,03	864,48
PFV [63]	15,00	45,79 ° (SO)	51,77	56,71	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,37	52,14	48,05	867,06
PFV [64]	15,00	45,79 ° (SO)	51,65	56,74	76,06	82,94	89,36	86,52	88,40	85,49	75,66	66,23	52,06	47,98	859,09
PFV [65]	15,00		51,59	56,15	74,03	78,77	83,29	80,00	82,05	80,49	73,06	65,11	51,93	48,04	824,50

		45,79 ° (SO)													
PFV [66]	15,00	45,79 ° (SO)	51,60	56,17	74,07	78,88	83,38	80,11	82,12	80,57	73,12	65,13	51,94	48,04	825,14
PFV [67]	15,00	45,79 ° (SO)	51,65	56,74	76,07	82,96	89,38	86,52	88,42	85,51	75,67	66,24	52,06	47,98	859,20
PFV [68]	15,00	45,79 ° (SO)	51,77	56,70	76,67	83,99	90,66	87,86	89,73	86,65	76,44	66,37	52,14	48,05	867,05
PFV [69]	15,00	45,79 ° (SO)	50,95	56,44	76,39	83,99	90,84	88,18	89,99	86,69	76,38	65,96	51,60	47,02	864,44
PFV [72]	15,00	45,79 ° (SO)	42,06	49,23	70,55	81,07	89,67	87,63	89,19	84,62	71,82	58,87	43,22	38,06	805,97
PFV [73]	15,00	45,79 ° (SO)	49,28	55,07	75,45	83,82	90,76	88,36	90,04	86,62	75,68	64,78	49,93	45,52	855,32
PFV [74]	15,00	45,79 ° (SO)	50,94	56,44	76,39	83,93	90,58	88,18	89,86	86,50	76,38	65,96	51,59	47,01	863,75
PFV [75]	15,00	45,79 ° (SO)	51,77	56,70	76,67	83,91	90,39	87,85	89,60	86,44	76,44	66,36	52,14	48,04	866,32
PFV [76]	15,00	45,79 ° (SO)	51,65	56,74	76,08	82,89	89,12	86,51	88,27	85,32	75,69	66,24	52,06	47,99	858,56
PFV [77]	15,00	45,79 ° (SO)	51,61	56,19	74,10	78,90	83,12	80,17	82,04	80,45	73,19	65,16	51,96	48,04	824,93
PFV [79]	15,00	45,79 ° (SO)	51,40	55,72	73,40	78,57	83,28	80,42	82,25	80,32	72,52	64,64	51,69	47,83	822,04
PFV [80]	15,00	45,79 ° (SO)	51,53	55,93	74,03	79,61	84,54	81,69	83,53	81,46	73,27	64,99	51,83	47,88	830,30
PFV [81]	15,00	45,79 ° (SO)	50,70	55,87	74,05	79,66	84,73	82,02	83,80	81,55	73,29	64,99	51,27	46,86	828,79
TOTAL			2.970,68	3.282,95	4.433,67	4.851,91	5.227,34	5.063,81	5.172,90	5.000,49	4.421,14	3.839,87	3.002,43	2.749,52	50.016,72

Energía producida en el panel, indicada en kWh

Comportamiento y respuesta

Comportamiento y respuesta													
Modelo: Longi LR5-66HTH-540M	STC	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura (°C)	25,00	17,90	18,00	18,60	19,10	20,50	22,20	24,60	25,10	24,40	22,40	20,70	18,80
G (1000 W/m²)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Potencia nominal [Pmpm]	540,00	551,12	550,96	550,02	549,24	547,05	544,38	540,63	539,84	540,94	544,07	546,73	549,71
Tensión en máxima potencia [Vmpm]	40,35	41,34	41,33	41,26	41,20	41,04	40,84	40,56	40,50	40,58	40,82	41,02	41,24
Corriente en máxima potencia [Impm]	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
Tensión a circuito abierto [Voc]	48,18	48,97	48,96	48,89	48,83	48,68	48,49	48,22	48,17	48,25	48,47	48,66	48,87
Corriente en cortocircuito [Isc]	14,36	14,32	14,32	14,33	14,33	14,34	14,34	14,36	14,36	14,36	14,35	14,34	14,33

Pérdidas por sombreado, orientación e inclinación

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del IDAE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el IDAE.

Además de dicha comprobación, nos servirá para un estudio y optimización de la colocación de los paneles fotovoltaicos al tener en cuenta:

- Ubicación del edificio.
- Orientación e inclinación de los paneles.
- Instalación respecto de los elementos arquitectónicos: General.

0.1 Estudio de sombras

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método descrito en el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

La superficie de cada captador solar se divide en 60 elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geoméricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

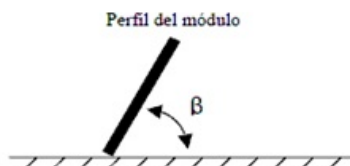
Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

El estudio de **la trayectoria solar** permite ver en un único gráfico la trayectoria del Sol dependiendo de la latitud y longitud en la que nos encontremos, del acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y de la elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). De esta forma, se puede representar los momentos concretos anuales en los que la superficie receptora del panel no le incidiese la luz solar directa debido la interposición de algún obstáculo arquitectónico o inclusive otros paneles.

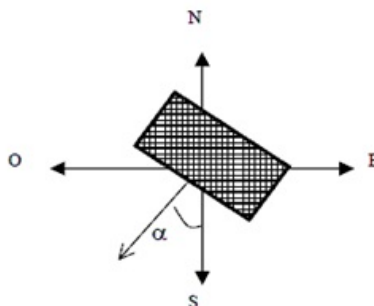
1 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de los dos parámetros siguientes:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal.



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90° para orientados al este y $+90^\circ$ al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ > \beta$$

Considerando la ubicación del proyecto, se ha llegado a la conclusión que el ángulo de inclinación medio a considerar es de $15,00^\circ$, obteniéndose por tanto, unas pérdidas de orientación e inclinación media de 4,63%. Además, cabe destacar que este valor será constante para todos los paneles que presenten las mismas condiciones de ubicación, orientación e inclinación.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

Por consiguiente, a través del criterio utilizado, y en comparación con los límites establecidos en el IDAE para una disposición de los paneles en modo "General" se han obtenido los siguientes resultados:

PÉRDIDAS PARA PANELES EN DISPOSICIÓN: GENERAL								
Orientación e inclinación (O)			Sombras (S)			Combinado (S+O)		
Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido
10,00%	4,63%	4,63%	10,00%	3,29%	8,49%	15,00%	7,92%	13,12%

Por ello, se puede comprobar que Sí se adapta a lo establecido en el IDAE ya que de los valores obtenidos se encuentran TODOS DENTRO de los límites fijados.

A continuación, se muestran los resultados para cada panel de la instalación:

Panel	Inclinación	Orientación norte	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [12]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,66 %	12,29 %
PFV [13]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [14]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,17 %	5,80 %
PFV [15]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,80 %	5,42 %
PFV [16]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,99 %	6,62 %
PFV [17]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,40 %	11,03 %
PFV [18]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,39 %	11,02 %
PFV [19]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,05 %	6,68 %
PFV [20]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [21]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [24]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,77 %	12,40 %
PFV [25]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,96 %
PFV [26]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,87 %
PFV [27]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [28]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,04 %	6,67 %
PFV [29]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,30 %	10,92 %
PFV [30]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,21 %	10,84 %
PFV [31]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,02 %	6,65 %
PFV [32]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [33]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [36]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,90 %	12,52 %
PFV [37]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [38]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [39]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [40]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,00 %	6,62 %
PFV [41]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,13 %	10,76 %
PFV [42]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,06 %	10,68 %
PFV [43]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,98 %	6,60 %
PFV [44]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [45]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,26 %	5,89 %
PFV [48]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,09 %	12,72 %
PFV [49]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,39 %	7,02 %
PFV [50]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [51]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [52]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,96 %	6,59 %
PFV [53]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,99 %	10,61 %
PFV [54]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,91 %	10,54 %
PFV [55]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,94 %	6,57 %
PFV [56]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [57]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,90 %
PFV [60]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,28 %	12,90 %
PFV [61]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,43 %	7,06 %
PFV [62]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,28 %	5,90 %
PFV [63]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [64]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,92 %	6,55 %
PFV [65]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,83 %	10,46 %
PFV [66]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,76 %	10,39 %
PFV [67]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,91 %	6,53 %
PFV [68]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [69]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,28 %	5,91 %
PFV [72]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,49 %	13,12 %
PFV [73]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,55 %	7,18 %
PFV [74]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,45 %	6,07 %
PFV [75]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,08 %	5,71 %
PFV [76]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,07 %	6,70 %
PFV [77]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,89 %	10,51 %
PFV [79]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,92 %	11,55 %
PFV [80]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,84 %	10,47 %
PFV [81]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,03 %	10,65 %

General			
Modelo		SUN2000-40KTL-M3	
Fabricante		Huawei (Serie SUN2000 - red)	
Uso		Conexión a red	
Entrada CC			
Potencia de CC máxima		40.000,00 W	
Rango tensiones MPP (max y min)		1.000,00 V / 200,00 V	
Tensión de entrada máxima		1.100,00 V	
Rango corriente entrada (max y min)		26,00 A / 0,00 A	
Salida CA			
Potencia nominal de salida		40.000,00 W	
Potencia máxima de salida		40.000,00 W	
Tensión nominal de salida		400,00 V Trifase	
Rango corriente salida (max y min)		63,80 A / 0,00 A	
Factor de potencia		0,80	
Rendimiento		98,40 %	
Dimensiones			
Longitud	Anchura	Profundidad	Peso
53,00 mm	640,00 mm	270,00 mm	43,00 kg

Tabla resumen de string por inversor

RESUMEN DE STRING POR INVERSOR						
Inversor	Referencia	Nº Paneles	Modelo	Potencia (kWp)	Intensidad (A)	Longitud (m)
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST1.1	10	Longi LR5-66HTH-540M	5,40	13,33	15,827
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST2.1	10	Longi LR5-66HTH-540M	5,40	13,33	21,801
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST3.1	10	Longi LR5-66HTH-540M	5,40	13,33	27,775
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST4.1	10	Longi LR5-66HTH-540M	5,40	13,33	33,749
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST1.2	10	Longi LR5-66HTH-540M	5,40	13,33	39,983
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST2.2	9	Longi LR5-66HTH-540M	4,86	13,33	45,957

Producción mensual por string

Inversor:	String	N° de paneles	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST1.1	10	504,29	557,45	752,69	823,32	887,34	858,94	877,81	848,77	750,33	651,97	509,77	466,81	8.489,49
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST2.1	10	504,04	557,17	752,53	823,60	887,83	859,62	878,38	849,12	750,39	651,67	509,53	466,34	8.490,23
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST3.1	10	504,05	556,99	752,58	823,90	888,22	860,38	878,96	849,40	750,57	651,55	509,38	466,68	8.492,65
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST4.1	10	503,81	556,82	752,58	824,19	888,68	860,78	879,33	849,79	750,73	651,42	509,14	466,36	8.493,61
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST1.2	10	503,55	556,64	752,57	824,54	889,09	861,27	879,84	850,14	750,85	651,26	508,91	466,09	8.494,75
INV [10-22,34,46,58,70,9]	ST2.2	9	450,94	497,88	670,72	732,36	786,19	762,83	778,58	753,27	668,27	581,99	455,70	417,25	7.555,99

Energía producida indicada en kWh

Nombre	Tipo de tramo	Tipo de Instalación	Longitud (m)	Intensidad (A)	ΔV (%)	Seccl (mm²)	SeccΔV (mm²)	Secc (mm²)
CAB [10-11]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	0,35	14,36	0,01	1,50	1,64	4,00
CAB [11-12]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,38	14,36	0,13	1,50	1,64	4,00
CAB [12-13]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [13-14]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [14-15]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [15-16]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [16-17]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [17-18]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	1,64	4,00
CAB [18-19]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [19-20]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [20-21]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [22-23]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	6,41	14,36	0,25	1,50	2,25	4,00
CAB [23-24]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,30	14,36	0,13	1,50	2,25	4,00
CAB [24-25]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [25-26]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [26-27]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [27-28]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [28-29]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [29-30]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	2,25	4,00
CAB [30-31]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [31-32]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [32-33]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [34-35]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	12,46	14,36	0,48	1,50	2,87	4,00
CAB [35-36]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,22	14,36	0,12	1,50	2,87	4,00
CAB [36-37]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [37-38]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [38-39]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [39-40]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [40-41]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [41-42]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	2,87	4,00
CAB [42-43]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [43-44]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [44-45]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [46-47]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	18,51	14,36	0,72	1,50	3,49	4,00
CAB [47-48]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,14	14,36	0,12	1,50	3,49	4,00
CAB [48-49]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [49-50]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [50-51]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [51-52]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [52-53]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [53-54]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	3,49	4,00
CAB [54-55]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [55-56]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [56-57]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [58-59]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	24,61	14,36	0,64	1,50	4,13	6,00
CAB [59-60]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,28	14,36	0,08	1,50	4,13	6,00
CAB [60-61]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [61-62]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [62-63]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [63-64]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [64-65]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [65-66]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,08	1,50	4,13	6,00
CAB [66-67]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [67-68]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [68-69]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [70-71]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	30,66	14,36	0,88	1,50	5,28	6,00
CAB [71-72]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,20	14,36	0,09	1,50	5,28	6,00
CAB [72-73]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [73-74]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [74-75]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [75-76]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [76-77]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [77-78]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,09	1,50	5,28	6,00
CAB [78-79]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [79-80]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [80-81]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [1-2]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [2-3]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	92,40	46,93	1,20	16,00	28,77	35,00
CAB [3-4]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [6-7]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,29	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [7-8]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	1,52	46,93	0,02	16,00	28,77	35,00
CAB [8-9]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,15	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00

1 ANTECEDENTES

La presente memoria comprende el diseño y cálculo de la implementación de una instalación fotovoltaica conectada a la Red Eléctrica en un edificio destinado a Docente, situado en San Cristóbal de La Laguna (28° 28' 52" Norte 16° 19' 30" Oeste)

Los sistemas de producción conectados a la red eléctrica podemos decir que constituyen una de las aplicaciones que actualmente han experimentado una mayor expansión en el campo de las actividades fotovoltaica durante los últimos años. De hecho, el aumento y la extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permita, optimizar el diseño y funcionamiento tanto de productos como de instalaciones completas, lo que incluye el desarrollo de nuevos productos con los conocimientos adquiridos y, el poder evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

1.1 Objeto

El objeto de la presente memoria es la realización de una instalación fotovoltaica destinada a la comercialización en forma de productor energético. El código de Edificación HE5 que establece:

«La incorporación de sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red.»

Dicha instalación será configurada como productora de energía. En este caso, el usuario podrá ceder la energía producida a la Red dentro de los márgenes establecidos por la compañía distribuidora.

Con la presente instalación se conseguirá un beneficio económico contribuyendo a una disminución de emisiones contaminantes al medioambiente. Ya que, toda aquella energía que haya sido producida en dicha la instalación, pasará a poder considerarse procedente de fuentes de energías limpias.

1.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del presente proyecto, será el acogido en la categoría b.1.1 del RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

«Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.»

Además, cabe destacar su aplicación en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Éste establece los productores de energía como agentes conectados a red.

2 NORMATIVA

Las normativas y leyes de aplicación a la que se atiende para la realización del presente proyecto son las siguientes:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018 de 05/10/18, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 842/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Reglamentos de aplicación.
- Normas UNE de aplicación.

3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.1 Configuración eléctrica de la instalación

Esta configuración de eléctrica se basa en una agrupación de paneles fotovoltaicos encargados de producir una energía que, tras ser procesada, será vertida a la Red Pública siguiendo el único rol de productor. Esta característica es la gran diferenciadora entre el autoconsumo con excedentes y la modalidad del presente proyecto, ya que el autoconsumo especifica que también se tendría función de consumidor.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la instalación cumple la configuración descrita en la Instrucción Técnica de Baja Tensión 40 "**Instalaciones generadoras de baja tensión**" como generador conectado directamente a la red sin instalación de consumo asociado.

3.2 Descripción de los equipos

En el siguiente apartado de la memoria, se pretende describir los diferentes equipos que componen la instalación, subdivididos en los apartados que a continuación se detallan.

3.2.1 Módulos fotovoltaicos

Estos elementos son los encargados de obtener la energía solar a través de la radiación. Estos paneles proporcionarán una potencia en corriente continua proporcional a la radiación que le incida sobre las células fotovoltaicas.

Los módulos fotovoltaicos que se pretenden instalar en presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- Se procurará que la relación Precio/Wp sea lo más baja posible
- Características eléctricas adecuadas: la tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico sean lo más similar posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de unos $\pm 3\%$ para grandes instalaciones y un $\pm 5\%$ para pequeñas.
- TONC lo más bajo posible.
- Facilidad de interconexión de módulos.
- Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte.

Las características se encuentran detalladas en el anexo VI: "**Mediciones y Fichas técnicas**", así como su compartamento en los diferentes meses del año en el anexo I: "**Estudio fotovoltaico**".

3.2.2 Inversores

Los inversores propuestos trabajan conectando por la entrada cadenas de módulos fotovoltaicos (corriente continua o DC), y por la salida una conexión a la red a través de un centro de transformación (ya trabajando en corriente alterna o AC). El centro de transformación, también llamado CT, sirve para adaptar la tensión de salida del inversor a la Red, permitiendo además, el aislamiento galvánico entre la parte DC y la AC. En el caso de que el inversor configure la onda de salida con las cualidades necesarias para verter a la red, el CT podrá ser sustituido por protecciones galvánicas entre la instalación y la Red Pública.

Los inversores que se pretenden instalar en el presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- Abarcar el rango de trabajo de la instalación a abastecer tanto en tensión como en potencia máxima deseada.
- Permitir la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, con lo cual se garantiza la seguridad de los operarios de la compañía distribuidora.
- Deberá actuar como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento.

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, se ha decidido emplear 1 inversor/es con las características detalladas en el anexo VI "**Mediciones y Fichas técnicas**".

3.2.3 Monitorización

El sistema de monitorización implementado en el sistema solar fotovoltaico, vendrá equipado para la comunicación con una centralita que gestionará la instalación y la mostrará al usuario. Esta comunicación la realizará a través de un puerto de comunicación estándar (RS-485, RS-232, USB o similar) o bien mediante otro propietario que se encuentre correctamente normalizado y cumpla con las especificaciones básica de un puerto de comunicación homologado.

La información que este sistema debería de mostrar al usuario será al menos:

- Tensión y corriente de entrada.
- Radiación y temperatura en el campo fotovoltaico (en el caso que contemos con medidores).
- Energía total inyectada en la red.
- Estado del sistema.

3.2.4 Protecciones

La instalación ha de contar con los requerimientos que se exigen y están expuestos en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica al igual que el vigente Reglamento electrotécnico de baja tensión. Por ello, deberá de contar con los siguientes elementos de protección:

- Un **elemento de corte general** que proporcione un aislamiento para la protección de la salud y seguridad 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 a tierra.
- **Interruptor automático de la conexión**, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- **Protecciones** de la conexión máxima y mínima **frecuencia** (51 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 s y de mínima 3 s respectivamente) y máxima y mínima **tensión** (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la siguiente tabla que coincide con la Tabla 1 del RD 1699/2011.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo de actuación
Sobretensión-fase 1	$U_n + 10\%$	Máximo 1,5s
Sobretensión-fase 2	$U_n + 15\%$	Máximo 0,2s
Tensión mínima	$U_n - 15\%$	Máximo 1,5s
Frecuencia máxima	51 Hz	Máximo 0,5s
Frecuencia mínima	48 Hz	Mínimo 3s

- Desconector por tensión máxima homopolar siempre que $1kV < \text{tensión} < 36kV$

Estas protecciones irán sobre el interruptor general o sobre el interruptor del inversor.

Las protecciones deberán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones necesarias sobre el sistema de conmutación y sobre la integración en el equipo generador de las funciones de protección.

4 ANEXO I: ESTUDIO FOTOVOLTAICO

4.1 Producción energética esperada

Una vez especificado el tipo de instalación fotovoltaica elegida, se procede a un estudio del emplazamiento. Este análisis tiene en cuenta los valores de radiación solar dependientes de:

- La **situación**: San Cristóbal de La Laguna (28° 28' 52" Norte 16° 19' 30" Oeste)
- La **irradiación diaria dependiente de la fecha y la hora**. Como método de estudio se han utilizado para obtener los datos climáticos y su curva correspondiente, el sistema basado en "Localización geográfica de la instalación", el cual no deja de ser una simulación estimada del comportamiento al que más probablemente se enfrentase una instalación fotovoltaica en dicha ubicación.
- Estudio de sombras, inclinación y orientación de los paneles (Ver "**Anexo II: Pérdidas por sombreado, orientación e inclinación**").

Ya llegados a la configuración final de la instalación, se procede a hacer una previsión de producción fotovoltaica ya teniendo en cuenta todos los parámetros descritos.

A continuación, se muestra una tabla con comparativas de producción mensuales. Se puede destacar que el mes de mayor producción será Mayo con 5.143,71 kWh. Sin embargo, el valor disminuye un 47,40 % en Diciembre, siendo éste el mes más desfavorable en producción energética con 2.705,53 kWh.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2.923,15	3.230,42	4.362,73	4.774,28	5.143,71	4.982,79	5.090,14	4.920,48	4.350,40	3.778,43	2.954,39	2.705,53

Además, cabe destacar que la producción energética estimada tiene una media diaria de 134,84 kWh siendo la producción variable a lo largo del año, dependiendo de la trayectoria solar, sombras, etc.

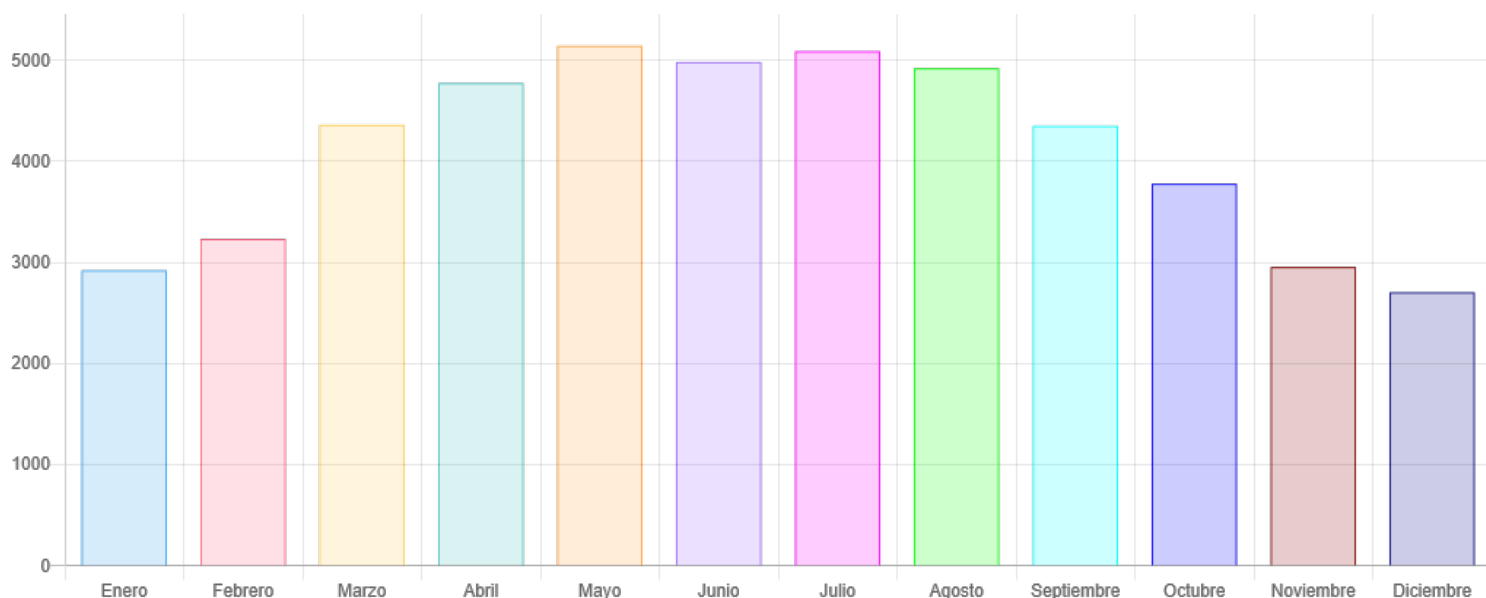
La siguiente tabla resumen, muestra la producción neta del sistema para cada día del año:

4.1.1 Sistema: RED [1]

Día:	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	87,77	103,89	128,22	152,44	164,21	166,72	165,42	162,33	153,38	134,32	108,56	89,93
2	88,01	104,64	129,11	153,02	164,41	166,70	165,36	162,18	152,91	133,55	107,51	89,57
3	88,28	105,42	130,01	153,60	164,61	166,67	165,31	162,01	152,44	132,74	106,72	89,23
4	88,56	106,20	130,90	154,17	164,78	166,64	165,24	161,83	151,95	131,93	105,95	88,90
5	88,88	107,01	131,74	154,73	164,95	166,61	165,18	161,66	151,44	131,14	105,19	88,59
6	89,20	107,81	132,63	155,26	165,11	166,58	165,12	161,47	150,92	130,26	104,44	88,30
7	89,55	108,63	133,50	155,78	165,26	166,54	165,06	161,27	150,42	129,44	103,71	88,03
8	89,91	109,47	134,43	156,30	165,39	166,49	164,99	161,07	149,88	128,61	102,98	87,78
9	90,29	110,58	135,29	156,81	165,51	166,45	164,92	160,84	149,33	127,81	102,27	87,55
10	90,69	111,43	136,14	157,30	165,65	166,41	164,85	160,62	148,77	126,98	101,57	87,34
11	91,27	112,27	137,00	157,77	165,76	166,36	164,78	160,39	148,20	126,14	100,88	87,13
12	91,71	113,13	137,83	158,22	165,86	166,32	164,70	160,13	147,62	125,29	100,21	86,96
13	92,17	113,99	138,65	158,65	165,95	166,27	164,62	159,88	147,02	124,45	99,54	86,80
14	92,65	114,86	139,48	159,07	166,04	166,22	164,53	159,62	146,42	123,58	98,89	86,66
15	93,15	115,73	140,29	159,49	166,12	166,16	164,44	159,34	145,80	122,74	98,28	86,55
16	93,66	116,60	141,09	159,90	166,20	166,10	164,36	159,06	145,17	121,89	97,66	86,46
17	94,18	117,45	141,88	160,28	166,28	166,05	164,26	158,78	144,55	121,04	97,04	86,39
18	94,71	118,35	142,66	160,66	166,34	166,00	164,16	158,49	143,90	120,18	96,43	86,34
19	95,28	119,22	143,44	161,03	166,38	165,95	164,05	158,20	143,25	119,34	95,85	86,31
20	95,87	120,12	144,20	161,38	166,44	165,89	163,94	157,87	142,62	118,46	95,29	86,29
21	96,46	121,01	144,94	161,72	166,48	165,84	163,84	157,54	141,70	117,62	94,74	86,30
22	97,07	121,95	145,67	161,86	166,52	165,78	163,72	157,36	141,02	116,77	94,20	86,34
23	97,70	122,85	146,64	162,17	166,55	165,72	163,59	157,00	140,31	115,95	93,68	86,39
24	98,37	123,76	147,30	162,47	166,57	165,66	163,47	156,63	139,59	115,11	93,19	86,46
25	99,04	124,66	147,98	162,74	166,59	165,60	163,33	156,24	138,87	114,31	92,71	86,55
26	99,71	125,57	148,65	163,00	166,61	165,54	163,20	155,84	138,11	113,50	92,25	86,66
27	100,37	126,46	149,32	163,25	166,62	165,47	163,05	155,43	137,36	112,68	91,80	86,80
28	101,07	127,38	149,97	163,49	166,64	165,41	162,90	155,01	136,60	111,86	91,37	86,94
29	101,79	0,00	150,63	163,74	166,63	165,35	162,73	154,57	135,82	111,05	90,95	87,12
30	102,52	0,00	151,26	163,97	166,62	165,29	162,57	154,14	135,04	110,25	90,55	87,31
31	103,26	0,00	151,88	0,00	166,62	0,00	162,40	153,69	0,00	109,45	0,00	87,54
Total:	2.923,15	3.230,42	4.362,73	4.774,28	5.143,71	4.982,79	5.090,14	4.920,48	4.350,40	3.778,43	2.954,39	2.705,53

Producción energética mensual total

kWh



Al tratarse de una planta productora, esta previsión será igual a la cantidad de potencia vertida a la Red Pública. A cambio, la compañía distribuidora ha llegado a un acuerdo con el proyectista y dueño de la instalación para que este último obtenga una compensación económica dependiente de los kWh vertidos.

5 ANEXO II: PÉRDIDAS POR SOMBREADO, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del IDAE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el IDAE.

Además de dicha comprobación, nos servirá para un estudio y optimización de la colocación de los paneles fotovoltaicos al tener en cuenta:

- Ubicación del edificio.
- Orientación e inclinación de los paneles.
- Instalación respecto de los elementos arquitectónicos: General.

5.1 Estudio de sombras

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método descrito en el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

La superficie de cada captador solar se divide en 60 elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geométricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

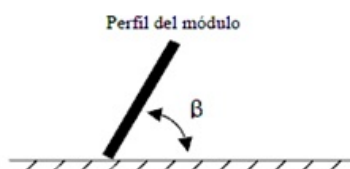
Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

El estudio de **la trayectoria solar** permite ver en un único gráfico la trayectoria del Sol dependiendo de la latitud y longitud en la que nos encontremos, del acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y de la elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). De esta forma, se puede representar los momentos concretos anuales en los que la superficie receptora del panel no le incidiese la luz solar directa debido a la interposición de algún obstáculo arquitectónico o inclusive otros paneles.

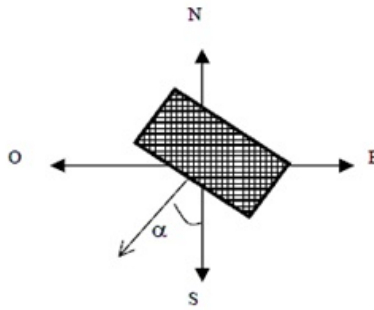
5.2 Pérdidas por Orientación e inclinación

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de los dos parámetros siguientes:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal.



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90° para orientados al este y $+90^\circ$ al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

$$Pérdida(\%)=100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$Pérdida(\%)=100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ > \beta$$

Considerando la ubicación del proyecto, se ha llegado a la conclusión que el ángulo de inclinación medio a considerar es de $15,00^\circ$, obteniéndose por tanto, unas pérdidas de orientación e inclinación media de 4,63%. Además, cabe destacar que este valor será constante para todos los paneles que presenten las mismas condiciones de ubicación, orientación e inclinación.

5.3 Resultados obtenidos

Por consiguiente, a través del criterio utilizado, y en comparación con los límites establecidos en el IDAE para una disposición de los paneles en modo "General" se han obtenido los siguientes resultados:

PÉRDIDAS PARA PANELES EN DISPOSICIÓN: GENERAL								
Orientación e inclinación (O)			Sombras (S)			Combinado (S+O)		
Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido
10,00%	4,63%	4,63%	10,00%	3,29%	8,49%	15,00%	7,92%	13,12%

Por ello, se puede comprobar que SÍ se adapta a lo establecido en el IDAE ya que de los valores obtenidos se encuentran TODOS DENTRO de los límites fijados.

A continuación, se muestran los resultados para cada panel de la instalación:

Panel	Inclinación	Orientación norte	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [40]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,00 %	6,62 %
PFV [50]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [69]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,28 %	5,91 %
PFV [79]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,92 %	11,55 %
PFV [16]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,99 %	6,62 %
PFV [26]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,87 %
PFV [45]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,26 %	5,89 %
PFV [55]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,94 %	6,57 %
PFV [65]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,83 %	10,46 %
PFV [75]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,08 %	5,71 %
PFV [21]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [31]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,02 %	6,65 %
PFV [41]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,13 %	10,76 %
PFV [51]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [61]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,43 %	7,06 %
PFV [72]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,49 %	13,12 %
PFV [80]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,84 %	10,47 %
PFV [17]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,40 %	11,03 %
PFV [27]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [37]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [48]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,09 %	12,72 %
PFV [56]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [66]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,76 %	10,39 %
PFV [76]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,07 %	6,70 %
PFV [13]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [24]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,77 %	12,40 %
PFV [32]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [42]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,06 %	10,68 %
PFV [52]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,96 %	6,59 %
PFV [62]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,28 %	5,90 %
PFV [81]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,03 %	10,65 %
PFV [18]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,39 %	11,02 %
PFV [28]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,04 %	6,67 %
PFV [38]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [12]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,66 %	12,29 %
PFV [57]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,27 %	5,90 %
PFV [67]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,91 %	6,53 %
PFV [77]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,89 %	10,51 %
PFV [14]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,17 %	5,80 %
PFV [33]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [43]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,98 %	6,60 %
PFV [53]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,99 %	10,61 %
PFV [63]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [73]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,55 %	7,18 %
PFV [19]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,05 %	6,68 %
PFV [29]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,30 %	10,92 %
PFV [39]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [49]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,39 %	7,02 %
PFV [60]	15,00°	134,21°	4,63 %	8,28 %	12,90 %
PFV [68]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [15]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,80 %	5,42 %
PFV [25]	15,00°	134,21°	4,63 %	2,34 %	6,96 %
PFV [36]	15,00°	134,21°	4,63 %	7,90 %	12,52 %
PFV [44]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [54]	15,00°	134,21°	4,63 %	5,91 %	10,54 %
PFV [64]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,92 %	6,55 %
PFV [74]	15,00°	134,21°	4,63 %	1,45 %	6,07 %
PFV [20]	15,00°	134,21°	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [30]	15,00°	134,21°	4,63 %	6,21 %	10,84 %

6 ANEXO III: CÁLCULO ELÉCTRICO

6.1 Objeto

En el presente anexo, se detallarán los datos técnicos a nivel eléctrico para la realización de la instalación eléctrica existente, mediante una instalación de generación fotovoltaica. Los principales objetivos de este anexo serán el cálculo justificativo eléctrico y su comprobación a nivel legislativo. A nivel genérico, el reglamento a cumplir será el REBT (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

6.2 Cálculo de la configuración del sistema

A continuación, se realiza el dimensionado del generador fotovoltaico. Para ello, se empezará indicando la potencia pico de la instalación en cuestión, siendo ésta calculada de la siguiente forma:

$$P_{\text{pico total}} = N^{\circ} \text{ paneles} \cdot P_{\text{nom panel}} = 31,86 \text{ kW}$$

Además, ha de cumplir una serie de características dependientes de las distribución de paneles y características internas de cada uno de los dispositivos.

Para no desperdiciar potencia, el inversor deberá poder llegar a convertir dicha potencia pico en alterna.

$$N^{\circ} \text{ paneles del inversor} P_{\text{nom panel}} < P_{\text{CC máx inversor}}$$

Otra de las comprobaciones necesarias, es el acoplamiento en tensión correcto entre cada inversor y las cadenas de módulos fotovoltaicos que lo alimenten. Cada cadena está formada por un número concreto de paneles en serie. Por ello, habrá que comprobar que

la tensión máxima a la que se someta el inversor no supere su tensión máxima de funcionamiento al igual que la tensión máxima de cada cadena no supere la tensión máxima soportada por los paneles fotovoltaicos. Análogamente, estos mismos cálculos servirán para el regulador de carga.

$$V_{DC \text{ máx inversor}} > N^{\circ} \text{ paneles/cadena} \cdot V_{OC \text{ panel}}$$
$$V_{Smáx \text{ panel}} > N^{\circ} \text{ paneles/cadena} \cdot V_{OC \text{ panel}}$$

La última de las condiciones necesarias a cumplir sería trabajar en niveles de corriente asumibles por el inversor. Para ello, se realiza el siguiente cálculo:

$$I_{DC \text{ máx inversor}} > N^{\circ} \text{ cadenas/inversor} \cdot I_{SC}$$

Por consiguiente, se han llegado a los resultados agrupados en la siguiente tabla en la que se muestran las cuatro comprobaciones citadas:

Definición		Potencia (kW)		Tensión máxima en DC (V)			Corriente máxima en DC (A)	
Referencia	Modelo	Calculado	Inversor	Calculado	Inversor	Paneles	Calculado	Inversor
INV [10-22,34,46,58,70,9]	SUN2000-40KTL-M3	31,86	40,00	489,61	1.100,00	1.000,00	13,33	26,00

6.3 Criterios de cálculo

6.3.1 Caídas de tensión límite y secciones mínimas

Conexiones entre	Δ V _{MÁX}	Sección
Panel fotovoltaico e inversor	1,50 %	4,00 mm ²
Inversor y red eléctrica	1,50 %	4,00 mm ²

6.3.2 Margen de seguridad en el dimensionado de conductores y materiales

Este criterio se utilizará para un dimensionamiento en la sección de los conductores teniendo en cuenta un sobredimensionamiento establecido con el fin de tener un margen de seguridad.

Margen de seguridad en conductores	
Conductores del campo de paneles	25,00 %
Conductores del campo de acumuladores	25,00 %
Conductores del campo de receptores	25,00 %

6.4 Dimensionado y cálculo del cableado

Una vez establecidos los límites criterios en el apartado anterior "Criterios de cálculo" , se dispone a hacer las comprobaciones pertinentes en tres situaciones diferentes. De éstas, se selecciona la sección de mayores dimensiones que se ha calculado. En otras palabras, se comprueba para cada tramo los tres calculos siendo prioritario el resultado obtenido en la hipótesis más desfavorable para cada caso:

1. Por caídas de tensión máxima.
Se ha tenido en cuenta:
 - Factores correctores en función de la temperatura. Teniendo en cuenta la ubicación de la instalación.
 - Resistividad del conductor.
 - Longitud de cada tramo a estudiar.
 - POR CONFIRMAR: Reactancia inductiva.
2. Según intensidades máximas para cada conductor según la Norma UNE-HD 60364-5-52: 2014.
En esta hipótesis, se trabaja con:
 - Factores correctores en función de la temperatura. Teniendo en cuenta la ubicación de la instalación.
 - Método de instalación.
 - Número de conductores.
 - Material del conductor y de su aislamiento.
3. Según secciones mínimas por tramos.
Se recurrirá a este caso si los otros dos métodos del cálculo de la sección den dimensiones menores a la sección mínima establecida.

En la tabla siguiente se muestran los principales datos obtenidos en los diferentes tramos:

Nombre	Tipo de tramo	Tipo de Instalación	Longitud (m)	Intensidad (A)	ΔV (%)	Seccl (mm ²)	SeccΔV (mm ²)	Secc (mm ²)
CAB [13-14]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [22-23]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	6,41	14,36	0,25	1,50	2,25	4,00
CAB [32-33]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [42-43]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [52-53]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [62-63]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [72-73]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [8-9]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,15	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [6-7]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,29	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [18-19]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [28-29]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [38-39]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [48-49]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [59-60]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,28	14,36	0,08	1,50	4,13	6,00
CAB [67-68]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [77-78]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,09	1,50	5,28	6,00
CAB [14-15]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [24-25]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [35-36]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,22	14,36	0,12	1,50	2,87	4,00
CAB [43-44]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [53-54]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	3,49	4,00
CAB [63-64]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [73-74]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [7-8]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	1,52	46,93	0,02	16,00	28,77	35,00
CAB [3-4]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [11-12]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,38	14,36	0,13	1,50	1,64	4,00
CAB [19-20]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [29-30]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	2,25	4,00
CAB [39-40]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [1-2]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	46,93	0,00	16,00	28,77	35,00
CAB [49-50]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [58-59]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	24,61	14,36	0,64	1,50	4,13	6,00
CAB [68-69]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [78-79]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [15-16]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [25-26]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [34-35]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	12,46	14,36	0,48	1,50	2,87	4,00
CAB [44-45]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [54-55]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [64-65]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [74-75]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [2-3]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	92,40	46,93	1,20	16,00	28,77	35,00
CAB [10-11]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	0,35	14,36	0,01	1,50	1,64	4,00
CAB [20-21]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [30-31]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [40-41]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [50-51]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [60-61]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [71-72]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,20	14,36	0,09	1,50	5,28	6,00
CAB [79-80]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [16-17]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [26-27]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [36-37]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [47-48]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,14	14,36	0,12	1,50	3,49	4,00
CAB [55-56]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [65-66]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,08	1,50	4,13	6,00
CAB [75-76]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [12-13]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	1,64	4,00
CAB [23-24]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,30	14,36	0,13	1,50	2,25	4,00
CAB [31-32]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [41-42]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	2,87	4,00
CAB [51-52]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [61-62]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [70-71]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	30,66	14,36	0,88	1,50	5,28	6,00
CAB [80-81]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00
CAB [17-18]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,03	14,36	0,12	1,50	1,64	4,00
CAB [27-28]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,25	4,00
CAB [37-38]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	2,87	4,00
CAB [46-47]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	18,51	14,36	0,72	1,50	3,49	4,00
CAB [56-57]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,04	1,50	3,49	4,00
CAB [66-67]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	4,13	6,00
CAB [76-77]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,03	1,50	5,28	6,00

7 ANEXO IV: ESTRUCTURAS SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS

7.1 Conceptos generales:

La estructura soporte, asegura el anclaje del generador solar y proporciona la orientación y el ángulo de inclinación idóneo para el mejor aprovechamiento de la radiación, siendo los encargados de hacer a los módulos y paneles fotovoltaicos resistentes a la acción ejercida por el elementos atmosféricos.

$$P = F / S = 0,11 \cdot V^2$$

Dónde:

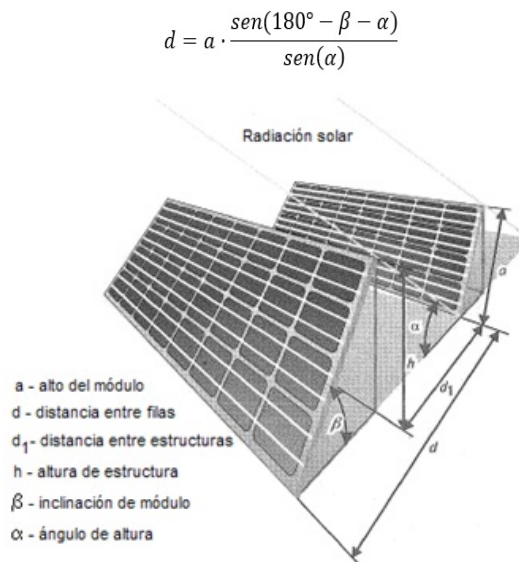
- F: Fuerza del viento en Kp
- V: Velocidad del viento en m/s
- S: Superficie receptora en m²
- P: Presión del viento en Kp/m²

Respecto a la orientación que han de tener los paneles ha de ser hacia el sur (cuando nos encontremos en el hemisferio Norte) y hacia el norte (cuando nos encontremos en el hemisferio Sur), ya que es la única posición donde aprovechamos, de una forma total, la radiación emitida por el sol a lo largo del día. Solo en situaciones muy especiales, como la existencia de obstáculos que impida aprovechar la radiación directa del sol, podremos desplazar la orientación hacia el poniente o el levante. Es importante reseñar que la ganancia no será muy elevada en lo que respecta a potencial eléctrico, ya que el amanecer y el atardecer son los periodos del día que menos intensidad solar tienen.

A menudo es necesario conjuntar los módulos en filas de paneles y por tanto es posible que las filas produzcan sombra entre estas en función de la posición del sol y la posición y su distancia. La posibilidad en verano es menor ya que el recorrido del sol es más elevado y por tanto la sombra es más pequeña.

7.1.1 Cálculo según el método general

La distancia mínima entre fila y fila depende del alto de los módulos así como de la inclinación de estos (según el ángulo β) y el ángulo de la altura solar (según el ángulo α) mínimo en el lugar de la instalación.



El resto de valores característicos, los podremos obtener mediante las expresiones siguientes:

$$h = a \cdot \sin(\alpha)$$

y

$$d_1 = d - a \cdot \cos(\alpha)$$

La distancia d_1 , media sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d_1 será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d_1 = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{Latitud})}$$

Donde la inversa de $\tan(61^\circ - \text{Latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k.

8 ANEXO V: CÁLCULO DE POTENCIA MÍNIMA SEGÚN DB-HE5

La potencia eléctrica que establece el CTE en su apartado HE5 y referente a la determinación de la potencia mínima, tiene carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

8.1 Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:

« a) edificios de nueva construcción cuando superaran los 1.000 m² construidos »

« b) ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en mas de 1.000 m². »

« c) edificios existentes que se reformen integralmente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se supere los 1000 m² de superficie construida; »

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

8.2 Caracterización de la exigencia

Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

8.3 Cuantificación de la exigencia

La potencia a instalar mínima P_{MIN} será la menor de las resultantes de estas dos expresiones:

$$P_1 = F_{pr,el} \times S$$

$$P_2 = 0,1 \times (0,5 \times S_C - S_{OC})$$

donde,

P_{MIN} potencia instalar [kW]

$F_{pr,el}$ factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m²]

S , superficie construida del edificio [m²]

S_C , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m²]

S_{OC} , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m²]

En aquellos edificios en los que, por razones urbanísticas o arquitectónicas o porque se trate de edificios protegidos oficialmente, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determina los elementos inalterables, no se pueda alcanzar la potencia a instalar mínima, se deberá justificar esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas, y se adoptará la solución que alcance la máxima potencia instalada posible.

8.4 Resultados obtenidos

A la vista de los resultados obtenidos, podemos concluir que la instalación respecto a Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica según CTE-HE5 la potencia propuesta Sí se adapta a los mínimos requeridos ya que:

$$P_{instalada} (31,86 \text{ kW}) > P_{min \text{ requerida}} (6,93 \text{ kW})$$

9 ANEXO VI: MEDICIONES Y FICHAS TÉCNICAS

En el presente anexo, se hace referencia a los elementos necesarios en dicha instalación fotovoltaica. De esta forma se podrá cuantificar la cantidad de elementos necesarios y las principales características de los más representativos.

HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

1 ANTECEDENTES

La presente memoria comprende el diseño y cálculo de las instalaciones fotovoltaica para una edificación destinada a uso Docente, situado en , .

1.1 Objeto

El Objeto de la presente memoria es la justificación de la exigencia básica HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, regulada por el Código Técnico de la Edificación que establece que:

« En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial. »

1.2 Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:

« a) edificios de nueva construcción cuando superaran los 1.000 m² construidos »

« b) ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en mas de 1.000 m². »

« c) edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se supere los 1000 m² de superficie construida; »

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

1.3 Caracterización de la exigencia

Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

1.4 Cuantificación de la exigencia

La potencia a mínima instalar P_{MIN} será la menor de las resultantes de estas dos expresiones:

$$P_1 = F_{pr,el} \times S$$

$$P_2 = 0,1 \times (0,5 \times S_C - S_{OC})$$

donde,

P_{MIN} potencia instalar [kW]

$F_{pr,el}$ factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m²]

S , superficie construida del edificio [m²]

S_C , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m²]

S_{OC} , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m²]

En aquellos edificios en los que, por razones urbanísticas o arquitectónicas o porque se trate de edificios protegidos oficialmente, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determina los elementos inalterables, no se pueda alcanzar la potencia a instalar mínima, se deberá justificar esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas, y se adoptará la solución que alcance la máxima potencia instalada posible.

1.5 Normativa

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

2 ANEXO I: CÁLCULO DE POTENCIA

La potencia eléctrica que establece el CTE en su apartado HE5 y referente a la determinación de la potencia mínima, tiene carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

La potencia a mínima instalar P_{MIN} se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$P_1 = F_{pr,el} \times S = 18,57 \text{ [kW]}$$

$$P_2 = 0,01 \times (0,5 \times S_C - S_{OC}) = 6,93 \text{ [kW]}$$

de modo que la potencia $P_{MIN} = 6,93 \text{ [kW]}$

2.1 Conclusión.

«A la vista de los resultados obtenidos, podemos concluir que la instalación respecto a Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica según CTE-HE5: **CUMPLE ya que Potencia instalada: 31,86 kW >= Potencia mínima: 6,93 kW**»

3 ANEXO II: PÉRDIDAS POR SOMBREADO, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del CTE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios,... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el CTE

3.1 Pérdidas por Sombreado

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método gráfico descrito en el apartado 3.4 del HE5.

La superficie de cada captador solar se divide en N elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geoméricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

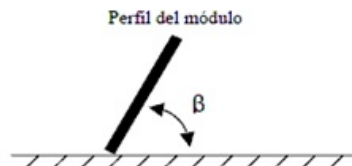
Conclusión.

«Siguiendo este criterio se obtienen unas pérdidas de radiación solar por sombreado medio del sistema de 3,29% con un máximo de 8,49% (ver tabla de resultados).»

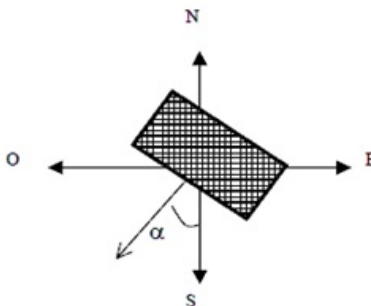
3.2 Pérdidas por Orientación e inclinación

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



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90° para orientados al este y +90° al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

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

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

Estos valores límites se muestran en la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	50%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

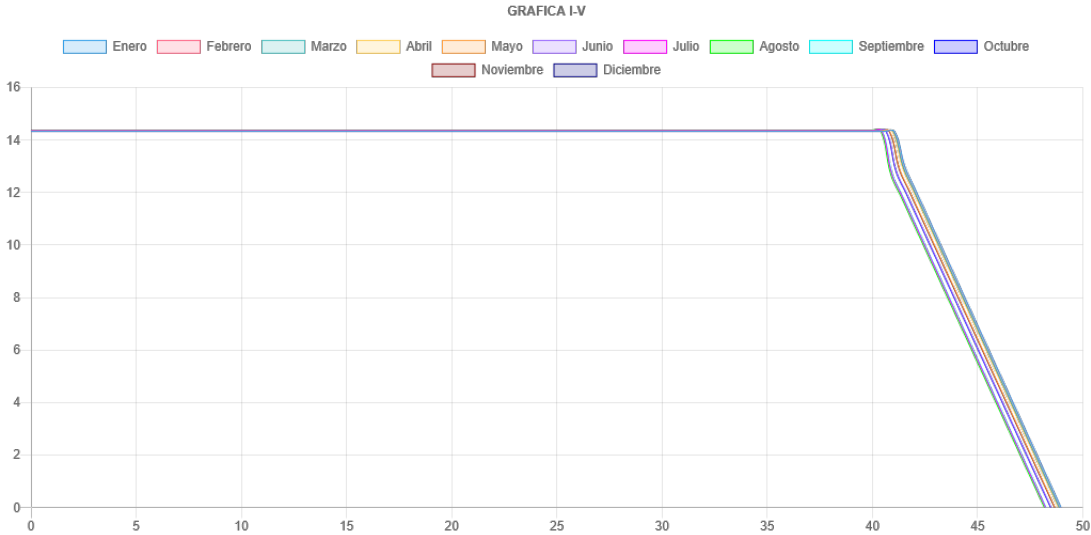
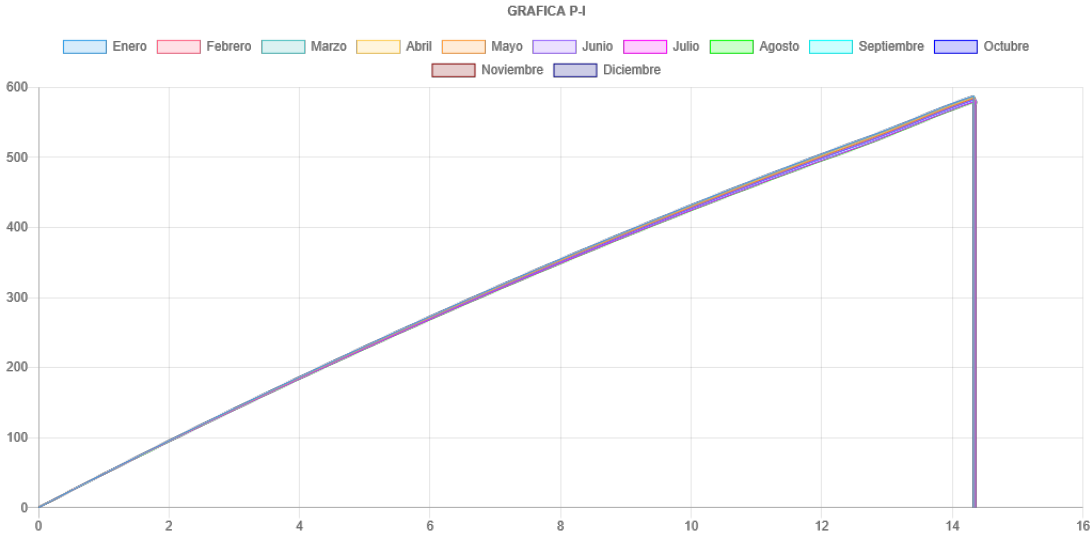
0.1 Tabla de resultados de pérdidas en paneles.

El resultado para capa panel de la instalación es:

Panel	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [12]	4,63 %	7,66 %	12,29 %
PFV [13]	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [14]	4,63 %	1,17 %	5,80 %
PFV [15]	4,63 %	0,80 %	5,42 %
PFV [16]	4,63 %	1,99 %	6,62 %
PFV [17]	4,63 %	6,40 %	11,03 %
PFV [18]	4,63 %	6,39 %	11,02 %
PFV [19]	4,63 %	2,05 %	6,68 %
PFV [20]	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [21]	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [24]	4,63 %	7,77 %	12,40 %
PFV [25]	4,63 %	2,34 %	6,96 %
PFV [26]	4,63 %	1,25 %	5,87 %
PFV [27]	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [28]	4,63 %	2,04 %	6,67 %
PFV [29]	4,63 %	6,30 %	10,92 %
PFV [30]	4,63 %	6,21 %	10,84 %
PFV [31]	4,63 %	2,02 %	6,65 %
PFV [32]	4,63 %	0,90 %	5,52 %
PFV [33]	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [36]	4,63 %	7,90 %	12,52 %
PFV [37]	4,63 %	2,34 %	6,97 %
PFV [38]	4,63 %	1,25 %	5,88 %
PFV [39]	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [40]	4,63 %	2,00 %	6,62 %
PFV [41]	4,63 %	6,13 %	10,76 %
PFV [42]	4,63 %	6,06 %	10,68 %
PFV [43]	4,63 %	1,98 %	6,60 %
PFV [44]	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [45]	4,63 %	1,26 %	5,89 %
PFV [48]	4,63 %	8,09 %	12,72 %
PFV [49]	4,63 %	2,39 %	7,02 %
PFV [50]	4,63 %	1,27 %	5,89 %
PFV [51]	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [52]	4,63 %	1,96 %	6,59 %
PFV [53]	4,63 %	5,99 %	10,61 %
PFV [54]	4,63 %	5,91 %	10,54 %
PFV [55]	4,63 %	1,94 %	6,57 %
PFV [56]	4,63 %	0,90 %	5,53 %
PFV [57]	4,63 %	1,27 %	5,90 %
PFV [60]	4,63 %	8,28 %	12,90 %
PFV [61]	4,63 %	2,43 %	7,06 %
PFV [62]	4,63 %	1,28 %	5,90 %
PFV [63]	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [64]	4,63 %	1,92 %	6,55 %
PFV [65]	4,63 %	5,83 %	10,46 %
PFV [66]	4,63 %	5,76 %	10,39 %
PFV [67]	4,63 %	1,91 %	6,53 %
PFV [68]	4,63 %	0,91 %	5,53 %
PFV [69]	4,63 %	1,28 %	5,91 %
PFV [72]	4,63 %	8,49 %	13,12 %
PFV [73]	4,63 %	2,55 %	7,18 %
PFV [74]	4,63 %	1,45 %	6,07 %
PFV [75]	4,63 %	1,08 %	5,71 %
PFV [76]	4,63 %	2,07 %	6,70 %
PFV [77]	4,63 %	5,89 %	10,51 %
PFV [79]	4,63 %	6,92 %	11,55 %
PFV [80]	4,63 %	5,84 %	10,47 %
PFV [81]	4,63 %	6,03 %	10,65 %

Modelo	Longi LR5-66HTH-540M		
Fabricante	Longi		
Características STC			
Tensión máxima del sistema [Vsmax]	1.000,00 V		
Potencia máxima [Pmpm]	540,00 W		
Tensión en máxima potencia [Vmpm]	40,35 V		
Corriente en máxima potencia [Impm]	13,33 A		
Tensión a circuito abierto [Voc]	48,18 V		
Corriente en cortocircuito [Isc]	14,36 A		
Respuesta térmica			
Coefficiente de Tª de Voc	-110,81 mV/°C		
Coefficiente de Tª de Isc	5,45 mA/°C		
Coefficiente de Tª a Pmpm	-1.566,00 mW/°C		
Redución eficacia [1000 a 200W/m²]	0,00 %		
Célula fotoeléctrica			
Tecnología de la célula	Si Policristalino		
Nº de ramales paralelo	144,00		
Nº de células por ramal	1,00		
Dimensiones de la célula	0,00 mm²		

Dimensiones			
Longitud	Anchura	Profundidad	Peso
2.094,00 mm	1.134,00 mm	35,00 mm	26,00 kg



Producción mensual por paneles

Referencia:	Inclinación (°)	Orientación (°)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
PFV [12]	15,00	-179,65 ° (N)	24,80	32,15	51,50	65,74	78,80	79,95	80,01	71,10	54,57	40,08	26,26	21,62	626,56
PFV [13]	15,00	-179,65 ° (N)	26,39	34,68	56,10	71,82	86,70	87,99	88,06	77,94	59,52	43,45	28,02	22,93	683,60
PFV [14]	15,00	-179,65 ° (N)	26,57	35,00	57,02	72,77	88,31	89,71	89,82	79,02	60,46	44,01	28,21	23,10	694,01
PFV [15]	15,00	-179,65 ° (N)	26,62	34,80	56,98	72,91	87,67	89,49	89,33	78,77	60,70	43,70	28,23	23,13	692,33
PFV [16]	15,00	-179,65 ° (N)	26,45	34,69	56,15	72,42	87,17	88,49	88,56	78,46	59,85	43,38	28,12	22,93	686,66
PFV [17]	15,00	-179,65 ° (N)	25,77	33,64	54,89	70,25	84,75	86,41	86,28	76,05	58,39	42,21	27,31	22,41	668,35
PFV [18]	15,00	-179,65 ° (N)	23,75	31,04	50,19	64,19	77,22	78,71	78,55	69,46	53,32	38,83	25,20	20,64	611,12
PFV [21]	15,00	-179,65 ° (N)	20,80	30,69	50,98	65,10	77,95	78,90	79,01	70,44	54,02	39,26	22,94	17,31	607,41
PFV [22]	15,00	-179,65 ° (N)	21,75	33,04	55,91	71,60	86,37	87,59	87,69	77,69	59,35	42,64	24,17	17,89	665,69
PFV [23]	15,00	-179,65 ° (N)	21,74	33,28	56,96	72,73	88,28	89,64	89,78	78,99	60,43	43,22	24,17	17,73	676,96
PFV [24]	15,00	-179,65 ° (N)	21,53	33,06	56,96	72,91	87,74	89,55	89,40	78,80	60,70	42,92	24,00	17,53	675,11
PFV [25]	15,00	-179,65 ° (N)	21,30	32,83	56,20	72,54	87,19	88,55	88,59	78,54	59,96	42,57	23,76	17,41	669,43
PFV [26]	15,00	-179,65 ° (N)	21,03	31,85	55,09	70,47	85,05	86,74	86,62	76,30	58,59	41,52	23,32	17,27	653,85
PFV [27]	15,00	-179,65 ° (N)	19,87	29,81	50,71	64,79	78,17	79,63	79,56	70,18	53,85	38,58	21,95	16,54	603,65
TOTAL			328,37	460,55	765,64	980,24	1.181,37	1.201,36	1.201,26	1.061,73	813,73	586,36	355,65	278,46	9.214,73

Energía producida en el panel, indicada en kWh

Comportamiento y respuesta

Comportamiento y respuesta													
Modelo: Longi LR5-66HTH-540M	STC	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura (°C)	25,00	17,90	18,00	18,60	19,10	20,50	22,20	24,60	25,10	24,40	22,40	20,70	18,80
G (1000 W/m ²)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Potencia nominal [Pmpm]	540,00	551,12	550,96	550,02	549,24	547,05	544,38	540,63	539,84	540,94	544,07	546,73	549,71
Tensión en máxima potencia [Vm _{ppm}]	40,35	41,34	41,33	41,26	41,20	41,04	40,84	40,56	40,50	40,58	40,82	41,02	41,24
Corriente en máxima potencia [Im _{ppm}]	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
Tensión a circuito abierto [Voc]	48,18	48,97	48,96	48,89	48,83	48,68	48,49	48,22	48,17	48,25	48,47	48,66	48,87
Corriente en cortocircuito [Isc]	14,36	14,32	14,32	14,33	14,33	14,34	14,34	14,36	14,36	14,36	14,35	14,34	14,33

Pérdidas por sombreado, orientación e inclinación

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del IDAE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el IDAE.

Además de dicha comprobación, nos servirá para un estudio y optimización de la colocación de los paneles fotovoltaicos al tener en cuenta:

- Ubicación del edificio.
- Orientación e inclinación de los paneles.
- Instalación respecto de los elementos arquitectónicos: General.

0.1 Estudio de sombras

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método descrito en el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

La superficie de cada captador solar se divide en 60 elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geoméricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

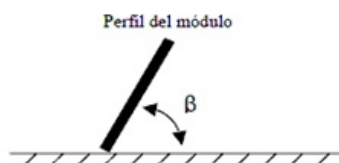
Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

El estudio de **la trayectoria solar** permite ver en un único gráfico la trayectoria del Sol dependiendo de la latitud y longitud en la que nos encontremos, del acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y de la elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). De esta forma, se puede representar los momentos concretos anuales en los que la superficie receptora del panel no le incidiese la luz solar directa debido a la interposición de algún obstáculo arquitectónico o inclusive otros paneles.

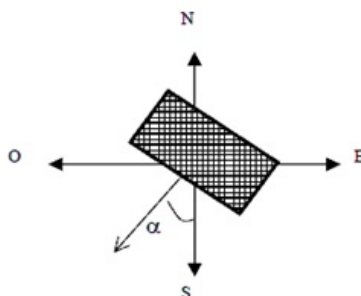
1 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de los dos parámetros siguientes:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal.



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90 para orientados al este y +90 al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

$$Pérdida(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$Pérdida(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ > \beta$$

Considerando la ubicación del proyecto, se ha llegado a la conclusión que el ángulo de inclinación medio a considerar es de 15,00°, obteniéndose por tanto, unas pérdidas de orientación e inclinación media de 23,28%. Además, cabe destacar que este valor será constante para todos los paneles que presenten las mismas condiciones de ubicación, orientación e inclinación.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

Por consiguiente, a través del criterio utilizado, y en comparación con los límites establecidos en el IDAE para una disposición de los paneles en modo "General" se han obtenido los siguientes resultados:

PÉRDIDAS PARA PANELES EN DISPOSICIÓN: GENERAL								
Orientación e inclinación (O)			Sombras (S)			Combinado (S+O)		
Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido
10,00%	23,28%	23,28%	10,00%	6,96%	14,68%	15,00%	30,24%	37,96%

Por ello, se puede comprobar que No se adapta a lo establecido en el IDAE ya que de los valores obtenidos se encuentran TODOS FUERA de los límites fijados.

A continuación, se muestran los resultados para cada panel de la instalación:

Panel	Inclinación	Orientación norte	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [12]	15,00°	359,65°	23,28 %	11,31 %	34,59 %
PFV [13]	15,00°	359,65°	23,28 %	3,31 %	26,59 %
PFV [14]	15,00°	359,65°	23,28 %	1,55 %	24,82 %
PFV [15]	15,00°	359,65°	23,28 %	1,73 %	25,01 %
PFV [16]	15,00°	359,65°	23,28 %	2,61 %	25,88 %
PFV [17]	15,00°	359,65°	23,28 %	5,37 %	28,65 %
PFV [18]	15,00°	359,65°	23,28 %	13,12 %	36,40 %
PFV [21]	15,00°	359,65°	23,28 %	14,40 %	37,68 %
PFV [22]	15,00°	359,65°	23,28 %	6,45 %	29,73 %
PFV [23]	15,00°	359,65°	23,28 %	4,59 %	27,87 %
PFV [24]	15,00°	359,65°	23,28 %	4,81 %	28,08 %
PFV [25]	15,00°	359,65°	23,28 %	5,65 %	28,93 %
PFV [26]	15,00°	359,65°	23,28 %	7,93 %	31,20 %
PFV [27]	15,00°	359,65°	23,28 %	14,68 %	37,96 %

General			
Modelo		SUN2000-10KTL-M1	
Fabricante		Huawei (Serie SUN2000 - red)	
Uso		Conexión a red	
Entrada CC			
Potencia de CC máxima		10.000,00 W	
Rango tensiones MPP (max y min)		980,00 V / 140,00 V	
Tensión de entrada máxima		1.100,00 V	
Rango corriente entrada (max y min)		16,70 A / 0,00 A	
Salida CA			
Potencia nominal de salida		10.000,00 W	
Potencia máxima de salida		10.000,00 W	
Tensión nominal de salida		400,00 V Trifase	
Rango corriente salida (max y min)		16,90 A / 0,00 A	
Factor de potencia		0,80	
Rendimiento		98,10 %	
Dimensiones			
Longitud	Anchura	Profundidad	Peso
470,00 mm	525,00 mm	147,00 mm	17,00 kg

Tabla resumen de string por inversor

RESUMEN DE STRING POR INVERSOR						
Inversor	Referencia	Nº Paneles	Modelo	Potencia (kWp)	Intensidad (A)	Longitud (m)
INV [10-19,9]	ST1.1	7	Longi LR5-66HTH-540M	3,78	13,33	10,532
INV [10-19,9]	ST2.1	7	Longi LR5-66HTH-540M	3,78	13,33	16,506

Producción mensual por string

Inversor:	String	Nº de paneles	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
INV [10-19,9]	ST1.1	7	180,35	235,99	382,83	490,10	590,62	600,75	600,61	530,80	406,81	295,65	191,34	156,78	4.662,62
INV [10-19,9]	ST2.1	7	148,02	224,56	382,81	490,14	590,76	600,61	600,65	530,93	406,92	290,71	164,31	121,68	4.552,10

Energía producida indicada en kWh

Tabla resumen de conductores

Nombre	Tipo de tramo	Tipo de Instalación	Longitud (m)	Intensidad (A)	ΔV (%)	Seccl (mm²)	SeccΔV (mm²)	Secc (mm²)
CAB [10-11]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	0,35	14,36	0,02	1,50	1,56	4,00
CAB [11-12]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,38	14,36	0,19	1,50	1,56	4,00
CAB [12-13]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [13-14]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [14-15]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [15-16]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [16-17]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [17-18]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [19-20]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	6,41	14,36	0,35	1,50	2,44	4,00
CAB [20-21]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,30	14,36	0,18	1,50	2,44	4,00
CAB [21-22]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [22-23]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [23-24]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [24-25]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [25-26]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [26-27]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [1-2]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [2-3]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	41,39	11,14	1,12	1,50	3,15	4,00
CAB [3-4]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [6-7]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,29	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [7-8]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	1,53	11,14	0,04	1,50	3,15	4,00
CAB [8-9]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,15	11,14	0,00	1,50	3,15	4,00

1 ANTECEDENTES

La presente memoria comprende el diseño y cálculo de la implementación de una instalación fotovoltaica conectada a la Red Eléctrica en un edificio destinado a Residencial público, situado en San Cristóbal de La Laguna (28° 28' 52" Norte 16° 19' 30" Oeste)

Los sistemas de producción conectados a la red eléctrica podemos decir que constituyen una de las aplicaciones que actualmente han experimentado una mayor expansión en el campo de las actividades fotovoltaica durante los últimos años. De hecho, el aumento y la extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permita, optimizar el diseño y funcionamiento tanto de productos como de instalaciones completas, lo que incluye el desarrollo de nuevos productos con los conocimientos adquiridos y, el poder evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

1.1 Objeto

El objeto de la presente memoria es la realización de una instalación fotovoltaica destinada a la comercialización en forma de productor energético. El código de Edificación HE5 que establece:

«La incorporación de sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red.»

Dicha instalación será configurada como productora de energía. En este caso, el usuario podrá ceder la energía producida a la Red dentro de los márgenes establecidos por la compañía distribuidora.

Con la presente instalación se conseguirá un beneficio económico contribuyendo a una disminución de emisiones contaminantes al medioambiente. Ya que, toda aquella energía que haya sido producida en dicha la instalación, pasará a poder considerarse procedente de fuentes de energías limpias.

1.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del presente proyecto, será el acogido en la categoría b.1.1 del RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

«Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.»

Además, cabe destacar su aplicación en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Éste establece los productores de energía como agentes conectados a red.

2 NORMATIVA

Las normativas y leyes de aplicación a la que se atiende para la realización del presente proyecto son las siguientes:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018 de 05/10/18, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 842/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Reglamentos de aplicación.
- Normas UNE de aplicación.

3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.1 Configuración eléctrica de la instalación

Esta configuración de eléctrica se basa en una agrupación de paneles fotovoltaicos encargados de producir una energía que, tras ser procesada, será vertida a la Red Pública siguiendo el único rol de productor. Esta característica es la gran diferenciadora entre el autoconsumo con excedentes y la modalidad del presente proyecto, ya que el autoconsumo especifica que también se tendría función de consumidor.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la instalación cumple la configuración descrita en la Instrucción Técnica de Baja Tensión 40 **"Instalaciones generadoras de baja tensión"** como generador conectado directamente a la red sin instalación de consumo asociado.

3.2 Descripción de los equipos

En el siguiente apartado de la memoria, se pretende describir los diferentes equipos que componen la instalación, subdivididos en los apartados que a continuación se detallan.

3.2.1 Módulos fotovoltaicos

Estos elementos son los encargados de obtener la energía solar a través de la radiación. Estos paneles proporcionarán una potencia en corriente continua proporcional a la radiación que le incida sobre las células fotovoltaicas.

Los módulos fotovoltaicos que se pretenden instalar en presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- Se procurará que la relación Precio/Wp sea lo más baja posible
- Características eléctricas adecuadas: la tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico sean lo más similar posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de unos $\pm 3\%$ para grandes instalaciones y un $\pm 5\%$ para pequeñas.
- TONC lo más bajo posible.
- Facilidad de interconexión de módulos.
- Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte.

Las características se encuentran detalladas en el anexo VI: "**Mediciones y Fichas técnicas**", así como su compartamento en los diferentes meses del año en el anexo I: "**Estudio fotovoltaico**".

3.2.2 Inversores

Los inversores propuestos trabajan conectando por la entrada cadenas de módulos fotovoltaicos (corriente continua o DC), y por la salida una conexión a la red a través de un centro de transformación (ya trabajando en corriente alterna o AC). El centro de transformación, también llamado CT, sirve para adaptar la tensión de salida del inversor a la Red, permitiendo además, el aislamiento galvánico entre la parte DC y la AC. En el caso de que el inversor configure la onda de salida con las cualidades necesarias para verter a la red, el CT podrá ser sustituido por protecciones galvánicas entre la instalación y la Red Pública.

Los inversores que se pretenden instalar en el presente proyecto deberán de cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- Abarcar el rango de trabajo de la instalación a abastecer tanto en tensión como en potencia máxima deseada.
- Permitir la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, con lo cual se garantiza la seguridad de los operarios de la compañía distribuidora.
- Deberá actuar como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento.

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, se ha decidido emplear 1 inversor/es con las características detalladas en el anexo VI "**Mediciones y Fichas técnicas**".

3.2.3 Monitorización

El sistema de monitorización implementado en el sistema solar fotovoltaico, vendrá equipado para la comunicación con una centralita que gestionará la instalación y la mostrará al usuario. Esta comunicación la realizará a través de un puerto de comunicación estándar (RS-485, RS-232, USB o similar) o bien mediante otro propietario que se encuentre correctamente normalizado y cumpla con las especificaciones básica de un puerto de comunicación homologado.

La información que este sistema debería de mostrar al usuario será al menos:

- Tensión y corriente de entrada.
- Radiación y temperatura en el campo fotovoltaico (en el caso que contemos con medidores).
- Energía total inyectada en la red.
- Estado del sistema.

3.2.4 Protecciones

La instalación ha de contar con los requerimientos que se exigen y están expuestos en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica al igual que el vigente Reglamento electrotécnico de baja tensión. Por ello, deberá de contar con los siguientes elementos de protección:

- Un **elemento de corte general** que proporcione un aislamiento para la protección de la salud y seguridad 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 a tierra.
- **Interruptor automático de la conexión**, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- **Protecciones** de la conexión máxima y mínima **frecuencia** (51 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 s y de mínima 3 s respectivamente) y máxima y mínima **tensión** (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la siguiente tabla que coincide con la Tabla 1 del RD 1699/2011.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo de actuación
Sobretensión-fase 1	$U_n + 10\%$	Máximo 1,5s
Sobretensión-fase 2	$U_n + 15\%$	Máximo 0,2s
Tensión mínima	$U_n - 15\%$	Máximo 1,5s
Frecuencia máxima	51 Hz	Máximo 0,5s
Frecuencia mínima	48 Hz	Mínimo 3s

- Desconector por tensión máxima homopolar siempre que $1kV < \text{tensión} < 36kV$

Estas protecciones irán sobre el interruptor general o sobre el interruptor del inversor.

Las protecciones deberán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones necesarias sobre el sistema de conmutación y sobre la integración en el equipo generador de las funciones de protección.

4 ANEXO I: ESTUDIO FOTOVOLTAICO

4.1 Producción energética esperada

Una vez especificado el tipo de instalación fotovoltaica elegida, se procede a un estudio del emplazamiento. Este análisis tiene en cuenta los valores de radiación solar dependientes de:

- La **situación**: San Cristóbal de La Laguna (28° 28' 52" Norte 16° 19' 30" Oeste)
- La **irradiación diaria dependiente de la fecha y la hora**. Como método de estudio se han utilizado para obtener los datos climáticos y su curva correspondiente, el sistema basado en "Localización geográfica de la instalación", el cual no deja de ser una simulación estimada del comportamiento al que más probablemente se enfrentase una instalación fotovoltaica en dicha ubicación.
- Estudio de sombras, inclinación y orientación de los paneles (Ver "**Anexo II: Pérdidas por sombreado, orientación e inclinación**").

Ya llegados a la configuración final de la instalación, se procede a hacer una previsión de producción fotovoltaica ya teniendo en cuenta todos los parámetros descritos.

A continuación, se muestra una tabla con comparativas de producción mensuales. Se puede destacar que el mes de mayor producción será Junio con 1.178,54 kWh. Sin embargo, el valor disminuye un 76,82 % en Diciembre, siendo éste el mes más desfavorable en producción energética con 273,16 kWh.

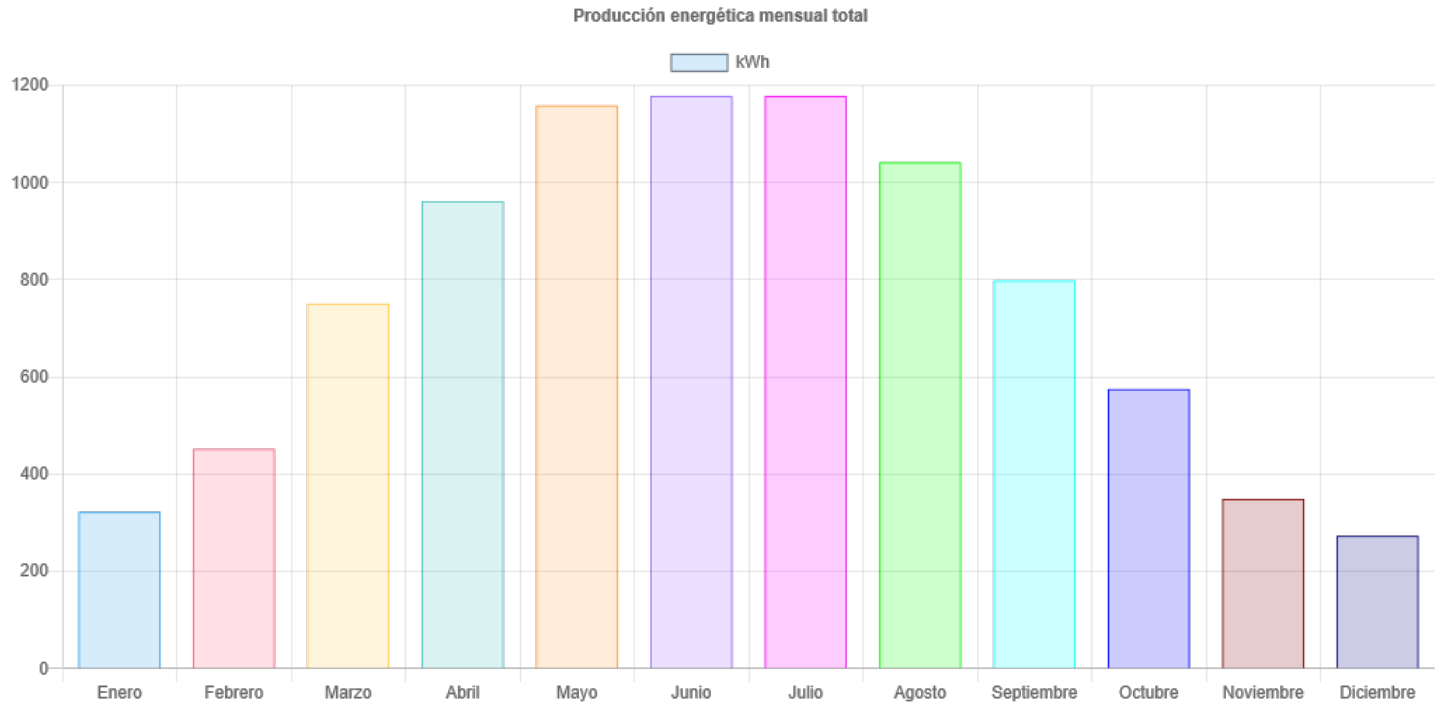
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
322,13	451,80	751,09	961,62	1.158,93	1.178,54	1.178,43	1.041,56	798,27	575,22	348,89	273,16

Además, cabe destacar que la producción energética estimada tiene una media diaria de 24,77 kWh siendo la producción variable a lo largo del año, dependiendo de la trayectoria solar, sombras, etc.

La siguiente tabla resumen, muestra la producción neta del sistema para cada día del año:

4.1.1 Sistema: RED [1]

Día:	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	8,88	12,83	20,07	28,58	35,35	38,95	39,16	36,27	30,25	22,56	14,34	9,45
2	8,94	13,03	20,35	28,84	35,52	39,00	39,11	36,13	30,01	22,29	14,12	9,39
3	9,00	13,24	20,63	29,10	35,69	39,04	39,06	35,99	29,77	22,02	13,90	9,30
4	9,06	13,46	20,90	29,35	35,85	39,09	39,01	35,83	29,53	21,76	13,67	9,22
5	9,13	13,67	21,18	29,61	36,01	39,14	38,96	35,68	29,29	21,49	13,46	9,15
6	9,20	13,90	21,46	29,86	36,17	39,18	38,90	35,51	29,04	21,22	13,24	9,08
7	9,28	14,13	21,73	30,10	36,33	39,23	38,83	35,35	28,80	20,96	13,04	9,01
8	9,37	14,36	22,01	30,36	36,48	39,26	38,77	35,18	28,55	20,69	12,84	8,95
9	9,46	14,60	22,29	30,60	36,63	39,29	38,69	35,01	28,30	20,42	12,64	8,89
10	9,52	14,84	22,57	30,85	36,78	39,32	38,62	34,84	28,06	20,16	12,44	8,84
11	9,62	15,10	22,85	31,10	36,91	39,35	38,55	34,67	27,81	19,89	12,25	8,79
12	9,72	15,36	23,14	31,33	37,04	39,37	38,48	34,49	27,55	19,63	12,07	8,75
13	9,83	15,63	23,42	31,57	37,17	39,38	38,40	34,30	27,30	19,36	11,89	8,71
14	9,94	15,89	23,70	31,80	37,29	39,40	38,32	34,12	27,04	19,10	11,71	8,68
15	10,06	16,16	23,97	32,04	37,42	39,42	38,24	33,92	26,79	18,82	11,54	8,65
16	10,18	16,43	24,25	32,27	37,54	39,42	38,16	33,73	26,52	18,55	11,37	8,63
17	10,30	16,72	24,52	32,50	37,66	39,43	38,07	33,54	26,26	18,29	11,21	8,61
18	10,44	17,01	24,79	32,73	37,76	39,42	37,97	33,34	26,00	18,03	11,05	8,59
19	10,58	17,29	25,07	32,94	37,86	39,42	37,88	33,13	25,74	17,76	10,90	8,58
20	10,72	17,57	25,35	33,16	37,97	39,41	37,76	32,92	25,48	17,48	10,75	8,58
21	10,87	17,84	25,63	33,38	38,06	39,40	37,64	32,71	25,21	17,22	10,60	8,58
22	11,03	18,13	25,90	33,59	38,17	39,39	37,54	32,50	24,95	16,95	10,47	8,58
23	11,19	18,41	26,18	33,80	38,25	39,37	37,41	32,28	24,69	16,69	10,33	8,59
24	11,35	18,69	26,45	34,00	38,35	39,35	37,30	32,06	24,41	16,41	10,21	8,60
25	11,52	18,96	26,72	34,21	38,45	39,33	37,18	31,84	24,15	16,13	10,08	8,62
26	11,70	19,24	26,99	34,41	38,53	39,30	37,06	31,62	23,89	15,86	9,97	8,64
27	11,88	19,52	27,26	34,60	38,60	39,27	36,94	31,39	23,62	15,60	9,86	8,67
28	12,06	19,80	27,53	34,79	38,68	39,24	36,81	31,15	23,36	15,35	9,75	8,70
29	12,24	0,00	27,80	34,98	38,74	39,20	36,67	30,92	23,09	15,10	9,64	8,74
30	12,44	0,00	28,07	35,16	38,80	39,15	36,53	30,69	22,83	14,85	9,55	8,78
31	12,64	0,00	28,33	0,00	38,86	0,00	36,39	30,45	0,00	14,60	0,00	8,82
Total:	322,13	451,80	751,09	961,62	1.158,93	1.178,54	1.178,43	1.041,56	798,27	575,22	348,89	273,16



Al tratarse de una planta productora, esta previsión será igual a la cantidad de potencia vertida a la Red Pública. A cambio, la compañía distribuidora ha llegado a un acuerdo con el proyectista y dueño de la instalación para que este último obtenga una compensación económica dependiente de los kWh vertidos.

5 ANEXO II: PÉRDIDAS POR SOMBREADO, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del IDAE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el IDAE.

Además de dicha comprobación, nos servirá para un estudio y optimización de la colocación de los paneles fotovoltaicos al tener en cuenta:

- Ubicación del edificio.
- Orientación e inclinación de los paneles.
- Instalación respecto de los elementos arquitectónicos: General.

5.1 Estudio de sombras

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método descrito en el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

La superficie de cada captador solar se divide en 60 elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geométricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

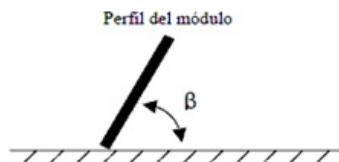
Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

El estudio de **la trayectoria solar** permite ver en un único gráfico la trayectoria del Sol dependiendo de la latitud y longitud en la que nos encontremos, del acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y de la elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). De esta forma, se puede representar los momentos concretos anuales en los que la superficie receptora del panel no le incidiese la luz solar directa debido a la interposición de algún obstáculo arquitectónico o inclusive otros paneles.

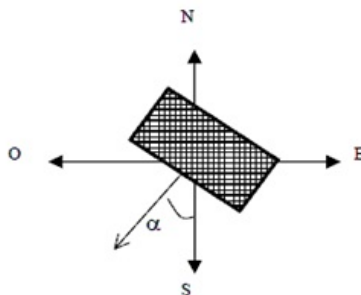
5.2 Pérdidas por Orientación e inclinación

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de los dos parámetros siguientes:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal.



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90 para orientados al este y +90 al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdida}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ > \beta$$

Considerando la ubicación del proyecto, se ha llegado a la conclusión que el ángulo de inclinación medio a considerar es de 15,00°, obteniéndose por tanto, unas pérdidas de orientación e inclinación media de 23,28%. Además, cabe destacar que este valor será constante para todos los paneles que presenten las mismas condiciones de ubicación, orientación e inclinación.

5.3 Resultados obtenidos

Por consiguiente, a través del criterio utilizado, y en comparación con los límites establecidos en el IDAE para una disposición de los paneles en modo "General" se han obtenido los siguientes resultados:

PÉRDIDAS PARA PANELES EN DISPOSICIÓN: GENERAL

Orientación e inclinación (O)								
Orientación e inclinación (O)			Sombras (S)			Combinado (S+O)		
Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido	Límite según IDAE	Valor obtenido medio	Máximo valor obtenido
10,00%	23,28%	23,28%	10,00%	6,96%	14,68%	15,00%	30,24%	37,96%

Por ello, se puede comprobar que NO se adapta a lo establecido en el IDAE ya que de los valores obtenidos se encuentran TODOS FUERA de los límites fijados.

A continuación, se muestran los resultados para cada panel de la instalación:

Panel	Inclinación	Orientación norte	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [15]	15,00°	359,65°	23,28 %	1,73 %	25,01 %
PFV [25]	15,00°	359,65°	23,28 %	5,65 %	28,93 %
PFV [16]	15,00°	359,65°	23,28 %	2,61 %	25,88 %
PFV [26]	15,00°	359,65°	23,28 %	7,93 %	31,20 %
PFV [22]	15,00°	359,65°	23,28 %	6,45 %	29,73 %
PFV [17]	15,00°	359,65°	23,28 %	5,37 %	28,65 %
PFV [27]	15,00°	359,65°	23,28 %	14,68 %	37,96 %
PFV [13]	15,00°	359,65°	23,28 %	3,31 %	26,59 %
PFV [23]	15,00°	359,65°	23,28 %	4,59 %	27,87 %
PFV [18]	15,00°	359,65°	23,28 %	13,12 %	36,40 %
PFV [12]	15,00°	359,65°	23,28 %	11,31 %	34,59 %
PFV [14]	15,00°	359,65°	23,28 %	1,55 %	24,82 %
PFV [24]	15,00°	359,65°	23,28 %	4,81 %	28,08 %
PFV [21]	15,00°	359,65°	23,28 %	14,40 %	37,68 %

6 ANEXO III: CÁLCULO ELÉCTRICO

6.1 Objeto

En el presente anexo, se detallarán los datos técnicos a nivel eléctrico para la realización de la instalación eléctrica existente, mediante una instalación de generación fotovoltaica. Los principales objetivos de este anexo serán el cálculo justificativo eléctrico y su comprobación a nivel legislativo. A nivel genérico, el reglamento a cumplir será el REBT (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

6.2 Cálculo de la configuración del sistema

A continuación, se realiza el dimensionado del generador fotovoltaico. Para ello, se empezará indicando la potencia pico de la instalación en cuestión, siendo ésta calculada de la siguiente forma:

$$P_{pico\ total} = N^{\circ}_{paneles} \cdot P_{nom\ panel} = 7,56\ kW$$

Además, ha de cumplir una serie de características dependientes de las distribución de paneles y caracterísiticas internas de cada uno de los dispositivos.

Para no desperdiciar potencia, el inversor deberá poder llegar a convertir dicha potencia pico en alterna.

$$N^{\circ}_{paneles\ del\ inversor} \cdot P_{nom\ panel} < P_{CC\ máx\ inversor}$$

Otra de las comprobaciones necesarias, es el acoplamiento en tensión correcto entre cada inversor y las cadenas de módulos fotovoltaicos que lo alimenten. Cada cadena está formada por un número concreto de paneles en serie. Por ello, habrá que comprobar que la tensión máxima a la que se someta el inversor no supere su tensión máxima de funcionamiento al igual que la tensión máxima de cada cadena no supere la tensión máxima soportada por los paneles fotovoltaicos. Análogamente, estos mismos cálculos servirán para el regulador de carga.

$$V_{DC\ máx\ inversor} > N^{\circ}_{paneles/cadena} \cdot V_{OC\ panel}$$

$$V_{Smáx\ panel} > N^{\circ}_{paneles/cadena} \cdot V_{OC\ panel}$$

La última de las condiciones necesarias a cumplir sería trabajar en niveles de corriente asumibles por el inversor. Para ello, se realiza el siguiente cálculo:

$$I_{DC\ máx\ inversor} > N^{\circ}_{cadenas/inversor} \cdot I_{SC}$$

Por consiguiente, se han llegado a los resultados agrupados en la siguiente tabla en la que se muestran las cuatro comprobaciones citadas:

Definición		Potencia (kW)		Tensión máxima en DC (V)			Corriente máxima en DC (A)	
Referencia	Modelo	Calculado	Inversor	Calculado	Inversor	Paneles	Calculado	Inversor
INV [10-19,9]	SUN2000-10KTL-M1	7,56	10,00	342,73	1.100,00	1.000,00	13,33	16,70

6.3 Criterios de cálculo

6.3.1 Caídas de tensión límite y secciones mínimas

Conexiones entre	Δ V _{MÁX}	Sección
Panel fotovoltaico e inversor	1,50 %	4,00 mm ²
Inversor y red eléctrica	1,50 %	4,00 mm ²

6.3.2 Margen de seguridad en el dimensionado de conductores y materiales

Este criterio se utilizará para un dimensionamiento en la sección de los conductores teniendo en cuenta un sobredimensionamiento establecido con el fin de tener un margen de seguridad.

Margen de seguridad en conductores	
Conductores del campo de paneles	25,00 %
Conductores del campo de acumuladores	25,00 %
Conductores del campo de receptores	25,00 %

6.4 Dimensionado y cálculo del cableado

Una vez establecidos los límites criterios en el apartado anterior "**Criterios de cálculo**", se dispone a hacer las comprobaciones pertinentes en tres situaciones diferentes. De éstas, se selecciona la sección de mayores dimensiones que se ha calculado. En otras

palabras, se comprueba para cada tramo los tres calculos siendo prioritario el resultado obtenido en la hipótesis más desfavorable para cada caso:

1. Por caídas de tensión máxima.

Se ha tenido en cuenta:

- Factores correctores en función de la temperatura. Teniendo en cuenta la ubicación de la instalación.
- Resistividad del conductor.
- Longitud de cada tramo a estudiar.
- POR CONFIRMAR: Reactancia inductiva.

2. Según intensidades máximas para cada conductor según la Norma UNE-HD 60364-5-52: 2014.

En esta hipótesis, se trabaja con:

- Factores correctores en función de la temperatura. Teniendo en cuenta la ubicación de la instalación.
- Método de instalación.
- Número de conductores.
- Material del conductor y de su aislamiento.

3. Según secciones mínimas por tramos.

Se recurrirá a este caso si los otros dos métodos del cálculo de la sección den dimensiones menores a la sección mínima establecida.

En la tabla siguiente se muestran los principales datos obtenidos en los diferentes tramos:

Nombre	Tipo de tramo	Tipo de Instalación	Longitud (m)	Intensidad (A)	ΔV (%)	SeccI (mm²)	SeccΔV (mm²)	Secc (mm²)
CAB [12-13]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [22-23]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [17-18]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [8-9]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,15	11,14	0,00	1,50	3,15	4,00
CAB [6-7]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,29	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [13-14]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [23-24]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [20-21]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,30	14,36	0,18	1,50	2,44	4,00
CAB [7-8]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	1,53	11,14	0,04	1,50	3,15	4,00
CAB [3-4]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [1-2]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	0,20	11,14	0,01	1,50	3,15	4,00
CAB [14-15]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [24-25]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [11-12]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	3,38	14,36	0,19	1,50	1,56	4,00
CAB [19-20]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	6,41	14,36	0,35	1,50	2,44	4,00
CAB [2-3]	Inversor - Red eléctrica	A1 - XLPE (Cu) - Trifase	41,39	11,14	1,12	1,50	3,15	4,00
CAB [15-16]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [25-26]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [10-11]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	0,35	14,36	0,02	1,50	1,56	4,00
CAB [21-22]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00
CAB [16-17]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	1,56	4,00
CAB [26-27]	Panel fotovoltaico - Inversor	A1 - XLPE (Cu) - Monofase	1,13	14,36	0,06	1,50	2,44	4,00

7 ANEXO IV: ESTRUCTURAS SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS

7.1 Conceptos generales:

La estructura soporte, asegura el anclaje del generador solar y proporciona la orientación y el ángulo de inclinación idóneo para el mejor aprovechamiento de la radiación, siendo los encargados de hacer a los módulos y paneles fotovoltaicos resistentes a la acción ejercida por el elementos atmosféricos.

$$P = F / S = 0,11 \cdot V^2$$

Dónde:

- F: Fuerza del viento en Kp
- V: Velocidad del viento en m/s
- S: Superficie receptora en m²
- P: Presión del viento en Kp/m²

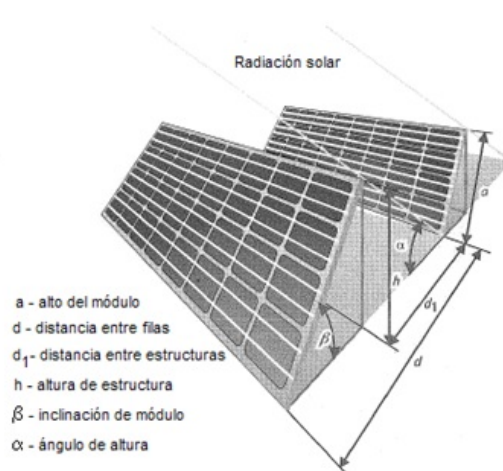
Respecto a la orientación que han de tener los paneles ha de ser hacia el sur (cuando nos encontremos en el hemisferio Norte) y hacia el norte (cuando nos encontremos en el hemisferio Sur), ya que es la única posición donde aprovechamos, de una forma total, la radiación emitida por el sol a lo largo del día. Solo en situaciones muy especiales, como la existencia de obstáculos que impida aprovechar la radiación directa del sol, podremos desplazar la orientación hacia el poniente o el levante. Es importante reseñar que la ganancia no será muy elevada en lo que respecta a potencial eléctrico, ya que el amanecer y el atardecer son los periodos del día que menos intensidad solar tienen.

A menudo es necesario conjuntar los módulos en filas de paneles y por tanto es posible que las filas produzcan sombra entre estas en función de la posición del sol y la posición y su distancia. La posibilidad en verano es menor ya que el recorrido del sol es más elevado y por tanto la sombra es más pequeña.

7.1.1 Cálculo según el método general

La distancia mínima entre fila y fila depende del alto de los módulos así como de la inclinación de estos (según el ángulo β) y el ángulo de la altura solar (según el ángulo α) mínimo en el lugar de la instalación.

$$d = a \cdot \frac{\text{sen}(180^\circ - \beta - \alpha)}{\text{sen}(\alpha)}$$



El resto de valores característicos, los podremos obtener mediante las expresiones siguientes:

$$h = a \cdot \sin(\alpha)$$

y

$$d_1 = d - a \cdot \cos(\alpha)$$

La distancia d_1 , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d_1 será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d_1 = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{Latitud})}$$

Donde la inversa de $\tan(61^\circ - \text{Latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

8 ANEXO V: CÁLCULO DE POTENCIA MÍNIMA SEGÚN DB-HE5

La potencia eléctrica que establece el CTE en su apartado HE5 y referente a la determinación de la potencia mínima, tiene carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

8.1 Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:

« a) edificios de nueva construcción cuando superaran los 1.000 m² construidos »

« b) ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en mas de 1.000 m². »

« c) edificios existentes que se reformen integralmente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se supere los 1000 m² de superficie construida; »

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

8.2 Caracterización de la exigencia

Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

8.3 Cuantificación de la exigencia

La potencia a instalar mínima P_{MIN} será la menor de las resultantes de estas dos expresiones:

$$P_1 = F_{\text{pr,el}} \times S$$

$$P_2 = 0,1 \times (0,5 \times S_C - S_{\text{OC}})$$

donde,

P_{MIN} potencia instalar [kW]

$F_{\text{pr,el}}$ factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m²]

S , superficie construida del edificio [m²]

S_C , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m²]

S_{OC} , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m²]

En aquellos edificios en los que, por razones urbanísticas o arquitectónicas o porque se trate de edificios protegidos oficialmente, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determina los elementos inalterables, no se pueda alcanzar la potencia a instalar mínima, se deberá justificar esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas, y se adoptará la solución que alcance la máxima potencia instalada posible.

8.4 Resultados obtenidos

A la vista de los resultados obtenidos, podemos concluir que la instalación respecto a Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica según CTE-HE5 la potencia propuesta SÍ se adapta a los mínimos requeridos ya que:

$$P_{\text{instalada}} (7,56 \text{ kW}) > P_{\text{mín requerida}} (5,92 \text{ kW})$$

9 ANEXO VI: MEDICIONES Y FICHAS TÉCNICAS

En el presente anexo, se hace referencia a los elementos necesitados en dicha instalación fotovoltaica. De esta forma se podrá cuantificar la cantidad de elementos necesarios y las principales características de los más representativos.

1 ANTECEDENTES

La presente memoria comprende el diseño y cálculo de las instalaciones fotovoltaica para una edificación destinada a uso Residencial público, situado en , .

1.1 Objeto

El Objeto de la presente memoria es la justificación de la exigencia básica HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, regulada por el Código Técnico de la Edificación que establece que:

« En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial. »

1.2 Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:

« a) edificios de nueva construcción cuando superaran los 1.000 m² construidos »

« b) ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en mas de 1.000 m². »

« c) edificios existentes que se reformen integralmente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se supere los 1000 m² de superficie construida; »

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.

1.3 Caracterización de la exigencia

Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

1.4 Cuantificación de la exigencia

La potencia a mínima instalar P_{MIN} será la menor de las resultantes de estas dos expresiones:

$$P_1 = F_{pr,el} \times S$$

$$P_2 = 0,1 \times (0,5 \times S_C - S_{OC})$$

donde,

P_{MIN} potencia instalar [kW]

$F_{pr,el}$ factor de producción eléctrica, que toma valor de 0,005 para uso residencial privado y 0,010 para el resto de usos [kW/m²]

S , superficie construida del edificio [m²]

S_C , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación [m²]

S_{OC} , superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos [m²]

En aquellos edificios en los que, por razones urbanísticas o arquitectónicas o porque se trate de edificios protegidos oficialmente, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determina los elementos inalterables, no se pueda alcanzar la potencia a instalar mínima, se deberá justificar esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas, y se adoptará la solución que alcance la máxima potencia instalada posible.

1.5 Normativa

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

2 ANEXO I: CÁLCULO DE POTENCIA

La potencia eléctrica que establece el CTE en su apartado HE5 y referente a la determinación de la potencia mínima, tiene carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

La potencia a mínima instalar P_{MIN} se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$P_1 = F_{pr,el} \times S = 13,01 \text{ [kW]}$$

$$P_2 = 0,01 \times (0,5 \times S_C - S_{OC}) = 5,92 \text{ [kW]}$$

de modo que la potencia $P_{MIN} = 5,92 \text{ [kW]}$

2.1 Conclusión.

«A la vista de los resultados obtenido, podemos concluir que la instalación respecto a Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica según CTE-HE5: CUMPLE ya que Potencia instalada: 7.56 kW >= Potencia mínima: 5.92 kW »

3 ANEXO II: PÉRDIDAS POR SOMBREADO, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El presente apartado tiene la función de la comprobación del cumplimiento o no del apartado del CTE referente a los límites de pérdida a consecuencia de la sombra producida sobre los módulos fotovoltaicos por objetos, edificios,... o entre ellos, así como las pérdidas a consecuencia de la orientación e inclinación de los paneles de acuerdo con los valores máximos establecidos en el CTE

3.1 Pérdidas por Sombreado

Para obtener el valor de las pérdidas por sombras se utiliza un método analítico más exacto que el método gráfico descrito en el apartado 3.4 del HE5.

La superficie de cada captador solar se divide en N elementos rectangulares (dependiendo del tamaño de panel fotovoltaico) y se comprueba geoméricamente si el rayo trazado desde el centro de cada rectángulo hasta la posición solar, intersecta con los obstáculos o con alguno de los restantes captadores solares.

En caso de que un obstáculo se interponga en el camino del rayo, se considera que todo el rectángulo está en sombra, y se contabilizan las pérdidas correspondientes a la energía que no se recibe, teniendo en cuenta que esta energía es diferente dependiendo de la hora solar.

Por tanto la sombra producida al medio día provoca más pérdidas que la misma cantidad de sombra producida a primera o última hora del día.

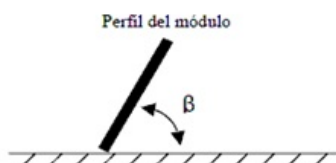
Conclusión.

«Siguiendo este criterio se obtienen unas pérdidas de radiación solar por sombreado medio del sistema de 6,96% con un máximo de 14,68% (ver tabla de resultados).»

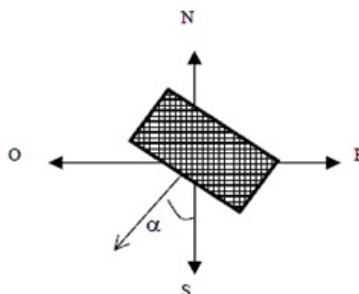
3.2 Pérdidas por Orientación e inclinación

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



- Ángulo de Acimut 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. (0° para módulos orientados al sur y -90 para orientados al este y +90 al oeste)



Mediante las expresiones siguientes, podemos obtener el valor de la pérdida:

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

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

Estos valores límites se muestran en la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	50%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

0.1 Tabla de resultados de pérdidas en paneles.

El resultado para capa panel de la instalación es:

Panel	Orientación e inclinación (O)	Sombras (S)	Combinado (O+S)
PFV [12]	23,28 %	11,31 %	34,59 %
PFV [13]	23,28 %	3,31 %	26,59 %
PFV [14]	23,28 %	1,55 %	24,82 %
PFV [15]	23,28 %	1,73 %	25,01 %
PFV [16]	23,28 %	2,61 %	25,88 %
PFV [17]	23,28 %	5,37 %	28,65 %
PFV [18]	23,28 %	13,12 %	36,40 %
PFV [21]	23,28 %	14,40 %	37,68 %
PFV [22]	23,28 %	6,45 %	29,73 %
PFV [23]	23,28 %	4,59 %	27,87 %
PFV [24]	23,28 %	4,81 %	28,08 %
PFV [25]	23,28 %	5,65 %	28,93 %
PFV [26]	23,28 %	7,93 %	31,20 %
PFV [27]	23,28 %	14,68 %	37,96 %

ANEXO II.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

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

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos \varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

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

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

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos \varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, $\cos \varphi = 1$.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$Cu = 0,017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0,028262 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0,00392$$

$$Al = 0,00403$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

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

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

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

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

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

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

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

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

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

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

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

Siendo:

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

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

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

c_t: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

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

$$Z_Q = c_t U^2 / S_{cc}$$

$$X_Q = 0.995 Z_Q$$

$$R_Q = 0.1 X_Q$$

$$\text{UNE_EN 60909}$$

Z_T: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$R_T = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

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

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

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

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

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

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

n: nº de conductores por fase.

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

CURVA B

$$I_{MAG} = 5 I_n$$

CURVA C

$$I_{MAG} = 10 I_n$$

CURVA D

$$I_{MAG} = 20 I_n$$

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

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

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
Lc: Longitud total del conductor (m)
Lp: Longitud total de las picas (m)
P: Perímetro de las placas (m)

Instalación Fotovoltaica Aislada de Red

Rendimiento energético de la instalación

$$R = [1 - k_b - k_c - k_v - k_r] \cdot [1 - (k_a \cdot N / P_d)]$$

Siendo,

R: Rendimiento energético de la instalación.

k_b: Coeficiente de pérdidas por rendimiento Baterías.

k_c: Coeficiente de pérdidas en Convertidor.

k_v: Coeficiente de pérdidas en Equipos y Cableado.

k_r: Coeficiente de pérdidas en Regulador.

k_a: Coeficiente de Pérdidas por Autodescarga Baterías.

N: N° Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

P_d: Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

Potencia útil módulos Fotovoltaicos

$$P_u = P_p \cdot f_t$$

Siendo,

P_u: Potencia útil módulos fotovoltaicos (W).

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

f_t: Factor temperatura células.

Nº Módulos Fotovoltaicos necesario

$$N_p = E / E_p$$

Siendo,

N_p: Número módulos fotovoltaicos necesario.

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día) = E_t / R.

E_t: Consumo eléctrico diario en el mes en estudio (Wh/día).

R: Rendimiento energético de la instalación.

E_p: Energía diaria generada por paneles fotovoltaicos en el mes en estudio (Wh/día) = P_u · HSP.

P_u: Potencia útil módulos fotovoltaicos.

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

Instalación Fotovoltaica Conectada a Red

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

Siendo,

E_g: Energía mensual generada (kWh/mes).

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

N_p: N° módulos fotovoltaicos instalados.

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

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

N_d: N° días mes en estudio.

Instalación Eólica

Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador

$$V_m = V_{mref} \cdot [\ln(H/z_o) / \ln(H_{ref}/z_o)]$$

Siendo,

V_m: Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador (m/s).

V_{mref}: Velocidad media de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

H_{ref}: Altura de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

H: Altura del buje del aerogenerador (m).

z_o: Longitud de rugosidad en función del tipo de paisaje (m).

Modelización del comportamiento del viento

$$f(v) = (k/C) \cdot (v/C)^{k-1} \cdot e^{-1 \cdot (v/C)^k}$$

$$C = V_m / \Gamma(1 + 1/k)$$

Siendo,

f(v): Distribución de Weibull, densidad de frecuencia de ocurrencia anual (tanto por uno) de una determinada velocidad del viento.

k: Coeficiente de Weibull.

C: Factor de escala de la distribución de Weibull.

v: Velocidad del viento considerado (m/s).

Γ : Función Gamma de Euler.

Densidad de potencia de los vientos del lugar

$$DPv_i = \rho \cdot v_i^3 / 2$$

$$\rho = 1.22565 \cdot e^{[-0,034 \cdot \text{Alt} / (273,15 + t)]}$$

Siendo,

DPv_i : Densidad de potencia de un determinado viento del lugar (W/m^2).

v_i : Velocidad del viento considerado (m/s).

ρ : Densidad del aire del lugar (kg/m^3).

Alt: Altitud s.n.m. del lugar (m).

t: Temperatura del lugar ($^{\circ}\text{C}$).

Densidad de potencia del viento a la entrada del aerogenerador

$$DPve_i = DPv_i \cdot f(v_i)$$

$$DPve = \sum_i DPve_i$$

Siendo,

$DPve_i$: Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, para un determinado viento del lugar (W/m^2).

$DPve$: Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, considerando todos los vientos del lugar durante un año (W/m^2).

Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador

$$DPvB_i = (16/27) \cdot DPv_i \cdot f(v_i)$$

Siendo,

$DPvB_i$: Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador (teórica), para un determinado viento del lugar - Ley de Betz (W/m^2).

Densidad de potencia entregada por el aerogenerador

$$DPs_i = (1000/A) \cdot P_i \cdot f(v_i)$$

$$A = (\pi/4) \cdot D^2$$

$$DPs = \sum_i DPs_i$$

Siendo,

DPs_i : Densidad de potencia entregada por el aerogenerador, para un determinado viento del lugar (W/m^2).

A: Área de barrido de las palas de la turbina eólica (m^2).

D: Diámetro de las palas de la turbina eólica (m).

P_i : Potencia del aerogenerador en función del viento considerado (kW). Curva del fabricante.

DPs : Densidad de potencia entregada por el generador, considerando todos los vientos del lugar durante un año (W/m^2).

Densidad anual de producción de energía del aerogenerador

$$DAE = (8766/1000) \cdot DPs$$

Siendo,

DAE: Densidad anual de producción de energía del aerogenerador ($\text{kWh/m}^2/\text{año}$).

Producción anual de energía del aerogenerador

$$PAE = A \cdot DAE$$

Siendo,

PAE: Producción anual de energía del aerogenerador (kWh/año).

Coeficiente de potencia o Rendimiento del aerogenerador

$$Cp_i = DPs_i / DPve_i$$

Siendo,

Cp_i : Coeficiente de potencia o rendimiento del aerogenerador, para un determinado viento del lugar.

Factor de carga del aerogenerador

$$f_c = (PAE \cdot 100) / (P_n \cdot 8766)$$

Siendo,

f_c : Factor de carga del aerogenerador (%).

P_n : Potencia nominal del aerogenerador.

Capacidad Baterías Instalaciones Autónomas

$$C = C_u / (P_d \cdot K_t)$$

Siendo,

C : Capacidad total baterías (Ah).

C_u : Capacidad útil baterías (Ah) = $E \cdot N / U$.

E : Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día).

N : Nº Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

U : Tensión campo fotovoltaico o instalación eólica cc (V).

P_d : Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

K_t : Coeficiente temperatura baterías = $1 - \Delta t/160$; $\Delta t = 20 - t$.

t : T^a media trabajo baterías ($^{\circ}\text{C}$).

Instalación E. Renovables 1

Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Santa Cruz de Tenerife

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Altitud s.n.m.(m): 4

Longitud (°): 16.2 W

Latitud (°): 28.5

Temperatura mínima histórica (°C): 3

Zona Climática: V

Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m²): H >= 18

Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m²), Angulo de inclinación 15 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
3.046	4.666	4.612	5.444	5.741	6.246	6.554	6.204	5.331	4.011	2.946	2.248	4.754

Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red

Tensión:

Continúa - U(V): 400

Alterna UFF(V): 400

Caída tensión máxima (%):

Corriente continua: 1.5

Corriente alterna: 2

Cos φ : 0.8

Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 75

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

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

Longitud (mm): 2094

Anchura (mm): 1134

Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 540

Tensión de vacío (V): 48.18

Corriente de c.c. (A): 14.36

Voltaje máxima potencia (V): 40.53

Corriente máxima potencia (A): 13.33

Eficiencia módulo (%): 22.7

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.29

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.23

NOCT (°C): 20

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 32.4

Nº módulos: 60

Inversor: 29160 W

Energía Generada

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)
Enero	540	60	0.75	3.046	31	2294.807
Febrero	540	60	0.75	4.666	28	3174.542
Marzo	540	60	0.75	4.612	31	3474.077
Abril	540	60	0.75	5.444	30	3968.571
Mayo	540	60	0.75	5.741	31	4324.938
Junio	540	60	0.75	6.246	30	4553.524
Julio	540	60	0.75	6.554	31	4937.103
Agosto	540	60	0.75	6.204	31	4673.239
Septiembre	540	60	0.75	5.331	30	3886.465
Octubre	540	60	0.75	4.011	31	3021.854
Noviembre	540	60	0.75	2.946	30	2147.318
Diciembre	540	60	0.75	2.248	31	1693.197
Total año:						42149.64

Separación entre filas de captadores.

Latitud (°): 28.5

Altura solar h_0 (°): 32.5

Inclinación paneles (°): 15

Longitud panel (m): 2.09

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 2.87

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 1.57

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continúa - U(V): 400

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	3,09	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	2,75			2x6	49/1	50
2	2	3	3,09	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	4,34			2x6	49/1	50
3	3	4	3,09	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	0,11			2x2,5	28/1	32
4	4	5	3,09	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-3,97			2x6	49/1	50
5	5	6	3,09	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-2,17			2x4	38/1	40
6	1	7	9	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,58	12		2x10	68/1	63
7	7	8	9	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,58			2x10	68/1	63
8	2	9	7	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,74	12		2x10	68/1	63
9	9	8	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,74			2x10	68/1	63
10	3	10	6	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,56	20		2x16	91/1	63
11	10	8	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,56			2x16	91/1	63
12	4	11	6	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,41	20		2x16	91/1	63
13	11	8	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	17,41			2x16	91/1	63
14	5	12	7	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,53	12		2x10	68/1	63
15	12	8	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,53			2x10	68/1	63
16	6	13	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,16	12		2x10	68/1	63
17	13	8	9	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,16			2x10	68/1	63
18	8	14									
19	14	15	13	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-52,92	63	63/.300	3x25/16	100/1	90

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	Panel FV	0	48	0	13,33 A					
2	Panel FV	-0,053		0,11	13,33 A					
3	Panel FV	-0,136		0,283	13,33 A					
4	Panel FV	-0,141		0,294	13,33 A					
5	Panel FV	-0,065		0,135	13,33 A					
6	Panel FV	-0,002		0,005	13,33 A					
7	Caja Reg.	-0,356		0,741						
8	Cuadro Eléctrico	-0,711		1,482*						
9	Caja Reg.	-0,36		0,75						
10	Caja Reg.	-0,383		0,797						
11	Caja Reg.	-0,385		0,803						
12	Caja Reg.	-0,366		0,764						
13	Caja Reg.	-0,336		0,7						

14	Cuadro Eléctrico	-0,789		0,197	-58,46 A(-32,4 kW)	10,17781		4,2379		
15	Conexión Red	0	400	0	52,916 A(29,329 kW)	12,00045		10,00037		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	0,00296		0,00296	
2	2	3	0,00467		0,00467	
3	3	4	0,00012		0,00012	
4	4	5	0,00428		0,00428	
5	5	6	0,00234		0,00234	
6	1	7	0,0114	50	0,0114	12
7	7	8	0,0114		0,0114	
8	2	9	0,01265	50	0,01265	12
9	9	8	0,01265		0,01265	
10	3	10	0,01892	50	0,01892	20
11	10	8	0,01892		0,01892	
12	4	11	0,01876	50	0,01876	20
13	11	8	0,01876		0,01876	
14	5	12	0,01242	50	0,01242	12
15	12	8	0,01242		0,01242	
16	6	13	0,01202	50	0,01202	12
17	13	8	0,01202		0,01202	
18	8	14				
19	14	15	12,00045	15	4,2379	63; C

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

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

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos \varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

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

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

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos \varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, $\cos \varphi = 1$.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$Cu = 0,017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0,028262 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0,00392$$

$$Al = 0,00403$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

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

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

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

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

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

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

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

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

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

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

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

Siendo:

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

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

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

c_t: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

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

$$Z_Q = c_t U^2 / S_{cc}$$

$$X_Q = 0.995 Z_Q$$

$$R_Q = 0.1 X_Q$$

$$\text{UNE_EN 60909}$$

Z_T: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$Z_T = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$R_T = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

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

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

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

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

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

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

n: nº de conductores por fase.

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

CURVA B

$$I_{MAG} = 5 I_n$$

CURVA C

$$I_{MAG} = 10 I_n$$

CURVA D

$$I_{MAG} = 20 I_n$$

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

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

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
Lc: Longitud total del conductor (m)
Lp: Longitud total de las picas (m)
P: Perímetro de las placas (m)

Instalación Fotovoltaica Aislada de Red

Rendimiento energético de la instalación

$$R = [1 - k_b - k_c - k_v - k_r] \cdot [1 - (k_a \cdot N / P_d)]$$

Siendo,

R: Rendimiento energético de la instalación.

k_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento Baterías.

k_c : Coeficiente de pérdidas en Convertidor.

k_v : Coeficiente de pérdidas en Equipos y Cableado.

k_r : Coeficiente de pérdidas en Regulador.

k_a : Coeficiente de Pérdidas por Autodescarga Baterías.

N: N° Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

P_d : Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

Potencia útil módulos Fotovoltaicos

$$P_u = P_p \cdot f_t$$

Siendo,

P_u : Potencia útil módulos fotovoltaicos (W).

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

f_t : Factor temperatura células.

Nº Módulos Fotovoltaicos necesario

$$N_p = E / E_p$$

Siendo,

N_p : Número módulos fotovoltaicos necesario.

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día) = E_t / R .

E_t : Consumo eléctrico diario en el mes en estudio (Wh/día).

R: Rendimiento energético de la instalación.

E_p : Energía diaria generada por paneles fotovoltaicos en el mes en estudio (Wh/día) = $P_u \cdot HSP$.

P_u : Potencia útil módulos fotovoltaicos.

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

Instalación Fotovoltaica Conectada a Red

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

Siendo,

E_g : Energía mensual generada (kWh/mes).

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

N_p : N° módulos fotovoltaicos instalados.

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

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

N_d : N° días mes en estudio.

Instalación Eólica

Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador

$$V_m = V_{mref} \cdot [\ln(H/z_o) / \ln(H_{ref}/z_o)]$$

Siendo,

V_m : Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador (m/s).

V_{mref} : Velocidad media de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

H_{ref} : Altura de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

H: Altura del buje del aerogenerador (m).

z_o : Longitud de rugosidad en función del tipo de paisaje (m).

Modelización del comportamiento del viento

$$f(v) = (k/C) \cdot (v/C)^{k-1} \cdot e^{-1 \cdot (v/C)^k}$$

$$C = V_m / \Gamma(1 + 1/k)$$

Siendo,

$f(v)$: Distribución de Weibull, densidad de frecuencia de ocurrencia anual (tanto por uno) de una determinada velocidad del viento.

k: Coeficiente de Weibull.

C: Factor de escala de la distribución de Weibull.

v: Velocidad del viento considerado (m/s).

Γ : Función Gamma de Euler.

Densidad de potencia de los vientos del lugar

$$DPv_i = \rho \cdot v_i^3 / 2$$

$$\rho = 1.22565 \cdot e^{[-0,034 \cdot \text{Alt} / (273,15 + t)]}$$

Siendo,

DPv_i : Densidad de potencia de un determinado viento del lugar (W/m^2).

v_i : Velocidad del viento considerado (m/s).

ρ : Densidad del aire del lugar (kg/m^3).

Alt: Altitud s.n.m. del lugar (m).

t: Temperatura del lugar ($^{\circ}\text{C}$).

Densidad de potencia del viento a la entrada del aerogenerador

$$DPve_i = DPv_i \cdot f(v_i)$$

$$DPve = \sum_i DPve_i$$

Siendo,

$DPve_i$: Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, para un determinado viento del lugar (W/m^2).

$DPve$: Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, considerando todos los vientos del lugar durante un año (W/m^2).

Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador

$$DPvB_i = (16/27) \cdot DPv_i \cdot f(v_i)$$

Siendo,

$DPvB_i$: Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador (teórica), para un determinado viento del lugar - Ley de Betz (W/m^2).

Densidad de potencia entregada por el aerogenerador

$$DPs_i = (1000/A) \cdot P_i \cdot f(v_i)$$

$$A = (\pi/4) \cdot D^2$$

$$DPs = \sum_i DPs_i$$

Siendo,

DPs_i : Densidad de potencia entregada por el aerogenerador, para un determinado viento del lugar (W/m^2).

A: Área de barrido de las palas de la turbina eólica (m^2).

D: Diámetro de las palas de la turbina eólica (m).

P_i : Potencia del aerogenerador en función del viento considerado (kW). Curva del fabricante.

DPs : Densidad de potencia entregada por el generador, considerando todos los vientos del lugar durante un año (W/m^2).

Densidad anual de producción de energía del aerogenerador

$$DAE = (8766/1000) \cdot DPs$$

Siendo,

DAE: Densidad anual de producción de energía del aerogenerador ($\text{kWh/m}^2/\text{año}$).

Producción anual de energía del aerogenerador

$$PAE = A \cdot DAE$$

Siendo,

PAE: Producción anual de energía del aerogenerador (kWh/año).

Coeficiente de potencia o Rendimiento del aerogenerador

$$Cp_i = DPs_i / DPve_i$$

Siendo,

Cp_i : Coeficiente de potencia o rendimiento del aerogenerador, para un determinado viento del lugar.

Factor de carga del aerogenerador

$$f_c = (PAE \cdot 100) / (P_n \cdot 8766)$$

Siendo,

f_c : Factor de carga del aerogenerador (%).

P_n : Potencia nominal del aerogenerador.

Capacidad Baterías Instalaciones Autónomas

$$C = C_u / (P_d \cdot K_t)$$

Siendo,

C : Capacidad total baterías (Ah).

C_u : Capacidad útil baterías (Ah) = $E \cdot N / U$.

E : Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día).

N : Nº Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

U : Tensión campo fotovoltaico o instalación eólica cc (V).

P_d : Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

K_t : Coeficiente temperatura baterías = $1 - \Delta t/160$; $\Delta t = 20 - t$.

t : T^a media trabajo baterías ($^{\circ}\text{C}$).

Instalación E. Renovables 1

Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Santa Cruz de Tenerife

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Altitud s.n.m.(m): 4

Longitud (°): 16.2 W

Latitud (°): 28.5

Temperatura mínima histórica (°C): 3

Zona Climática: V

Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m²): H >= 18

Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m²), Angulo de inclinación 15 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
3.046	4.666	4.612	5.444	5.741	6.246	6.554	6.204	5.331	4.011	2.946	2.248	4.754

Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red

Tensión:

Continúa - U(V): 48

Alterna UFF(V): 400

Caída tensión máxima (%):

Corriente continua: 1.5

Corriente alterna: 2

Cos φ : 0.8

Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 75

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

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

Longitud (mm): 2094

Anchura (mm): 1134

Altura (mm): 35

Potencia máxima (W): 540

Tensión de vacío (V): 48.18

Corriente de c.c. (A): 14.36

Voltaje máxima potencia (V): 40.53

Corriente máxima potencia (A): 13.33

Eficiencia módulo (%): 22.7

Coef. Tª PMax (%/°C): -0.29

Coef. Tª Isc (%/°C): 0.05

Coef. Tª Voc (%/°C): -0.23

NOCT (°C): 20

Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 7.56

Nº módulos: 14

Inversor: 6804 W

Energía Generada

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)
Enero	540	14	0.75	3.046	31	535.455
Febrero	540	14	0.75	4.666	28	740.727
Marzo	540	14	0.75	4.612	31	810.618
Abril	540	14	0.75	5.444	30	926
Mayo	540	14	0.75	5.741	31	1009.152
Junio	540	14	0.75	6.246	30	1062.489
Julio	540	14	0.75	6.554	31	1151.991
Agosto	540	14	0.75	6.204	31	1090.422
Septiembre	540	14	0.75	5.331	30	906.842
Octubre	540	14	0.75	4.011	31	705.099
Noviembre	540	14	0.75	2.946	30	501.041
Diciembre	540	14	0.75	2.248	31	395.079
Total año:						9834.92

Separación entre filas de captadores.

Latitud (°): 28.5

Altura solar h_0 (°): 32.5

Inclinación paneles (°): 15

Longitud panel (m): 2.09

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 2.87

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 1.57

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continúa - U(V): 48

Alterna UFF(V): 400

Cos φ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	3	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	3,29			2x4	38/1	40
6	1	7	9	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,04	12		2x10	68/1	63
7	7	8	9	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,04			2x10	68/1	63
8	2	9	7	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,62	20		2x16	91/1	63
9	9	8	8	Cu	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,62			2x16	91/1	63
18	8	14									
19	14	15	13	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 3 Unp.	-11,79	16	40/.300	4x10	57/1	63

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	Panel FV	0	48	0	13,33 A					
2	Panel FV	-0,092		0,191	13,33 A					
7	Caja Reg.	-0,337		0,703						
8	Cuadro Eléctrico	-0,675		1,406*						
9	Caja Reg.	-0,364		0,758						
14	Cuadro Eléctrico	-0,409		0,102	-13,64 A(-7,56 kW)	7,5059		2,41821		
15	Conexión Red	0	400	0	11,793 A(6,536 kW)	12,00045		10,00037		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

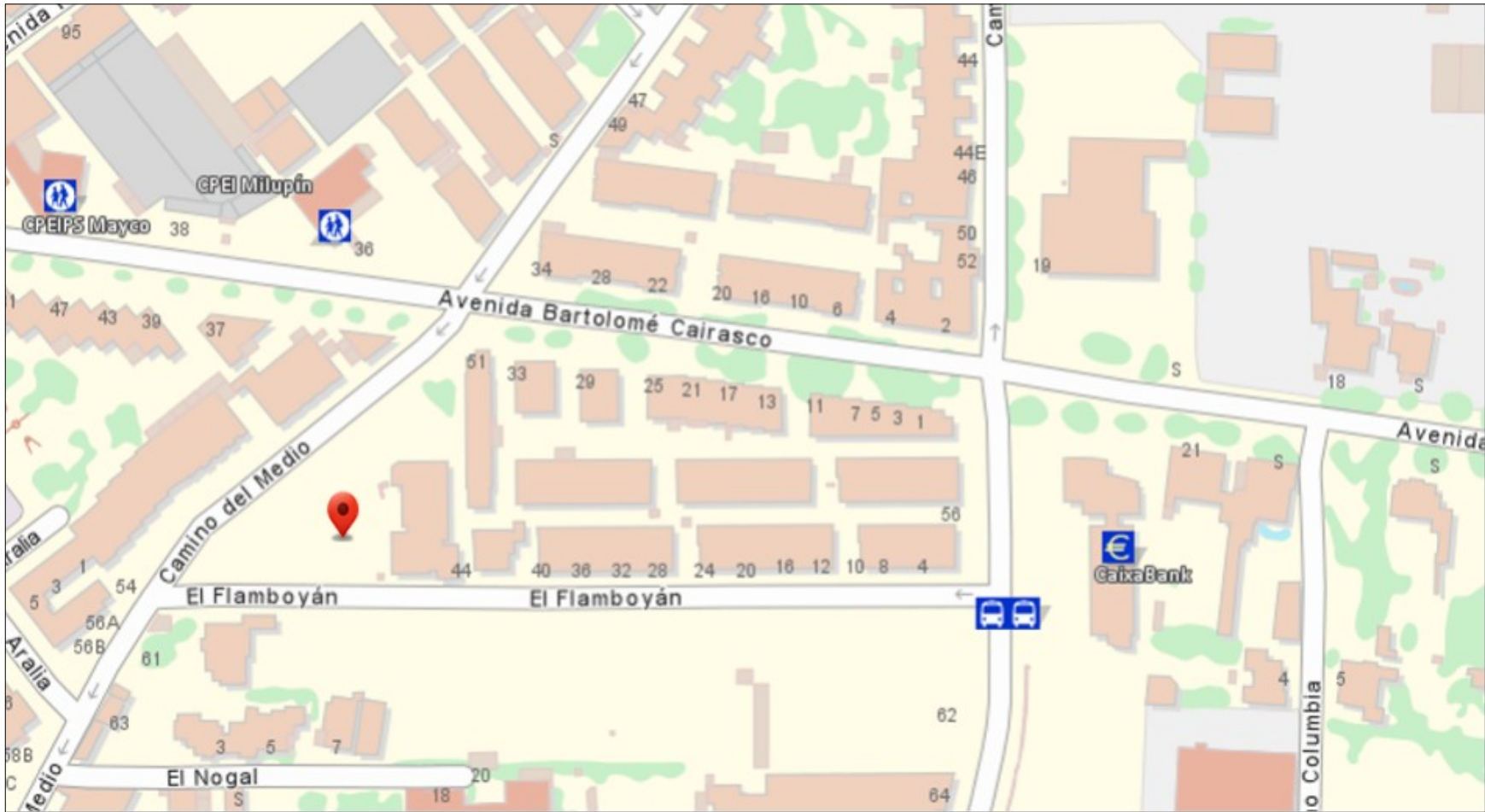
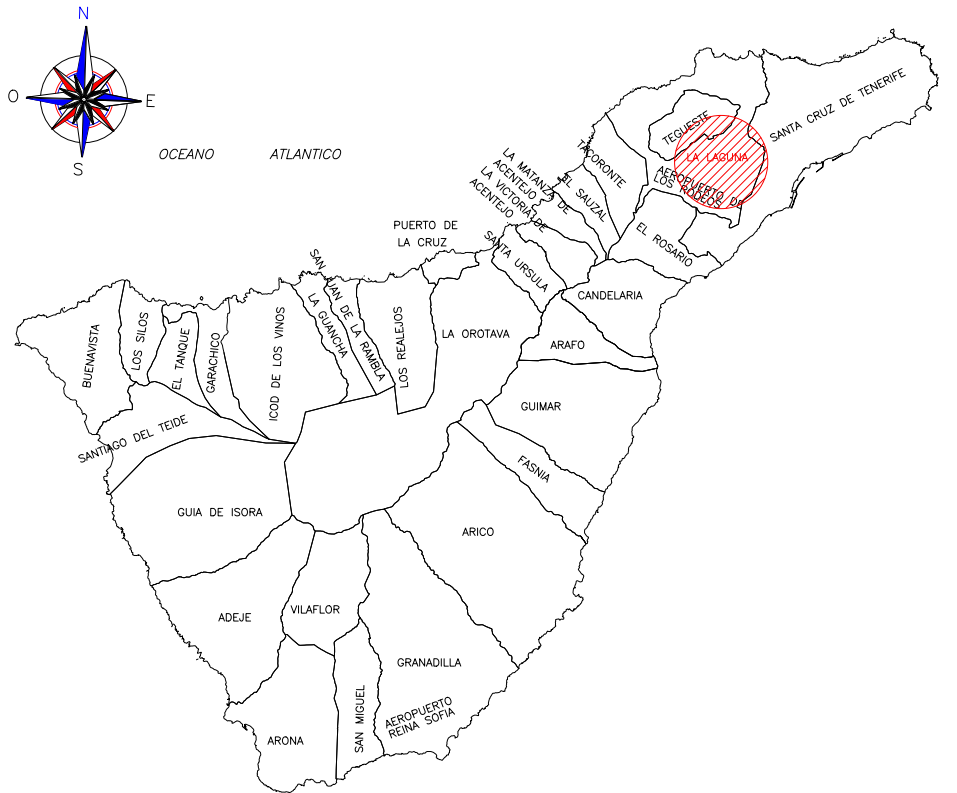
Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	0,00354		0,00354	
6	1	7	0,01082	50	0,01082	12
7	7	8	0,01082		0,01082	
8	2	9	0,0179	50	0,0179	20
9	9	8	0,0179		0,0179	
18	8	14				
19	14	15	12,00045	15	2,41821	16; C

DOCUMENTO III.

PLANOS

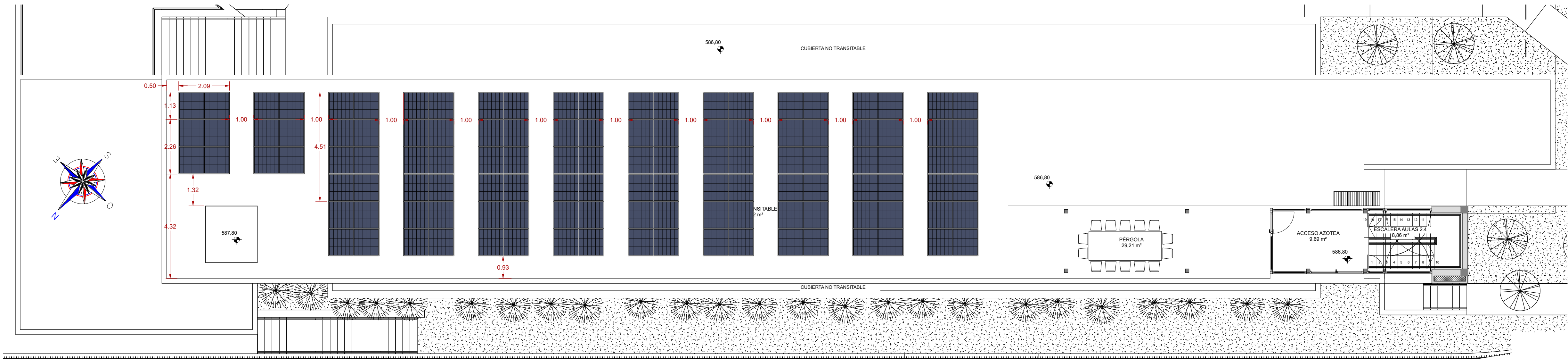
A continuación, se incluyen los siguientes planos:

Número	Nombre	Tamaño	Escala
FV_01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	A3	S/E
FV_02	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. EDIFICIO 1 PLANTA AZOTEA	A1	1/100
FV_03	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1. PLANTA AZOTEA Y SEMISÓTANO	A1	1/100
FV_04	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2. PLANTA AZOTEA	A1	1/100
FV_05	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2. PLANTA AZOTEA	A1	1/100
FV_06	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2. DETALLE INVERSOR	A3	1/30
FV_07	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2. PLANTA SEMISÓTANO	A3	1/100
FV_08	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1. ESQUEMA STRING	A3	S/E
FV_09	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2. ESQUEMA STRING	A3	S/E
FV_10	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. EDIFICIO 1. ESQUEMA UNIFILAR	A3	S/E
FV_11	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. EDIFICIO 2. ESQUEMA UNIFILAR	A3	S/E
FV_12	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. DETALLES	A3	S/E

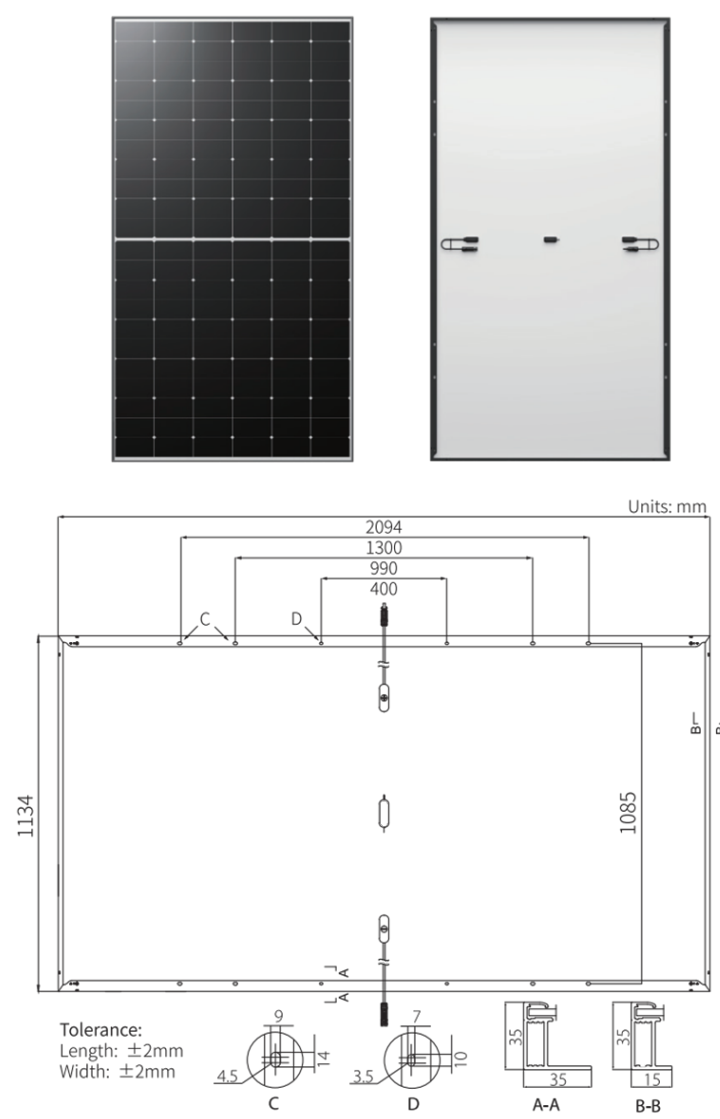
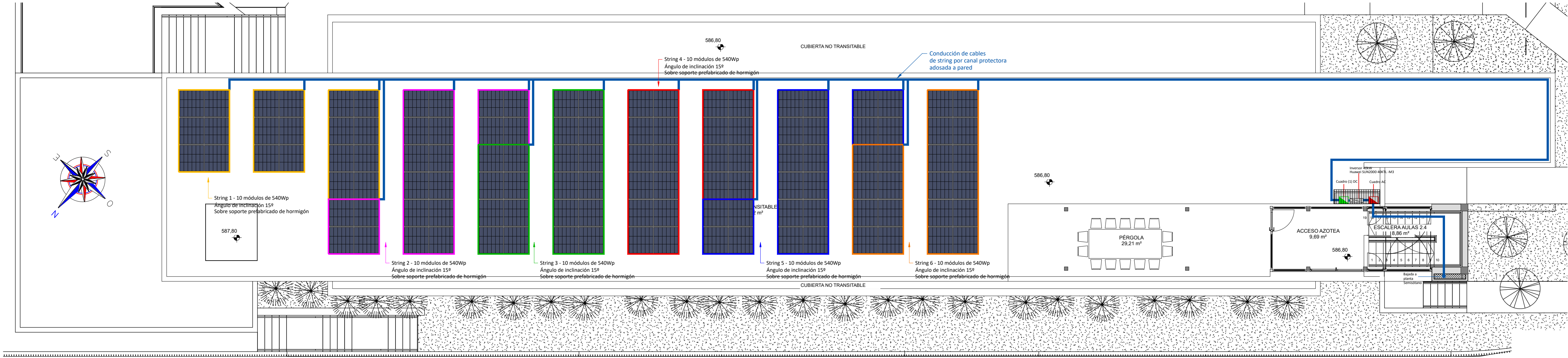


TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		Nº Plano: FV_01
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITTF		Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITTF
		FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: S/E (A3)

EDIFICIO 1 - PLANTA AZOTEA - REPLANTEO



EDIFICIO 1 - PLANTA AZOTEA



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6x22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm², ± 1400mm length can be customized
Connector	EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	26.0kg
Dimension	2094 x 1134 x 35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC

Electrical Characteristics

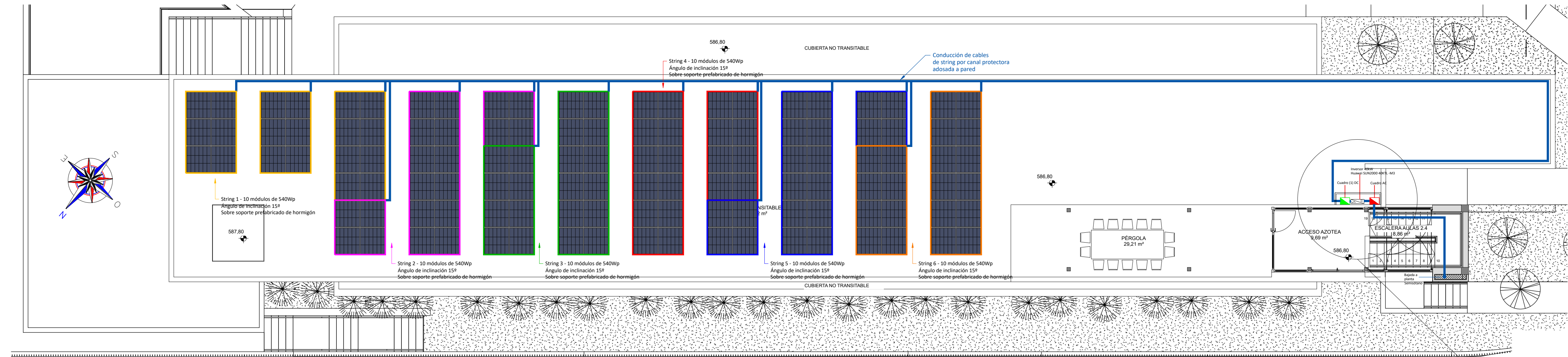
	STC : AM1.5 1000W/m² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%	
Module Type	LR5-66HTH-520M	LR5-66HTH-525M	LR5-66HTH-530M	LR5-66HTH-535M	LR5-66HTH-540M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	520	388.6	525	392.3	530	396.0
Open Circuit Voltage (Voc/V)	47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96
Short Circuit Current (Isc/A)	14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80
Module Efficiency(%)	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 1

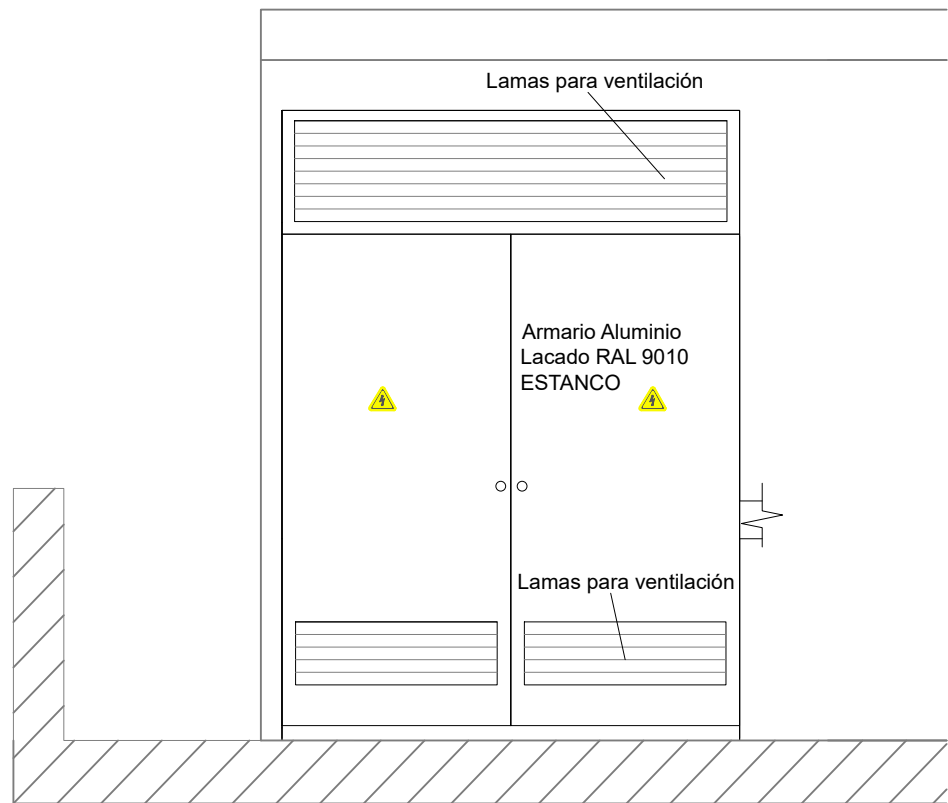
POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 60
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 32,40 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 32,40 kW
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 40KTL-M3
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 40 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

TÍTULO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINEŔEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO:	ASOCIACIÓN TINEŔEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN:	CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1 PLANTA AZOTEA	Nº Plano:	FV_02
AUTORES:	Jorge Ramo Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado Nº 11087	Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado Nº 11087	FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: 1/100 (A1)
INPROYCAN		INPROYCAN	

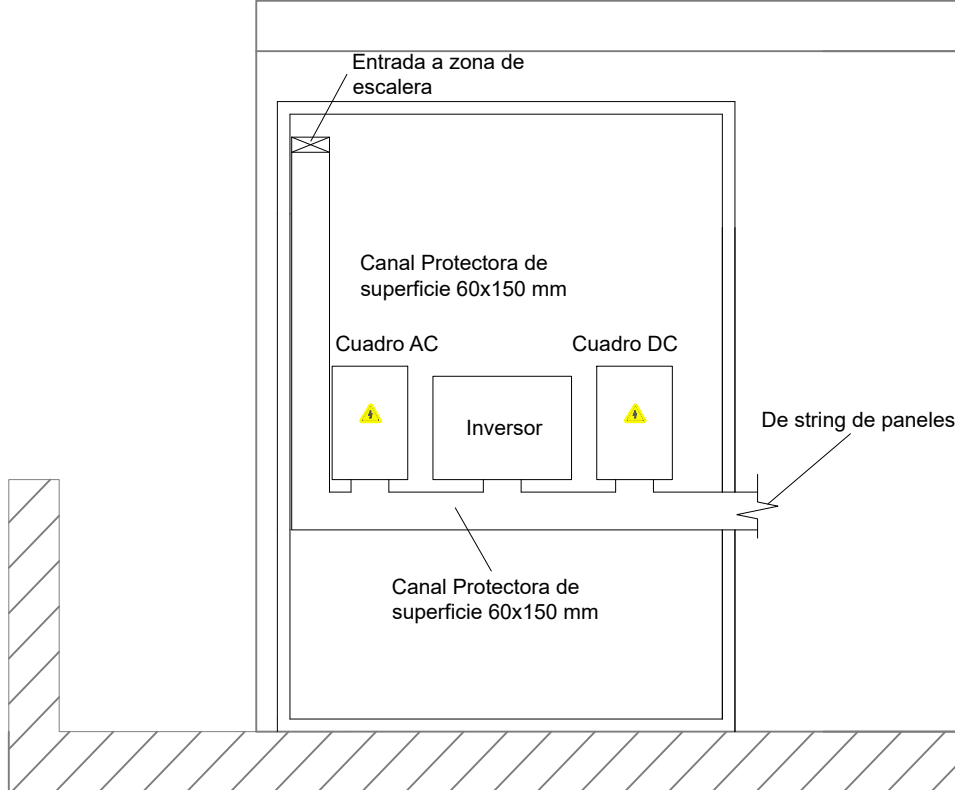
EDIFICIO 1 - PLANTA AZOTEA



EXTERIOR ARMARIO INVERSORES Y CUADROS



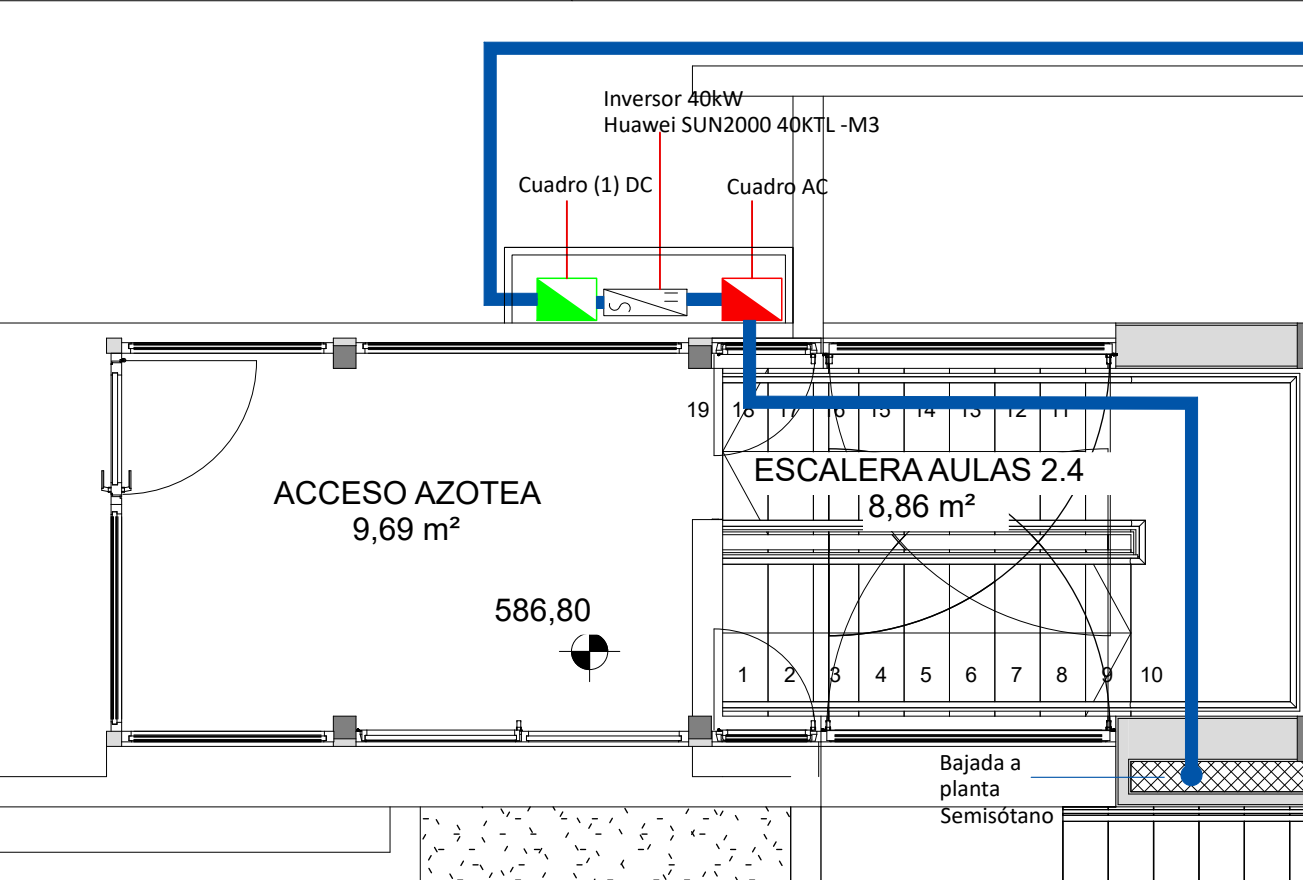
INTERIOR ARMARIO INVERSORES Y CUADROS



SUN2000-30/36/40KTL-M3
Smart PV Controller

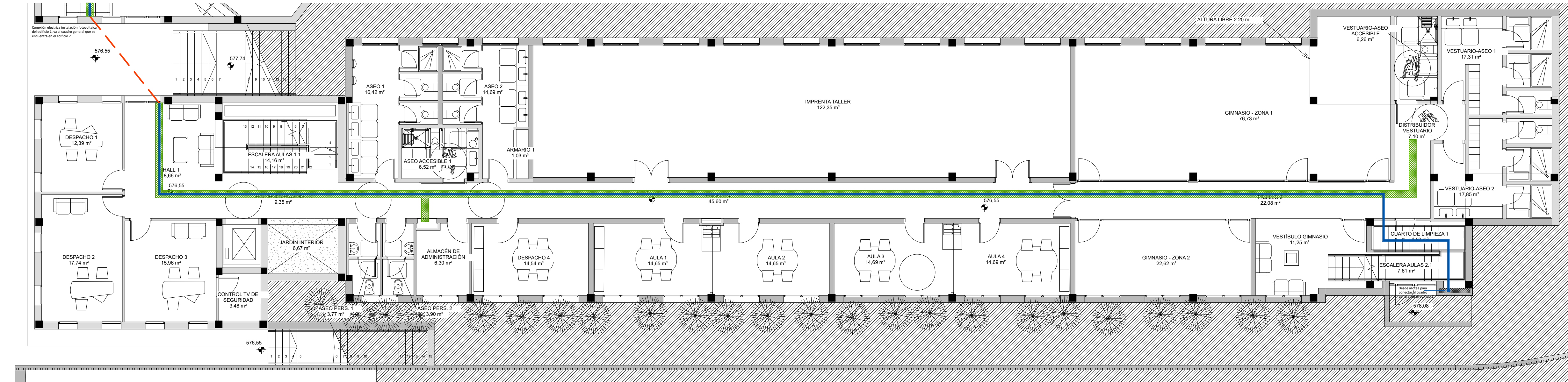


Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%	98.7%	98.7%
Eficiencia europea ponderada	98.4%	98.4%	98.4%
Entrada			
Tensión máxima de entrada 1	1,100 V	1,100 V	1,100 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A	26 A	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A	40 A	40 A
Tensión de arranque	200 V	200 V	200 V
Rango de tensión de operación 2	200 V ~ 1000 V	200 V ~ 1000 V	200 V ~ 1000 V
Tensión nominal de entrada	600 V	600 V	600 V
Cantidad de entradas	8	8	8
Cantidad de MPPTs	4	4	4
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac	230 Vac	230 Vac
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ~ 0.8 LD	0.8 LG ~ 0.8 LD	0.8 LG ~ 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%	< 3%	< 3%



DETALLE ARMARIO INSTALACIONES ESCALA:1/50

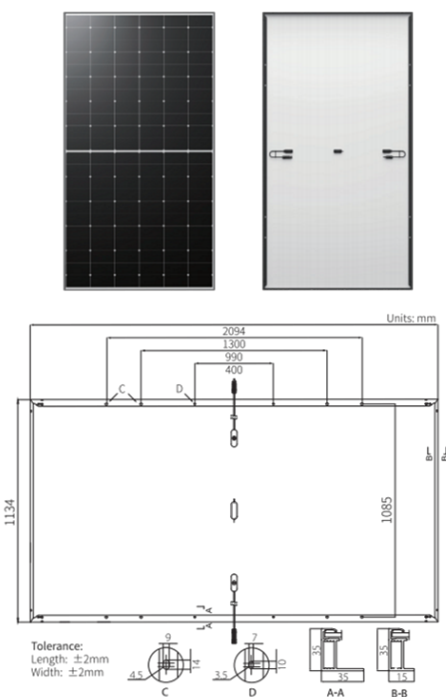
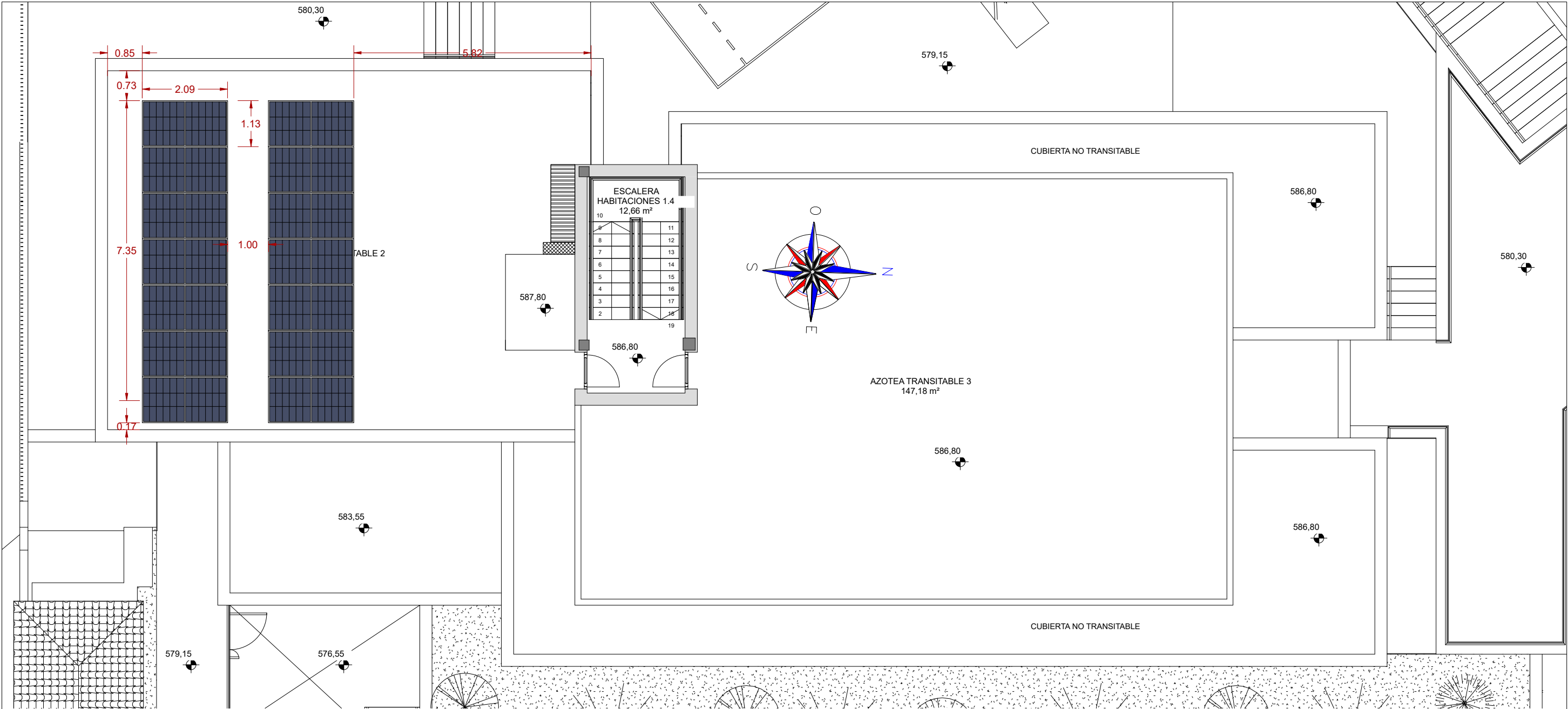
EDIFICIO 1 - PLANTA SEMISÓTANO



CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 1

POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 60
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 32,40 kw
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 32,40 kw
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 40KTL-M3
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 40 kw
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINEFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE	
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINEFEÑA DE TRISÓMICOS 21	
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE	
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1 PLANTA AZOTEA Y SEMISÓTANO	Nº Plano: FV_03
AUTORES: Jorge Ramos Pérez, Ingrid Rodríguez, Antonio José Villar Pérez	FECHA: AGOSTO 2024
INPROYCAN	ESCALA: 1/100 (A1)



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm², ±1400mm length can be customized
Connector	EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	26.0kg
Dimension	2094×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC

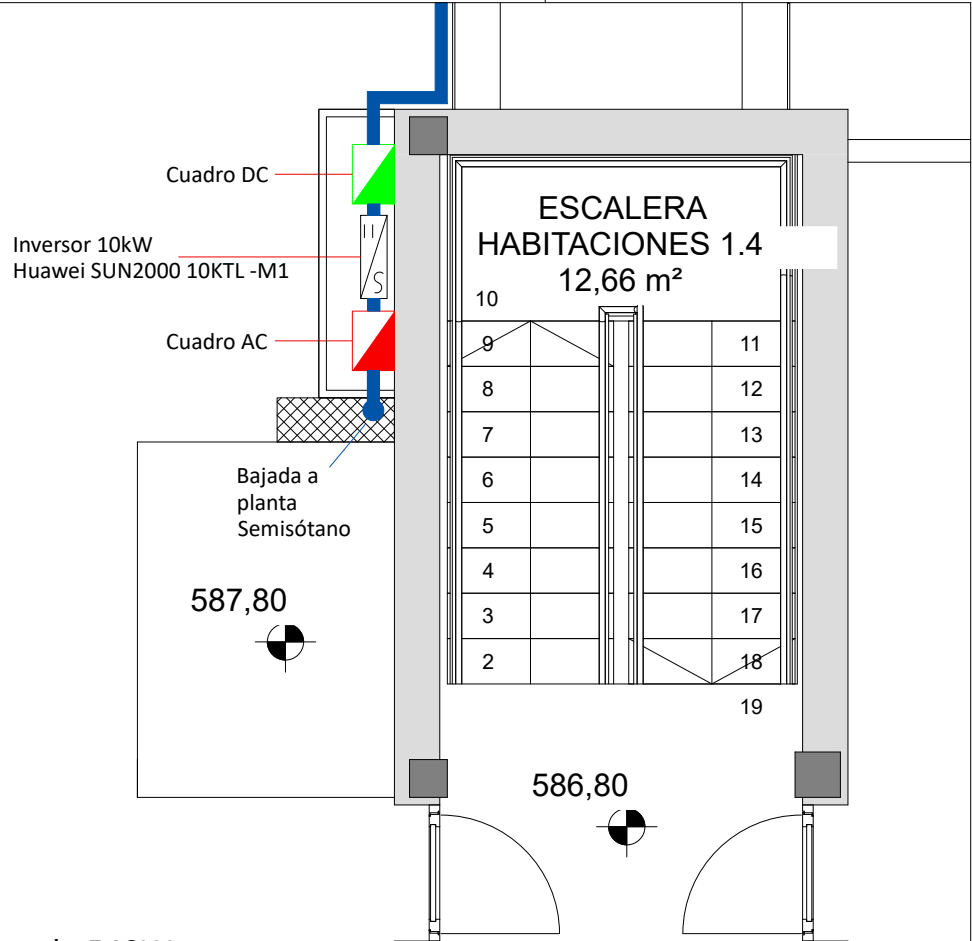
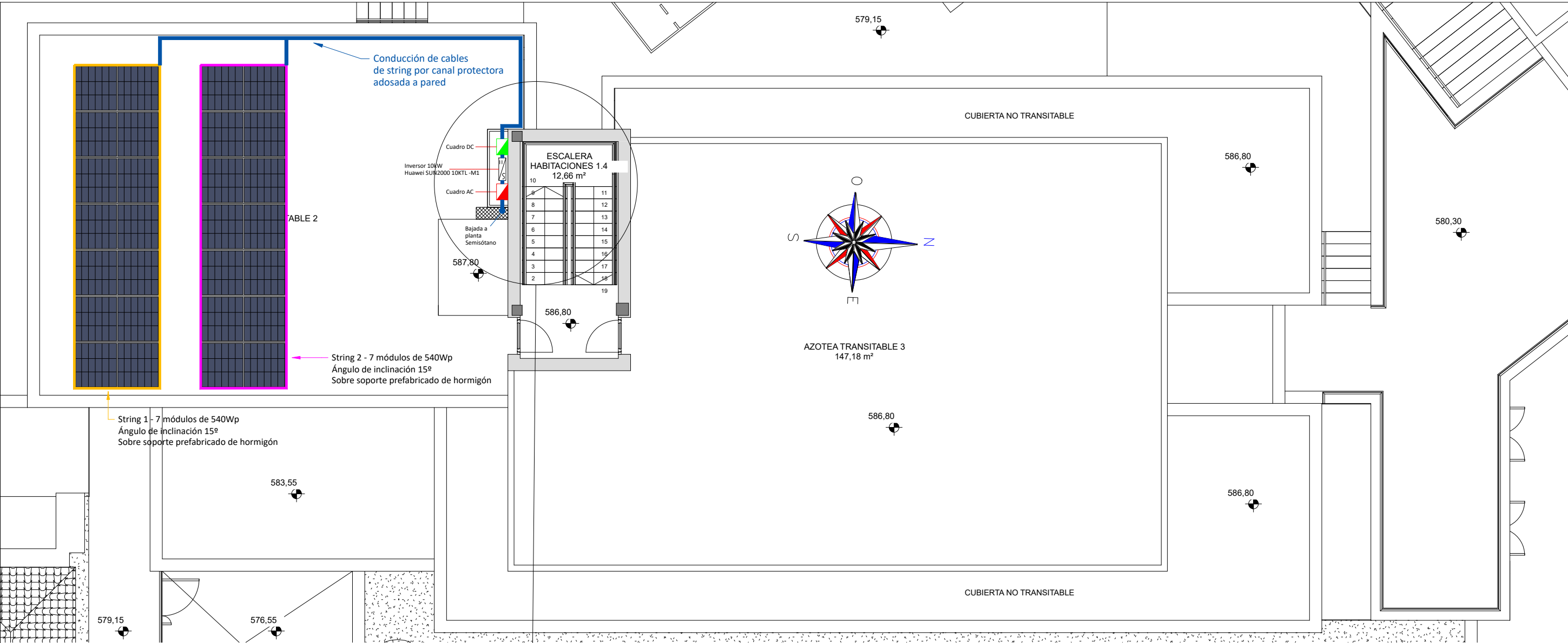
Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%	
	LR5-66HTH-520M	LR5-66HTH-525M	LR5-66HTH-530M	LR5-66HTH-535M	LR5-66HTH-540M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	520	388.6	525	392.3	530	396.0
Open Circuit Voltage (Voc/V)	47.58	44.68	47.73	44.82	47.88	44.96
Short Circuit Current (Isc/A)	14.05	11.35	14.12	11.41	14.20	11.47
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	39.91	36.42	40.06	36.55	40.22	36.70
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.03	10.68	13.11	10.74	13.18	10.80
Module Efficiency(%)	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 2




POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 14
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 7,56 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 7,56 kw
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 10KTL-M1
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 10 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN
PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE	
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21	
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE	
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 PLANTA AZOTEA	Nº Plano: FV_04
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF	Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF
FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: 1/100 (A3)	

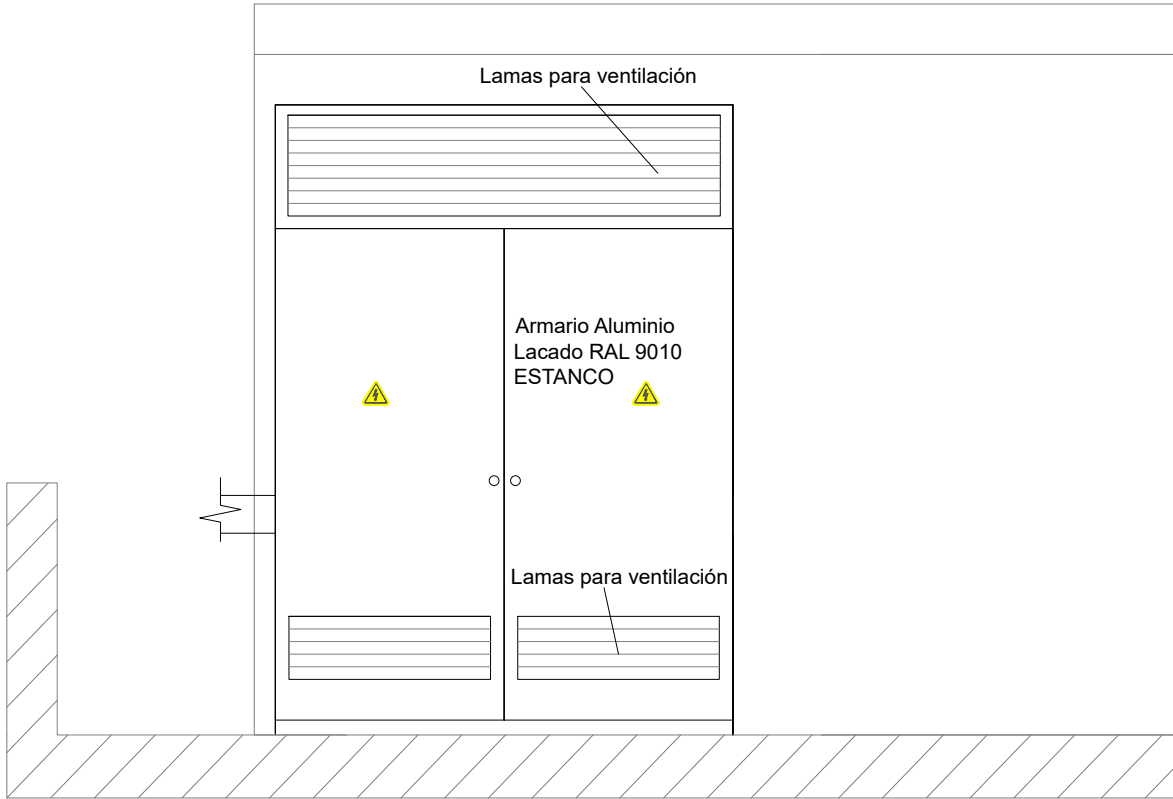


CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 2

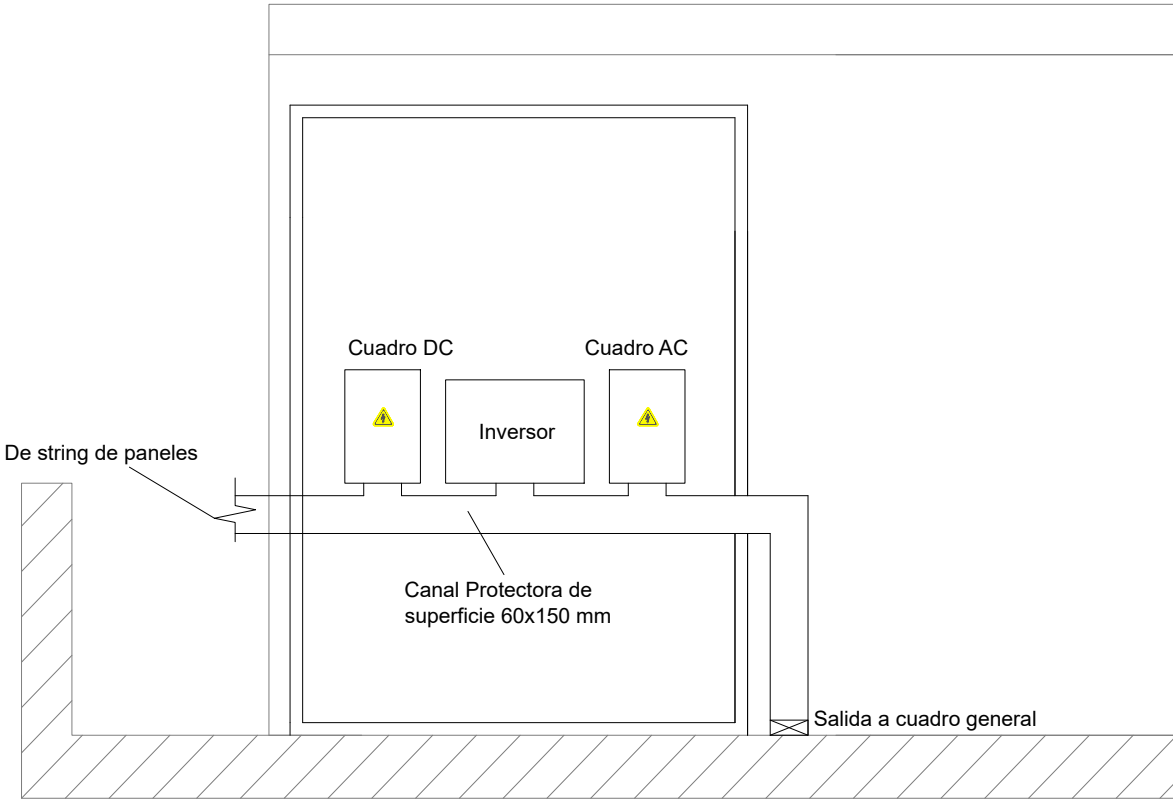
POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 14
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 7,56 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 7,56 kw
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 10KTL-M1
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 10 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN
PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE			
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21			
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE			
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 PLANTA AZOTEA		Nº Plano: FV_05	FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: 1/100 (A3)
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF 		Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF 	
			

EXTERIOR ARMARIO INVERSORES Y CUADROS



INTERIOR ARMARIO INVERSORES Y CUADROS



Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V					
Operating voltage range ³	140 ~ 980 V					
Startup voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	13.5 A					
Max. short-circuit current	19.5 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible battery	LUNA2000-5/10/15-S0, LUNA2000-7/14/21-S1					
Operating voltage range	600 ~ 980 V					
Max. operating current	16.7 A					
Max. charge power	10,000 W					
Max. discharge power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 V AC/380 V AC, 230 V AC/400 V AC, 3W/N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3%					
Output (Off Grid)						
BackupBox	BackupBox-B1					
Max. apparent power	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Rated output voltage	220 V/230 V					
Max. output current	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 2

POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 14
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 7,56 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 7,56 kW
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 10KTL-M1
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 10 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 DETALLE INVERSOR		Nº Plano: FV_06
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF
		FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: 1/30 (A3)



CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 1

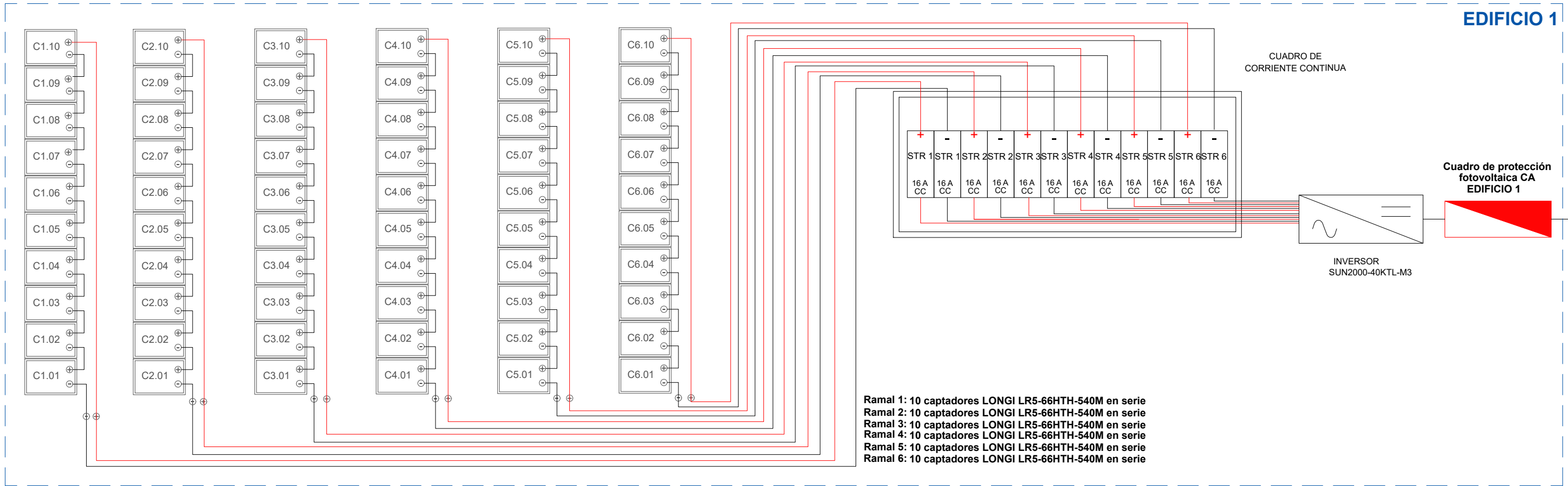
POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 60
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 32,40 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 32,40 kW
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 40KTL-M3
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 40 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN
PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EDIFICIO 2

POTENCIA DE LOS MÓDULOS: 540 Wp
NÚMERO DE MÓDULOS: 14
POTENCIA DEL CAMPO SOLAR: 7,56 kWp
POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN: 7,56 kW
TIPO DE INVERSOR: HUAWEI SUN2000 10KTL-M1
POTENCIA NOMINAL INVERSOR: 10 kW
INSTALADOS SOBRE SOPORTE DE HORMIGÓN
PREFABRICADO - INCLINACIÓN 15º

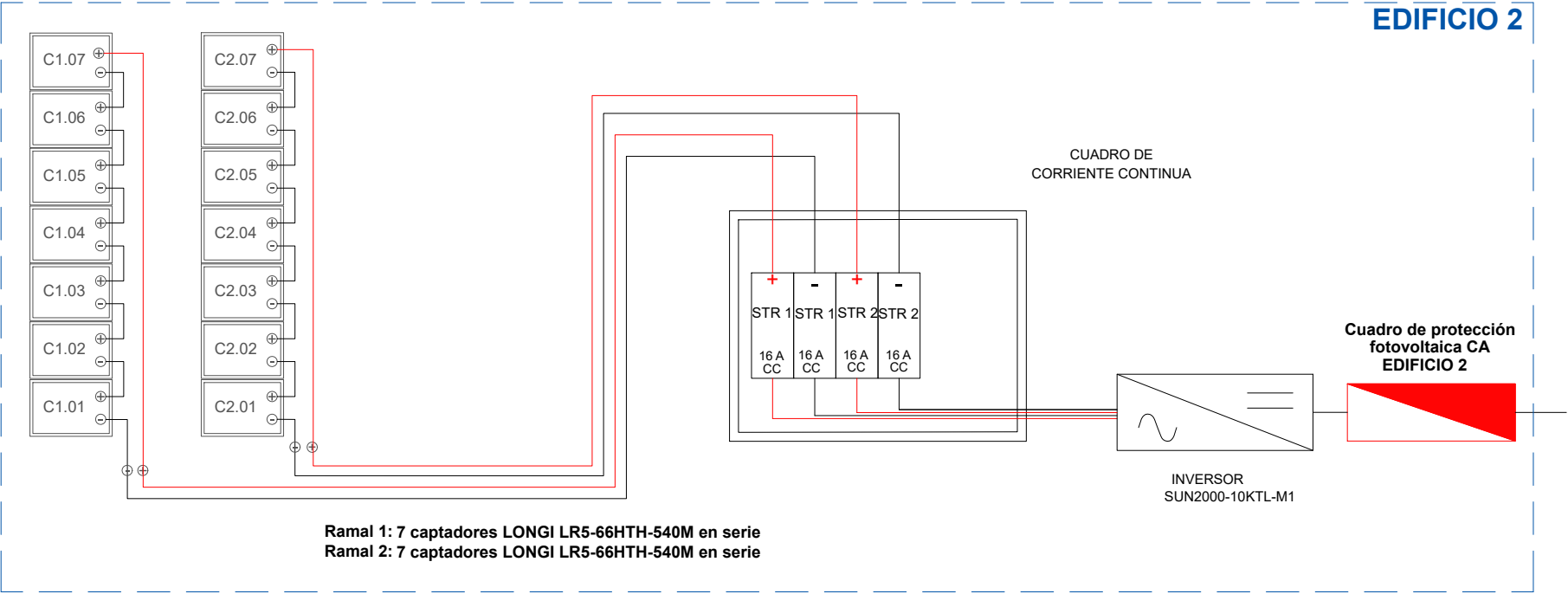
TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 PLANTA SEMISÓTANO		Nº Plano: FV_07
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: 1/100 (A3)
Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF		

EDIFICIO 1






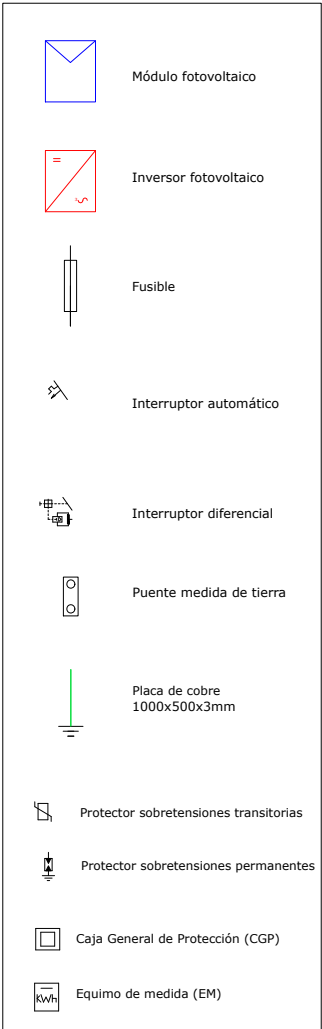
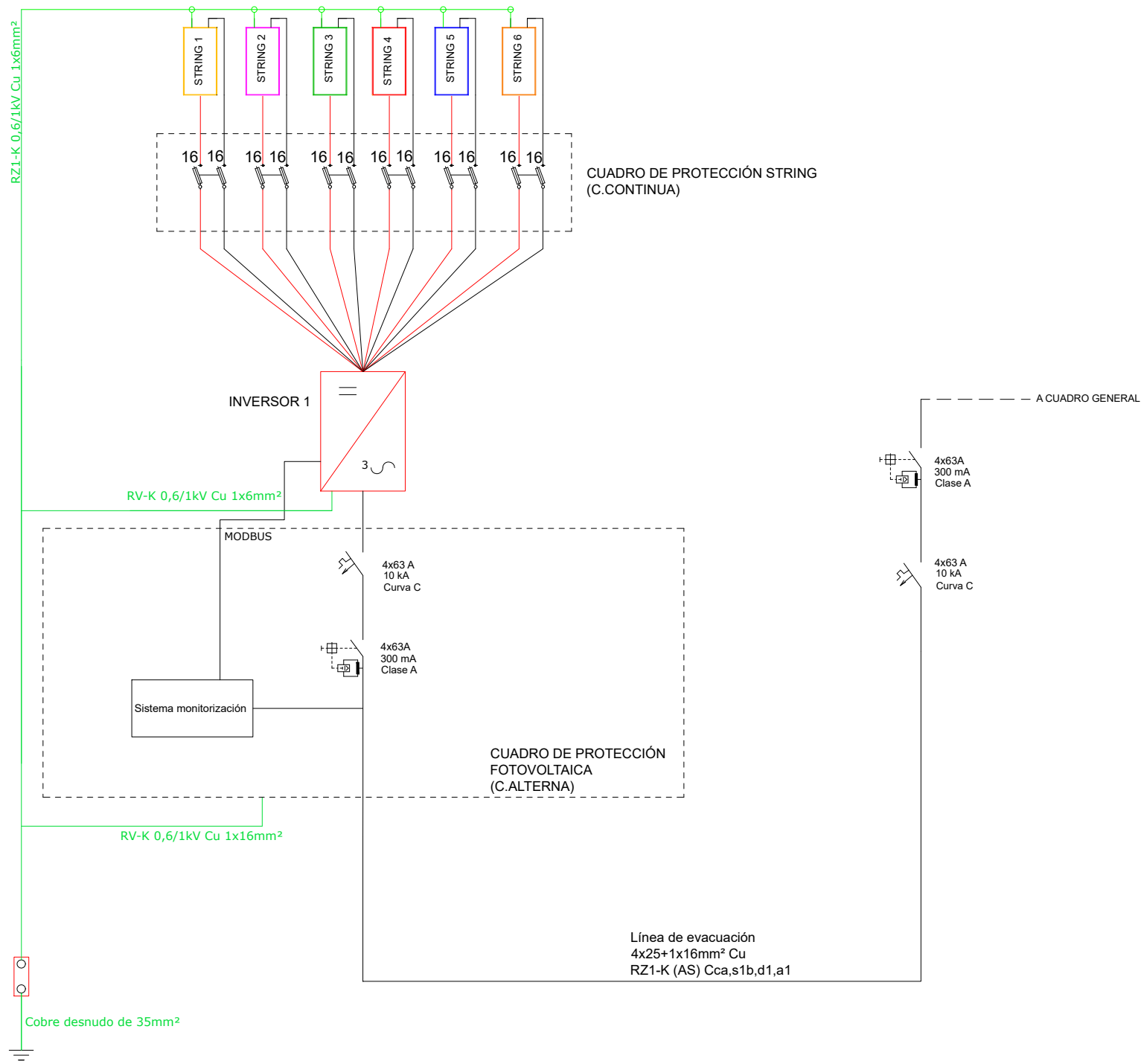
INSTALACIÓN EDIFICIO 1				
INVERSOR	STRING	PANEL FOTOVOLTAICO	Nº PANELES POR STRING	POTENCIA INSTALADA (Wp)
HUAWEI SUN2000-40KTL-M3	1	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	2	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	3	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	4	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	5	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	6	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1 ESQUEMA STRING		Nº Plano: FV_08
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF



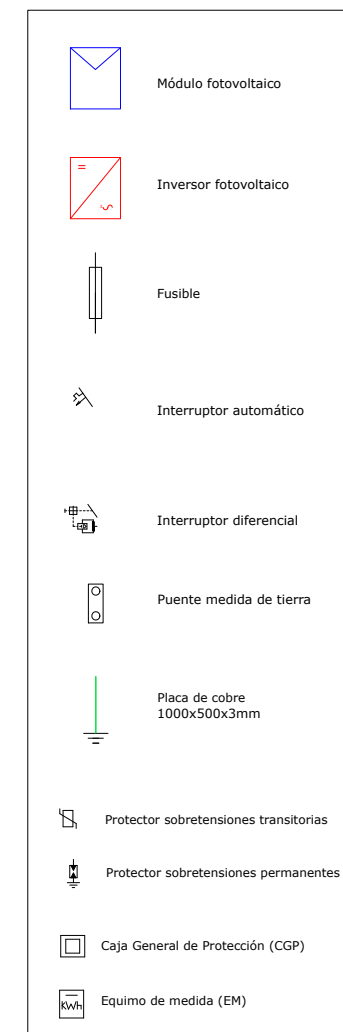
INSTALACIÓN EDIFICIO 2				
INVERSOR	STRING	PANEL FOTOVOLTAICO	Nº PANELES POR STRING	POTENCIA INSTALADA (Wp)
HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	1	LONGI LR5-66HTH-540M	7	3.780
	2	LONGI LR5-66HTH-540M	7	3.780

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE			
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21			
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE			
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 ESQUEMA STRING		Nº Plano: FV_09	FECHA: AGOSTO 2024
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF	ESCALA: S/E (A3)
			






INSTALACIÓN EDIFICIO 1				
INVERSOR	STRING	PANEL FOTOVOLTAICO	Nº PANELES POR STRING	POTENCIA INSTALADA (Wp)
HUAWEI SUN2000-40KTL-M3	1	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	2	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	3	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	4	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	5	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400
	6	LONGI LR5-66HTH-540M	10	5.400

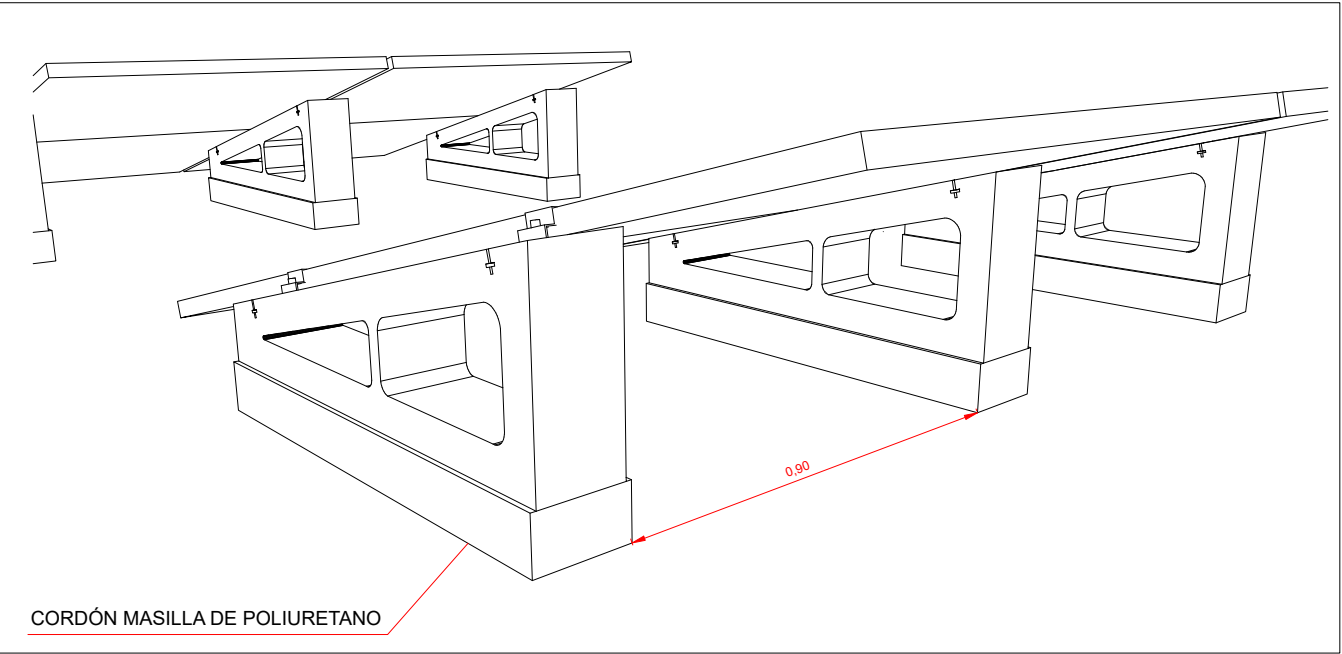
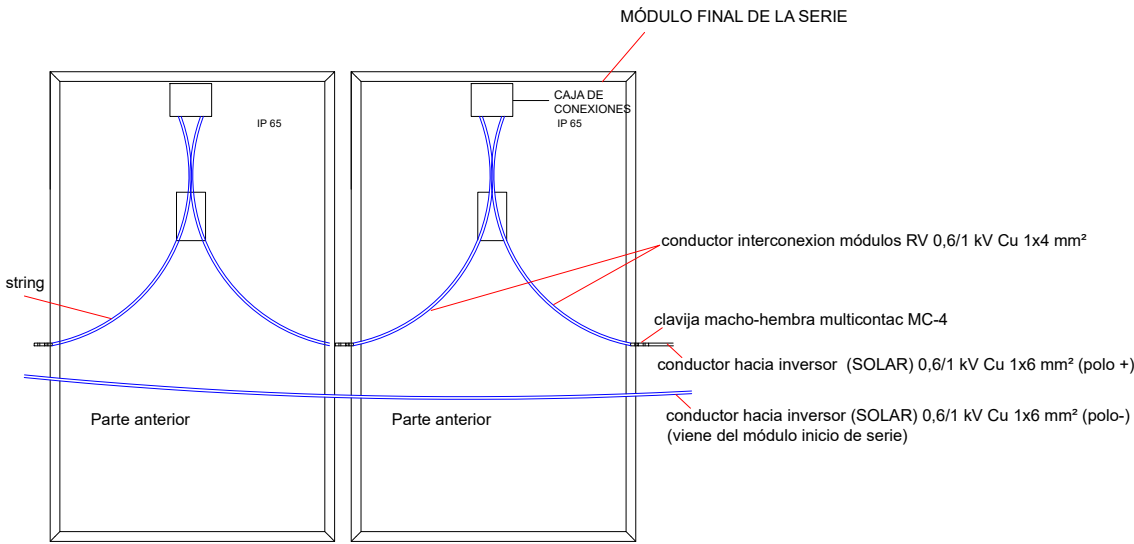
TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 1 ESQUEMA UNIFILAR		Nº Plano: FV_10
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: S/E (A3)
Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF		INPROYCAN Ingeniería y Proyectos de Canarias



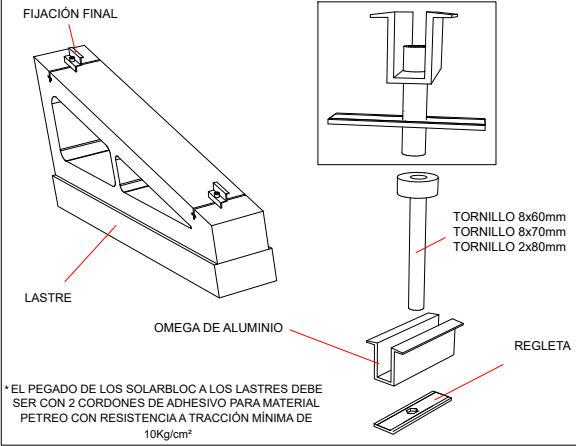
INSTALACIÓN EDIFICIO 2				
INVERSOR	STRING	PANEL FOTOVOLTAICO	Nº PANELES POR STRING	POTENCIA INSTALADA (Wp)
HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	1	LONGI LR5-66HTH-540M	7	3.780
	2	LONGI LR5-66HTH-540M	7	3.780

TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EDIFICIO 2 ESQUEMA UNIFILAR	Nº Plano: FV_11	FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: S/E (A3)
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COIITF 	Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COIITF 	

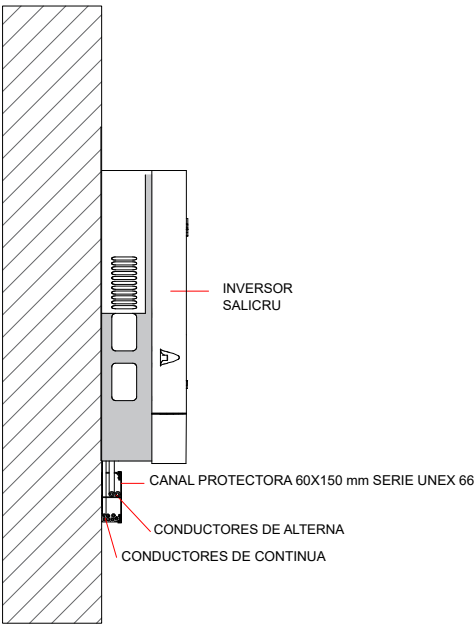
DETALLE DE FORMACIÓN DE STRINGS



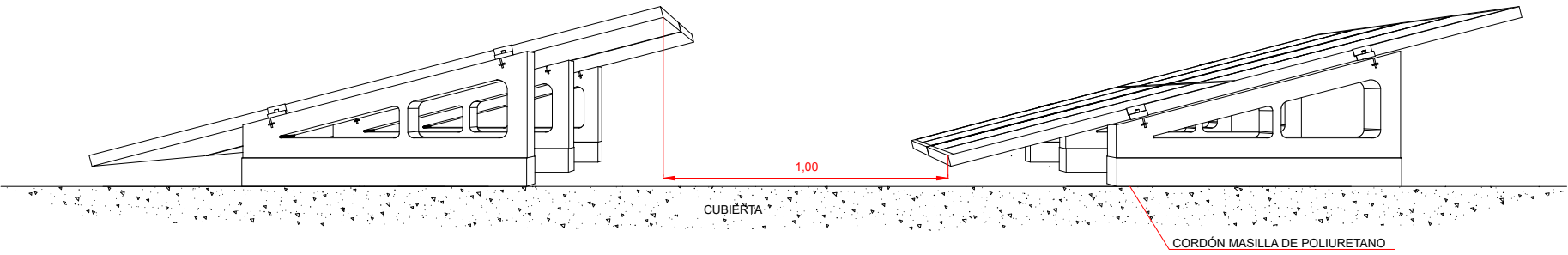
DETALLE DE FIJACIÓN DE LA ESTRUCTURA



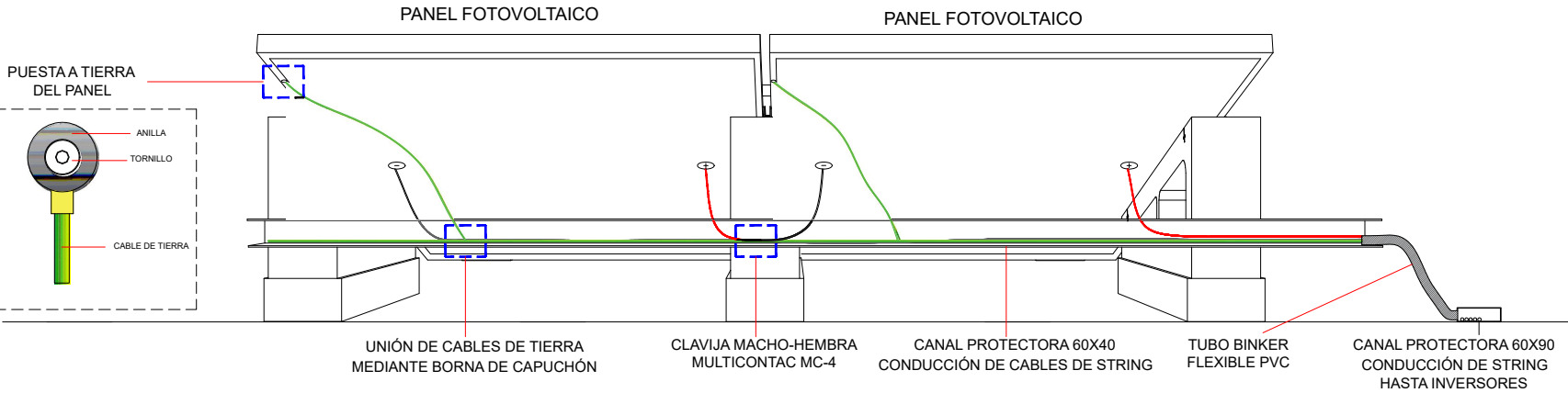
DETALLE DE CANALIZACION Y CONEXIONES DE CONDUCTORES



SEPARACIÓN DE PANELES



DETALLE DE RED EQUIPOTENCIAL DE ESTRUCTURAS Y PUESTA A TIERRA



TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE		
PETICIONARIO: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21		
SITUACIÓN: CAMINO DEL MEDIO, Nº44, 38108 T.M. DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		
NOMBRE DEL PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DETALLES		Nº Plano: FV_12
AUTORES: Jorge Ramos Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 471 COITF		FECHA: AGOSTO 2024 ESCALA: S/E (A3)
Antonio José Villar Pérez INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado: 497 COITF		

DOCUMENTO IV.

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA

ÍNDICE

1.- OBJETO	161
2.- CAMPO DE APLICACIÓN.....	161
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	161
4.- CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN	162
4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	162
4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA	162
4.2.1.- GENERALIDADES	162
4.2.2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO	163
4.2.2.1 CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS.....	163
4.2.2.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	163
4.2.3.- INVERSOR.....	164
4.2.3.1 TIPOS DE INVERSORES.....	165
4.2.3.1.1 Inversores de conmutación natural o inversores conmutados por la red	165
4.2.3.1.2 Inversores de conmutación forzada o autoconmutados.....	165
4.2.4.- CONDUCTORES	166
4.2.5.- CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	166
4.2.5.1 PUNTO DE CONEXIÓN	166
4.2.5.2 INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	167
4.2.5.2.1 Separación Galvánica	167
4.2.5.2.2 Cuadro de salida	167
4.2.5.2.3 Elementos de medida.....	167
4.2.5.2.4 Caja General de protección.....	168
4.2.6.- ESTRUCTURA SOPORTE.....	168
4.2.7.- SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES	168
4.2.7.1 TOMA DE TIERRA	168
4.2.7.2 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	169
4.2.7.2.1 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual	169
4.2.7.2.2 Diferenciales	169
4.2.7.3 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	169
4.2.7.3.1 Protección por corte automático de la alimentación	169
4.2.7.3.2 Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente	169
4.2.7.4 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES	169
4.2.7.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS	169
4.2.7.6 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	170
4.2.7.7 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES	170
4.2.7.8 TUBOS PROTECTORES	170
4.2.7.9 CANALES PROTECTORAS.....	171
4.2.7.10 CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)	171
4.2.7.11 CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).....	171
4.2.7.12 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)	172
4.2.7.13 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)	172
4.2.7.14 CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)	172
4.2.7.15 PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS.....	172
4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED	172
5.- DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.....	173
5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	173
5.2.- COMPROBACIONES INICIALES	173
5.3.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS	174
5.3.1.- INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	174
5.3.2.- CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	175
5.3.3.- INSTALACIÓN DE INVERSORES	175
5.3.4.- INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.....	175
5.3.5.- SEÑALIZACIÓN	175
6.- ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO	175
6.1.- ACABADOS	175
6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN.....	176
6.3.- MEDICIÓN Y ABONO	176

7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	176
7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	176
7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS.....	176
8.- CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO.....	177
8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.	178
8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN	178
9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS	178
9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	179
9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA	179
9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	179
9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	179
9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	179
9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	179
9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA.....	179
10.- CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO	180
10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES	180
10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	180
10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA.....	180
10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA	181
10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO.....	181
11.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO.....	182
11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	182
11.2.- ANTES DE LA CONEXIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA A LA RED DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA	182
11.3.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	182
11.4.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	183
11.4.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	183
11.4.1.1 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	183
11.4.1.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	183
11.4.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	183
11.5.- DOCUMENTACIÓN FINAL	183
11.6.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA	184
11.7.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN.....	184
11.8.- CERTIFICADO PARA INVERSORES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA	184
11.9.- LIBRO DE ÓRDENES.....	184
11.10.- INCOMPATIBILIDADES	184
11.11.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.	184
11.12.- SUBCONTRATACIÓN	185

1.-OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalación Eléctrica Fotovoltaica conectada a la red, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Sección HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica), así como la ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, verificaciones y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas fotovoltaicas conectadas a red eléctrica en Baja Tensión, extendiéndose a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de esta instalación regulada por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas fotovoltaicas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por el Ingeniero-Director y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Asimismo y por aplicación de lo señalado por el CTE-DB-HE-5, se extiende este ámbito a aquellas edificaciones que superen los límites de aplicación establecido en la tabla siguiente, las cuales están obligadas a incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos:

Tabla 1.1 Ámbito de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hypermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en un punto de conexión de la Compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del RD 1663/2000, así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente.

3.-NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, a los efectos de garantizar la calidad, funcionalidad, eficiencia y durabilidad de la instalación fotovoltaica conectada a red y se observarán en todo momento durante su ejecución, las siguientes normas y reglamentos:

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

Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.

Real Decreto 2366/1994 de 9 de Diciembre sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables.

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

Decreto 26/1996, de 9 de febrero, de la Consejería de Industria y Comercio del Gobierno de Canarias por el que se simplifican los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas.

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 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.

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

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE 27-12-2000).

RESOLUCION de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su



PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Real Decreto 1433/2002 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

Ley 51/2002, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, por la que se habilita a los Ayuntamientos para establecer bonificaciones en el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras, a favor de las construcciones, instalaciones u obras que contribuyan o se refieran al uso de la energía solar, a los planes de fomento de la inversión privada en infraestructuras, a las viviendas de protección oficial y a las condiciones de acceso y habitabilidad de los discapacitados.

Real Decreto Ley 2/2003, de 25 de abril, de medidas de reforma económica. Capítulo II – Artículo 13 sobre “Fomento de las Energías Renovables” y Artículo 14 “Fomento del aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo”.

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

ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

Orden de 25 de mayo de 2007 (B.O.C. número 121, de 18 de junio de 2007), por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Real Decreto 661/2007, de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

REAL DECRETO 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Normas de la Compañía Suministradora / Distribuidora de energía eléctrica.

Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.

Colección de Norma UNE del REBT y Normas UNE declaradas de obligado cumplimiento

Otras normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista.

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Asimismo se recomienda la aplicación de los siguientes documentos:

PLAN DE ENERGIAS RENOVABLES 2005-2010 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio-IDAE-Agosto 2005.

Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red – Documento del IDAE. Año 2002.

4.-CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN

4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).

Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).

Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

4.2.1.- GENERALIDADES

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua (CC) y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna (CA). Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los componentes o sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red, básicamente son los siguientes:

- Sistema generador fotovoltaico
- Sistema de Acondicionamiento de potencia o inversor
- Sistema de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

El sistema de acondicionamiento de potencia es el encargado de transformar la energía en forma de corriente continua en corriente alterna, el cual cumplirá con todos aquellos requisitos y condiciones de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, estando dotado de las correspondientes funciones de protección.

4.2.2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO

Genéricamente la instalación contará con un *Generador Fotovoltaico* constituido por módulos fotovoltaicos (FV) para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún tipo de paso intermedio.

Estos módulos a su vez están conformados por células fotovoltaicas de silicio interconectadas entre sí y debidamente protegidas de los agentes externos

4.2.2.1 CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS

Constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (p-n), mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Los tipos más importantes de células solares son los siguientes:

- Silicio Monocristalino:** material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.
- Silicio policristalino:** silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.
- Silicio amorfo:** compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si:H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Su eficiencia es solo del 6-8%. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

Otros tipos:

- Teluro de cadmio:** Rendimiento en laboratorio 16% y en módulos comerciales 8%.
- Arseniuro de Galio:** Uno de los materiales más eficientes. Presenta unos rendimientos en laboratorio del 25.7% siendo los comerciales del 20%.
- Diseleniuro de cobre en indio:** Con rendimientos en laboratorio próximos al 17% y en módulos comerciales del 9%.

Existen también los llamados paneles *Tándem* que combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos. Debido a que cada tipo de material aprovecha sólo una parte del espectro electromagnético de la radiación solar, mediante la combinación de dos o tres tipos de materiales es posible aprovechar una mayor parte del mismo. Con este tipo de paneles se ha llegado a lograr rendimientos del 35%.

Los parámetros generales que caracterizan a las células fotovoltaicas universalmente vienen determinados por la irradiancia (Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie, expresada en kW/m²) y la temperatura cuyas condiciones estándar son las siguientes:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Asimismo se define TONC como *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.

4.2.2.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

También denominada como “placa fotovoltaica” o “panel fotovoltaico” es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene entre 20 y 40 células solares las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12V, 14V, etc.).

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como “Potencia pico” siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en CEM.

Todos los módulos fotovoltaicos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, su 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 de la Dirección Facultativa de la obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Todos los módulos deberán satisfacer las Normas UNE para módulos de silicio cristalino o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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.

Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- Encapsulante,** constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- Cubierta exterior de vidrio templado,** que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las

condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.

- **Cubierta posterior**, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- **Marco de metal**, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.
- **Caja de terminales**: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- **Diodo de protección**: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- a) Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- b) Marcos laterales (si existen) serán de aluminio o acero inoxidable
- c) Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el margen del ± 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo

La estructura del generador se conectará a tierra.

Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. 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.

Tipos de paneles en función de su forma:

Paneles con sistemas de concentración. Mediante una serie de superficies reflectantes concentra la luz sobre los paneles fotovoltaicos

Paneles de formato “teja o baldosa”. De pequeño tamaño, concebidos para combinarse en gran número y por tanto cubrir grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas. Aptos para cubrir grandes demandas energéticas en los que se necesita una elevada superficie de captación.

Paneles bifaciales. Basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar convenientemente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

Sistemas de Seguimiento solar de los módulos:

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del sol que favorezcan y aumenten la captación de la radiación solar

Existen tres tipos de soporte para los colectores solares:

Colocación sobre soporte estático. Soporte sencillo sin movimiento. Dependiendo de la latitud de la instalación y de la aplicación que se quiera dar se dotan a los paneles de la inclinación más adecuada para captar la mayor radiación solar posible. Es el sistema más habitual que se encuentra en las instalaciones.

Sistemas de seguimiento solar de 1 eje. Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento es el más sencillo y el más económico resultando sin embargo incompleto ya que sólo podrá seguir o la inclinación o el azimut del Sol, pero no ambas a la vez.

Sistemas de seguimiento solar de dos ejes. Con este sistema ya es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud y en azimut y siempre se conseguirá que la radiación solar incida perpendicularmente obteniéndose la mayor captación posible. Existen tres sistemas básicos de regulación del seguimiento del sol por dos ejes:

- **Sistemas mecánicos-** El seguimiento se realiza por medio de un motor y de un sistema de engranajes. Dado que la inclinación del Sol varía a lo largo del año es necesario realizar ajustes periódicos, para adaptar el movimiento del soporte
- **Mediante dispositivos de ajuste automático-** El ajuste se realiza por medio de sensores que detectan cuando la radiación no incide perpendicular al panel corrigiéndose la posición por medio de motores.
- **Dispositivos sin motor-** Sistemas que mediante la dilatación de determinados gases, su evaporación y el juego de equilibrios logran un seguimiento del Sol

4.2.3.- INVERSOR

Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en alterna (CA), basándose en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad y por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- a) Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- b) De tipo Autoconmutado.
- c) Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- d) No funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

Sus parámetros fundamentales vienen determinados por:

- a) Voltaje y corriente de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador
- b) Potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.).
- c) Frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.
- d) Voltaje de fase/s en la red
- e) Potencia reactiva de salida del inversor (para instalaciones mayores de 5 kWp)

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.

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de 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.

4.2.3.1 TIPOS DE INVERSORES

4.2.3.1.1 Inversores de conmutación natural o inversores conmutados por la red

Por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red.

Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM, conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT para mayores niveles de tensión y corriente.

4.2.3.1.2 Inversores de conmutación forzada o autoconmutados

Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control.

Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con la finalidad de obtener salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.

Con los inversores tipo PWM se consiguen rendimientos por encima del 90%, incluso con bajos niveles de carga.

Sus principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85%

La eficiencia de un inversor no es constante y depende del régimen de carga al que esté sometido. Para regímenes de carga próximos a la potencia nominal, la eficiencia es mayor que para regímenes de carga bajos.

Con respecto a los requisitos técnicos que los inversores deben satisfacer y en cuanto se refiere a los de tipo monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos) serán los descritos a continuación.

- Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.
- Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:
 - a) Tensión de entrada fuera del margen de operación.
 - b) Desconexión del acumulador.
 - c) Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
 - d) Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.
- Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para

reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

– Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

4.2.4.- CONDUCTORES

Serán los que se indican en los documentos del presente proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

Los conductores necesarios serán de cobre y tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos, debiendo ser suficiente además para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

- Caída de tensión máxima en la parte de CC, 1,5%
- Caída de tensión máxima en la parte de CA, 1%

teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE correspondiente.

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

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. 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 conforme a lo indicado en la norma UNE que le es de aplicación.

Se respetará en todo momento el REBT en lo que a conducciones de cable se refiere.

Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.

Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable

4.2.5.- CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Todas las instalaciones 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, y con el esquema unifilar reflejado en la Resolución de 31 de mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

4.2.5.1 PUNTO DE CONEXIÓN

La instalación fotovoltaica se conectará directamente a la red de distribución en Baja Tensión de la Compañía Distribuidora en el denominado “punto de conexión”, el cual será determinado por la mencionada Compañía, de acuerdo con el Real Decreto 1663/2000, procurando que sea el más cercano posible al lugar de la ubicación de dicha instalación; si bien deben cumplirse en todo caso las siguientes condiciones:

- La suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a una línea de Baja Tensión no podrá superar la mitad de la capacidad de transporte de dicha línea en el punto de conexión. Si el punto de conexión está en un centro de transformación, la suma de las potencias conectadas a ese centro no podrá superar la mitad de la capacidad de transformación. En redes trifásicas 3x220/127 V, no se podrán conectar instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal superior a 60 kVA y, en estos casos, toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a 3x400/230 V.
- La variación de tensión en su propio punto de conexión, provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica, no podrá ser superior al 5%. Además, no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red, la superación del límite reglamentario del +/- 7% en su instalación respectiva.
- Si la potencia nominal de la instalación fotovoltaica es superior a 5 kW, su conexión a la red será trifásica, bien sea mediante inversores monofásicos de hasta 5 kW a las diferentes fases, o directamente mediante un inversor trifásico.

Al mantenerse vigente la propuesta de punto de conexión efectuada por la Compañía distribuidora de energía eléctrica durante el plazo de un año desde la fecha de notificación al titular de la instalación, se deberá asegurar que las anteriores condiciones se podrán mantener durante ese plazo en el punto de conexión propuesto.

En el caso de que sea necesario modificar, ampliar o extender la red de distribución existente para facilitar un punto de conexión en Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, estas instalaciones costeadas por

el generador, deberán ser cedidas en propiedad a la empresa distribuidora.

4.2.5.2 INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Además de los elementos y protecciones que pueda tener la propia instalación fotovoltaica y sus equipos anejos (inversor, etc.), la instalación eléctrica que una la instalación fotovoltaica con la red de la Compañía de Distribución tendrá los siguientes elementos:

4.2.5.2.1 Separación Galvánica

La instalación debe disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de la Compañía Distribuidora y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE que le es de aplicación.

4.2.5.2.2 Cuadro de salida

Este cuadro estará ubicado en la salida de la instalación fotovoltaica, en lugar accesible a la empresa distribuidora, antes de la medida, y contará con los siguientes elementos:

Interruptor general manual: interruptor magnetotérmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 kA, el cual deberá ser accesible a la Compañía Distribuidora de energía en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por la Compañía Distribuidora en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

Interruptor automático diferencial: Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.

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

Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la Compañía Distribuidora; y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la Compañía Distribuidora.

NOTA: Este interruptor puede ser eliminado en el caso de que las protecciones de frecuencia y tensión estén integradas en el inversor y el titular aporte las certificaciones específicas en el Artículo 11, Apartado. 7 del Real Decreto 1663/2000.

4.2.5.2.3 Elementos de medida

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión así como con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

Los elementos para la medida de la energía neta producida por la instalación fotovoltaica estarán ubicados en el “módulo de salida”.

Este módulo se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica, lo más cerca posible de la acometida y se encontrará debidamente identificado. No estará dotado de fusibles.

El módulo de salida será de tipo armario para su instalación en intemperie o de doble aislamiento para su instalación en interior. Ambos cumplirán lo especificado para ellos en la Norma ENDESA NNL007 y serán precintables.

El contador de energía neta fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos o, en su defecto, se conectarán en el propio módulo de salida dos contadores en serie, uno en cada sentido.

En el caso de la instalación con 2 contadores, éstos deberán estar debidamente identificados y marcados con adhesivos, con las leyendas que se exponen a continuación. Los rótulos deberán verse a través de la mirilla de la envolvente.

Las inscripciones serán las siguientes:

Contador que mide la energía que sale de la instalación fotovoltaica: “Salida”.

Contador que mide la energía que consume la instalación fotovoltaica: “Entrada”.

El equipo de medida de la instalación fotovoltaica estará compuesto por los siguientes elementos:

- a) Potencia nominal de la instalación fotovoltaica monofásica (P_n) ≤ 5 KW:
- 2 Contadores de activa direccionales monofásicos de clase 2 ó mejor (medida de entrada y salida).

Envolvente, que cumplirá con la Norma ONSE 33.70-10, tipo CPM 1- D2 sin bases fusibles. La conexión se hará directamente a bornas de conexión situadas en el interior de la envolvente.

En caso de que la facturación sea por precios valle y punta, los contadores deberán ser doble tarifa y se incorporará un reloj de cambio de tarifas.

- b) $5 \text{ kW} \leq P_n \leq 55,42 \text{ KW}$ (correspondiente a una intensidad de 80 A) o trifásico $\leq 5 \text{ kW}$:

1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

Envolvente, que cumplirá con la Norma ONSE 33.70-10, tipo CPM 2-D4 sin bases fusibles. La conexión se efectuará directamente a bornas de conexión situadas en el interior de la envolvente.

- c) $55,42 \text{ kW}$ (correspondiente a una intensidad de 80 A) $< P_n \leq 100 \text{ kW}$:

Embarrado (3 fases y neutro).

3 Transformadores de intensidad.

Regleta de verificación.

1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.



PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Envoltorio que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005.

En cualquiera de los casos anteriores, las características del equipo de medida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica (suma de la potencia de los inversores que intervienen en todas las fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento) se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

El módulo de salida debe ir precintado por la Compañía Distribuidora de energía.

4.2.5.2.4 Caja General de protección

El punto de conexión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de la Compañía Distribuidora se establecerá en una Caja General de Protección (CGP) exclusivamente destinada a tal fin, que cumplirá con la Norma ENDESA NNL010, y su esquema será el CGP 7 – 160 ó el CGP 9 – 160.

Cumplirá con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

4.2.6.- ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte de módulos fotovoltaicos deberá resistir, con éstos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

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 conforme a lo indicado en el Documento Básico DB SE-A “Seguridad Estructural-Acero”.

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

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terrazas) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el apartado de “*Condiciones a satisfacer en cuanto a la Orientación e inclinación y sombras del*

generador fotovoltaico” del presente Pliego de Condiciones, sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

El cálculo y características de la estructura soporte se obtiene de lo indicado en el Documento Básico DB SE-A “Seguridad Estructural-Acero”

4.2.7.- SISTEMA O CONJUNTO DE 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 y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

Por tanto la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

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 particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

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

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

Asimismo 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.

4.2.7.1 TOMA DE TIERRA

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.

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

Las tomas de tierra se establecerán:

Del generador FV: estructura soporte y marco metálico.

De la instalación correspondiente a los consumos de alterna.

La superficie del conductor de protección, será como mínimo la del conductor de fase correspondiente (4 mm² para CC y 10 mm² para CA)

4.2.7.2 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envoltorios.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

4.2.7.2.1 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. 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.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

4.2.7.2.2 Diferenciales

Ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos. Están compuestos por:

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor. Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

4.2.7.3 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

4.2.7.3.1 Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 del REBT y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE correspondiente.

Se emplean dispositivos del tipo:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.
- Diferenciales

4.2.7.3.2 Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente

Se asegura esta protección por:

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

4.2.7.4 PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES

- Sobrecargas, cortocircuitos: fusibles y magnetotérmicos (Pías).
- Sobretensiones red (por tormentas, etc.): varistores (en los paneles)

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o Corriente Alterna.

4.2.7.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ITC-BT-19 del REBT.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por La Dirección Facultativa.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados. El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

4.2.7.6 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

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 (con protección mecánica) o 4 mm² (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envoltorios de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envoltorios pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

4.2.7.7 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.2.7.8 TUBOS PROTECTORES

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la

profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separado 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT

4.2.7.9 CANALES PROTECTORAS

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelos a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

4.2.7.10 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 5 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

4.2.7.11 CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC-BT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

4.2.7.12 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

4.2.7.13 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

4.2.7.14 CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruados con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ICT-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ICT-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

4.2.7.15 PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado 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 idioma español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, etc.) 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.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Generador Fotovoltaico:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT), satisfaciendo las especificaciones contempladas en las Normas UNE para módulos de silicio cristalino, o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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.

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.

Inversor:

El inversor deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Contadores y equipos:

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Cuadros generales de distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

Cables eléctricos, accesorios para cables, etc.

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

5.-DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. La instalación fotovoltaica 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.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

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.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

5.2.- COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

5.3.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

Se registrará de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT.

Replanteo.

Al inicio de la obra, habrá que indicar con los planos del presente proyecto, sobre el terreno, el movimiento de tierras, si fuese necesario, ubicación de las zapatas, losa corrida, estructura soporte, paneles, etc.

Cimentación.

Si fuese necesario, se realizará en primer lugar el movimiento de tierras, la excavación de las zapatas, o losa corrida, en el caso de que los módulos solares fotovoltaicos, vayan colocados sobre estructura soporte en el suelo.

Si la colocación de los módulos es sobre terraza, tejado, o sobre fachadas; no hará falta cimentación y sólo se tendrá que realizar las obras de sujeción de la estructura, previa comprobación, de que el tejado, fachada o terraza, soporte el peso de la estructura. En el caso de estructura sobre el suelo, será necesaria la excavación de las zapatas, colocando a continuación la armadura metálica pertinente. A continuación se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de la estructura, procediéndose a continuación, a la colocación de la misma.

5.3.1.- INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras, debiendo evitarse instalaciones con ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

En el caso de sistemas montados sobre cubiertas y tejados, se deberá respetar un espacio en la parte posterior del módulo para permitir su adecuada ventilación.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo "antivandálico". La cimentación puede ser tanto horizontal como vertical sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte de los módulos podrán ser realizadas con aluminio anodizado de elevada resistencia a los agentes atmosféricos,

permitiendo de esta manera una larga duración de los elementos de soporte, aun en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizarse para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo se evitará perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiera el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Los módulos rotos o dañados deben manipularse con cuidado y eliminarse de forma adecuada. Los cristales rotos pueden presentar filos y producir heridas si no se manipulan con un equipo protector adecuado.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado.

Para instalaciones en tejados, los módulos deben montarse sobre una cubierta resistente al fuego homologada para este tipo de instalación.

Posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de los módulos, conectando el o los campos fotovoltaicos, mediante canalización eléctrica, al inversor o inversores, para que la transformen en corriente alterna, con tensión y frecuencia de red, para su inyección en la misma. Estas canalizaciones, cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica ITC-BT-07, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

Ubicaciones de los módulos:

Éstos podrán instalarse en:

- Integración en fachada.
 - En fachada vertical continua.
 - En fachada vertical discontinua.
 - En fachada inclinada.
 - Instalación de módulo inclinado en fachada vertical.
- Integración en cubierta.
 - En cubierta inclinada.
 - En cubierta plana.
 - Estructura inclinada en cubierta plana.
 - En "Dientes de Sierra" sobre cubierta plana.
 - En cubierta curva.

- Integración en los dispositivos de control solar: Asimismo podrán ser instalados con seguidor o sin seguidor solar.
- Integración en mobiliario urbano.
- Integración colindante en espacio de vías públicas de alta velocidad.
- Integración en otros elementos de mobiliario urbano (pérgolas urbanas).

Cubierta.- La cubierta del edificio, debe ser resistente al peso de la estructura que conforma la instalación de las placas solares. La superficie de la cubierta en la que se ubique la estructura de las placas solares, podrá ser plana o inclinada:

5.3.2.- CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas serán inferiores a los límites de la tabla adjunta.

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

Considerándose tres situaciones: a) general, b) superposición de módulos y, c) integración arquitectónica

b) *Superposición:* se considera a la colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente de la edificación donde se instala sin la doble funcionalidad definida en el siguiente apartado c). En este caso no se aceptarán módulos horizontales.

c) *Integración arquitectónica* se produce cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales, considerándose.

- I. **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/cubierta o en la fachada del mismo.
- II. **Elementos de Revestimiento**, cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
- III. **Elementos de Cerramiento**, cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

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.

5.3.3.- INSTALACIÓN DE INVERSORES

Los inversores se colocarán en el punto de conexión a red, que la empresa distribuidora haya indicado previamente.

Se observarán las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

Su emplazamiento deberá estar alejado de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre 0 y 40°C.

Para su montaje se seleccionará un paramento o superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional de refrigeración adecuado para la dispersión del calor.

Se marcará su posición en el paramento y se realizarán los taladros para su sujeción, colocando y apretando los tornillos.

Se realizará el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando siempre el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.

Seguidamente el inversor se conectará a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de cortocircuito eléctrico, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

5.3.4.- INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Para su ejecución se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC - BT-16 del REBT.

5.3.5.- SEÑALIZACIÓN

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

6.-ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

6.1.- ACABADOS

Terminada la instalación eléctrica fotovoltaica, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los

revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

• Punto de conexión de la instalación

Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora

• Estructura soporte

Sistema de fijación

Material y Anclaje

• Paneles fotovoltaicos

Orientación, inclinación, producción de sombras

Estado de los marcos y de la superficie del panel

Interconexión entre paneles

Conexiones con el inversor

Espacio para dilatación térmica

• Inversor

Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora

Anclaje y posición

Conexiones y funcionamiento

• Protecciones

Pruebas de funcionamiento

• Equipos de medida

• Canalizaciones

• Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.

• Cimentación, zanjas y hormigonado (si procede)

• Cajas

• Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

6.3.- MEDICIÓN Y ABONO

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como generador fotovoltaico, inversor, caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc., por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

7.-RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corrientes serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas:

- 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 procedimientos experimentales (véase Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, editado por el IDAE- PCT-C Rev. Octubre 2002) utilizado: 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

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.

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, además de los contemplados en el primer párrafo del presente apartado:

Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.

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.

Asimismo realizará las siguientes comprobaciones:

- **Medida de aislamiento de la instalación:** el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados. La medida de aislamiento se efectuará según lo indicado en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- **Empalmes:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- **Medición** de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

8.-CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica de Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas

actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica

correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.

Se definen diferentes escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación al objeto de asegurar su correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de vigilancia: El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (energía, tensión etc.) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la limpieza de los módulos en el caso de que sea necesario.

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:

- Visita a la instalación en el plazo máximo de 1 semana y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma con resolución de la misma en el plazo de 15 días.
- 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 competente que conozca la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una revisión semestral (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- a) Comprobación de las protecciones eléctricas.
- b) Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.

- c) Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- d) Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietos, limpieza.

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

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

Paneles.

Inspección general 1 ó 2 veces al año asegurándose de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

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

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

9.-INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Deberán realizarse en los plazos siguientes, en función de su fecha de autorización de puesta en marcha o de su antigüedad, según el caso:

- 1.1. Instalaciones con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 5 años.
- 1.2. Instalaciones con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:
 - 1.2.1. Desde la última revisión periódica realizada en cumplimiento de la Orden de 30 de enero de 1996: 5 años.
 - 1.2.2. Resto de las instalaciones sin revisión realizada, contados desde su puesta en marcha: 5 años.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 5 años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- a) Grupos diésel: DOS (2) años
- b) Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- c) Turbinas de vapor: CUATRO (4) años
- d) Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos. Los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS

INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

10.-CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley

30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las

actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- Tener a disposición de la Dirección General de Industria y

Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.

- Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad

10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones

oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

11.-CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO

11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- Uso o destino de la misma.
- Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá

ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

11.2.- ANTES DE LA CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A LA RED DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

Antes de proceder a la conexión de la instalación fotovoltaica a la red eléctrica de Baja Tensión, y de acuerdo con el apartado 9 de la ITC-BT-40, la Compañía distribuidora podrá realizar las siguientes comprobaciones, mediciones y verificaciones:

- Revisión del certificado de características principales de la instalación y superación de pruebas emitido por el Instalador Especialista, modalidad 9, que realizó la instalación y efectuó las pruebas.
- Comprobación de que las características de los elementos instalados en las cajas y módulos se corresponden con las indicadas en el proyecto de la instalación aprobado por la Compañía Distribuidora.
- Comprobación de que en el circuito de generación hasta el equipo de medida no haya intercalado ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o consumo.
- Comprobación del correcto funcionamiento del Interruptor general manual y que éste puede ser bloqueado por la Compañía distribuidora en su posición de abierto.
- Comprobación del correcto funcionamiento del interruptor automático de la interconexión y de las protecciones de tensión y frecuencia, que deben quedar precintadas por la Compañía distribuidora.
- Medición del factor de potencia de la instalación fotovoltaica.
- Revisión del correcto montaje de los equipos de medida y precintado de los circuitos.
- Comprobación de que el titular de la instalación dispone de un medio de comunicación que puede poner de forma inmediata a la Compañía distribuidora con el responsable del funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Quien realice la verificación debe confirmar con el Centro de Control de la Compañía distribuidora su conocimiento del mismo.

11.3.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

11.4.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

11.4.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.4.1.1 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

11.4.1.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como “anexos” al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

11.4.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de “negativo”. Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquella si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

11.5.- DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) **Documentación administrativa y jurídica:** datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) **Instrucciones de uso y mantenimiento:** información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un “Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario”. Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un “Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario”. Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) **Certificados de eficiencia energética:** (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiaria durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a

diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

11.6.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

11.7.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

11.8.- CERTIFICADO PARA INVERSORES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Asimismo y de acuerdo con las Normas particulares de la Compañía Suministradora se expedirá certificación en la que conste que el inversor de la instalación fotovoltaica cumple con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, y en concreto con las siguientes condiciones técnicas:

1. Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. Este contactor cumple con lo especificado en el apto 7 del Art. 11 del RD 1663/2000.
2. La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia está dentro de los valores de 51 y 49 Hz, respectivamente y los de máxima y mínima tensión entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.
3. Asimismo se certifica que en el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.
4. Los dispositivos usados para la detección de frecuencia y tensión se han calibrado mediante el equipo (descripción, marca, modelo), habiendo el inversor superado todas las pruebas realizadas, estando éstas documentadas.
5. El inversor dispone de separación galvánica entre la red de distribución de BT y la instalación fotovoltaica.

11.9.- LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

11.10.- INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

11.11.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación.

Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

11.12.- SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndose la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Al respecto se estará a lo estipulado, para la ejecución de los siguientes trabajos realizados en obras de construcción tales como excavación; movimiento de tierras; construcción; montaje y desmontaje de elementos prefabricados; acondicionamientos o instalaciones; transformación; rehabilitación; reparación; desmantelamiento; derribo; mantenimiento; conservación y trabajos de pintura y limpieza; saneamiento, por el REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, el cual tiene por objeto establecer las normas necesarias para la aplicación y desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:



Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF



Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF

DOCUMENTO V.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PRECIOS DESCOMPUESTOS

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
1 Instalación fotovoltaica					
1.1 Instalación Fotovoltaica					
1.1.1 01	ud	Suministro e instalación de panel Panel Solar LR5-66HTH-540M marca LONGI SOLAR y/o equivalente. Totalmente instalado y probado. Incluso medios auxiliares para posicionamiento de módulos en cubierta y acceso a cubierta.			
	LR5-66HTH-540	1,000 ud	Placa Solar LR5-66HTH-540M	165,32	165,32
	M01B0070	0,500 h	Oficial electricista	17,66	8,83
	M01B0080	0,500 h	Ayudante electricista	16,74	8,37
	%0.03	3,000 %	Med aux	182,50	5,48
		3,000 %	Costes indirectos	188,00	5,64
	Precio total por ud				193,64
1.1.2 02	ud	Suministro e instalación de inversor solar de conexión a red trifásico de 40 kW modelo SUN2000-40KTL-M3 marca Huawei y/o equivalente. Totalmente instalado y probado.			
	SUN2000-40KTL	1,000 ud	Inversor HUAWEI SUN2000-40KTL-M3	3.090,00	3.090,00
	M01B0070	0,650 h	Oficial electricista	17,66	11,48
	M01B0080	0,650 h	Ayudante electricista	16,74	10,88
	%0.03	3,000 %	Med aux	3.112,40	93,37
		3,000 %	Costes indirectos	3.205,73	96,17
	Precio total por ud				3.301,90
1.1.3 03	ud	Suministro e instalación de sistema monitorización DTSU666-H sistema compatible para inversores HUAWEI, datos de producción consumo, etc.			
	6B2OP000016	1,000 ud	Sistema monitorización ESM3T 300D50	470,00	470,00
			EQX2		
	M01B0070	0,500 h	Oficial electricista	17,66	8,83
	M01B0080	0,500 h	Ayudante electricista	16,74	8,37
	%0.03	3,000 %	Med aux	487,20	14,62
		3,000 %	Costes indirectos	501,82	15,05
	Precio total por ud				516,87
1.1.4 04	Ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.			
	mt35sol006	1,000 Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galv	30,00	30,00
	M01B0110	0,190 h	Oficial instalador	17,66	3,36
	M01B0120	0,180 h	Ayudante instalador	16,74	3,01
	%0.03	3,000 %	Med aux	36,40	1,09
		3,000 %	Costes indirectos	37,46	1,12
	Precio total por Ud				38,58
1.1.5 05	ml	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC			
	CAB-SO6LB	1,000 ud	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	2,60	2,60
	M01B0080	0,050 h	Ayudante electricista	16,74	0,84
	%0.03	3,000 %	Med aux	3,40	0,10
		3,000 %	Costes indirectos	3,54	0,11
	Precio total por ml				3,65

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.1.6 06		ml	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	
	CAB-SO6LR	1,000 ud	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	2,60
	M01B0080	0,050 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	3,40
		3,000 %	Costes indirectos	3,54
			Precio total por ml	3,65
1.1.7 07		m	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	
	E22IB0200	1,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV CPR Cca-s1b,d1,a1, Cu de 1x25 mm²	3,85
	M01B0070	0,050 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,050 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	5,60
		3,000 %	Costes indirectos	5,74
			Precio total por m	5,91
1.1.8 08		m	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	
	E22IB0180	1,000 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV CPR Cca-s1b,d1,a1, Cu de 1x10 mm²	2,88
	M01B0070	0,050 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,050 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	4,60
		3,000 %	Costes indirectos	4,74
			Precio total por m	4,88
1.1.9 09		ud	Suministro e instalación de conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos de 10,3x38 mm, unipolar (1P), modelo STI A9N15636 o similar	
	mt35amc800bfl	1,000 ud	Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de	0,73
	mt35amc810a	1,000 ud	Base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensidad	4,29
	M01B0080	0,650 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	15,90
		3,000 %	Costes indirectos	16,38
			Precio total por ud	16,87

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.1.10	10	ud	Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I_{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico		
	77707852	1,000 ud	Protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I _{max}	49,61	49,61
	M01B0070	0,150 h	Oficial electricista	17,66	2,65
	M01B0080	0,150 h	Ayudante electricista	16,74	2,51
	%0.03	3,000 %	Med aux	54,80	1,64
		3,000 %	Costes indirectos	56,41	1,69
		Precio total por ud			58,10
1.1.11	11	ud	Suministro e instalación de caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente con grados de protección IP65 - IK09, aislamiento clase II tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, dimensiones 298x420x140 mm, marca Gewiss referencia GW40104. Totalmente instalada y comprobada.		
	GW40104	1,000 ud	Envoltorio de 24 elementos de 420 x 298 x 140 mm IP65 IK09	325,00	325,00
	M01B0070	2,000 h	Oficial electricista	17,66	35,32
	M01B0080	2,000 h	Ayudante electricista	16,74	33,48
	%0.02	2,000 %	Medios auxiliares	393,80	7,88
		3,000 %	Costes indirectos	401,68	12,05
		Precio total por ud			413,73
1.1.12	12	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.		
	mt35amc101II	1,000 Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4)	168,00	168,00
	M01B0070	0,500 h	Oficial electricista	17,66	8,83
	%0.03	3,000 %	Med aux	176,80	5,30
		3,000 %	Costes indirectos	182,13	5,46
		Precio total por Ud			187,59
1.1.13	13	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.		
	mt35amc101II	1,000 Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4)	168,00	168,00
	M01B0070	0,500 h	Oficial electricista	17,66	8,83
	%0.03	3,000 %	Med aux	176,80	5,30
		3,000 %	Costes indirectos	182,13	5,46
		Precio total por Ud			187,59
1.1.14	14	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.		
	mt35ase825nn	1,000 Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad	305,25	305,25
	M01B0070	0,500 h	Oficial electricista	17,66	8,83
	%0.03	3,000 %	Med aux	314,10	9,42
		3,000 %	Costes indirectos	323,50	9,71
		Precio total por Ud			333,21

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.1.15	15	ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C. Totalmente instalado y probado.	
	mt35ase825jj	1,000 ud	interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad	165,00
	M01B0080	0,400 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	171,70
		3,000 %	Costes indirectos	176,85
			Precio total por ud	182,16
1.1.16	16	ud	Suministro e instalación de canal Unex no perforada 60x80 en U23X referencia 60.80.07 marca Unex y/o equivalente. Totalmente instalado	
	60.80.07	1,000 ud	Canal Unex 60x80 en U23X	11,27
	M01B0070	0,130 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,065 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	14,70
		3,000 %	Costes indirectos	15,10
			Precio total por ud	15,55
1.1.17	17	m	Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.	
	M01B0070	0,092 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,092 h	Ayudante electricista	16,74
	CU160RV-K	1,000 Ml.	CABLE RV-K 0.6/1 KV 1 x 16 mm Cu	1,69
	%0.03	3,000 %	Med aux	4,90
		3,000 %	Costes indirectos	5,00
			Precio total por m	5,15
1.1.18	18	m	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	
	mt35cun010e1	1,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1 de 1x6 mm² de sección	1,49
	M01B0070	0,092 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,092 h	Ayudante electricista	16,74
	%0.03	3,000 %	Med aux	4,70
		3,000 %	Costes indirectos	4,79
			Precio total por m	4,93
1.1.19	19	ud	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm para toma de tierra de estructura, unido mediante soldadura aluminotérmica. Totalmente instalado.	
	E22LA0010	1,000 m	Conductor cobre desnudo 35 mm².	9,70
	E22LC0010	1,000 ud	p.p. de soldadura aluminotérmica.	1,02
	M01B0070	0,170 h	Oficial electricista	17,66
	M01B0080	0,165 h	Ayudante electricista	16,74
	M94KDJF	0,500 ud	Acero dulce diámetro 12mm	2,35
	%0.03	3,000 %	Med aux	17,70
		3,000 %	Costes indirectos	18,19
			Precio total por ud	18,74

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.1.20	20	ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de cemento, sobre cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.		
	900878-B	1,000 ud	SOPORTE DE CEMENTO AJUSTABLE 10°-40° VERNISOL	46,80	46,80
	M01A0030	0,050 h	Peón	16,50	0,83
	M01B0080	0,050 h	Ayudante electricista	16,74	0,84
	%0.03	3,000 %	Med aux	48,50	1,46
		3,000 %	Costes indirectos	49,93	1,50
			Precio total por ud		51,43
1.1.21	21	ud	Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1		
	SUN2000-10KTL	1,000 ud	Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	1.798,00	1.798,00
	M01B0070	0,650 h	Oficial electricista	17,66	11,48
	M01B0080	0,650 h	Ayudante electricista	16,74	10,88
	%0.03	3,000 %	Med aux	1.820,40	54,61
		3,000 %	Costes indirectos	1.874,97	56,25
			Precio total por ud		1.931,22
1.1.22	22	ud	Suministro e instalación de seccionador de tierra ubicado en caja de seccionamiento modelo CST-50 marca Uriarte y/o equivalente con puente y accesorios.		
	M01B0070	0,670 h	Oficial electricista	17,66	11,83
	M01B0080	0,670 h	Ayudante electricista	16,74	11,22
	PCST-50	1,000 UD	CAJA CST-50	21,86	21,86
	PMCST-50	1,000 UD	ACCESORIOS Y PEQUEÑO MATERIAL	4,55	4,55
	%0.03	3,000 %	Med aux	49,50	1,49
		3,000 %	Costes indirectos	50,95	1,53
			Precio total por ud		52,48
1.1.23	23	m	Suministro e instalacion de puesta tierra de masas metálicas de las escuadras y masas metáticas de la instalación fotovoltaica mediante conductor aislado H07V-K, Clase mínima CPR Eca, 450/750V de sección 1x6 mm2 en cobre, con código de color amarillo -verde, canalizado en canal protector		
	mt35cun040ad	1,000 ud	Cable unipolar verde amarillo H07V-K 450/750 V Eca de 1x6 mm²	1,52	1,52
	M01B0070	0,015 h	Oficial electricista	17,66	0,26
	M01B0080	0,015 h	Ayudante electricista	16,74	0,25
	%0.03	3,000 %	Med aux	2,00	0,06
		3,000 %	Costes indirectos	2,09	0,06
			Precio total por m		2,15
1.1.24	24	ml	Suministro e instalación de cable UTP categoría 6 tipo LSZH AMP NetConect incluso mano de obra de instalación bajo tubo o en bandeja. Totalmente montado y conectado. El cable no presentará empalmes o uniones y será continuo.		
	P1000498	1,000 Ud	Cable UTP categoría 6 tipo LSZH	1,42	1,42
	M01B0070	0,020 h	Oficial electricista	17,66	0,35
	M01B0080	0,020 h	Ayudante electricista	16,74	0,33
	%0.03	3,000 %	Med aux	2,10	0,06
		3,000 %	Costes indirectos	2,16	0,06
			Precio total por ml		2,22

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
1.1.25	25	ud	Suministro e instalación de caja de pared Schneider Electric Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250mm, IK10, IP66 y carril DIN.		
			Totalmente instalada y comprobada.		
	NSYS3D6625P	1,000 ud	Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250	214,92	214,92
	M01B0070	2,000 h	Oficial electricista	17,66	35,32
	M01B0080	2,000 h	Ayudante electricista	16,74	33,48
	%0.03	3,000 %	Med aux	283,70	8,51
		3,000 %	Costes indirectos	292,23	8,77
			Precio total por ud		301,00
1.1.26	26	ud	Ejecución de armario de instalaciones a partir de carpintería de aluminio lacado color blanco (RAL 9010) para instalación interior de cuadros eléctricos e inversor de la instalación fotovoltaica. El armario tendrá unas dimensiones aproximadas de 1,80 x 3,00 x 0,50 (Largo x ancho x fondo), anclado en su parte inferior y posterior a los cerramientos existentes. Incluye ejecución de marcos de lamas inferior y superior tal y como se indica en planos de detalle. Incluso p.p. de herrajes, cerraduras, montaje, nivelación. Incluye pegatina de riesgo eléctrico. Incluye instalación de ventilación axial para extracción de 75 m³/h. Totalmente terminado y rematado.		
	000345	1,000 ud	Armario de aluminio de dos hojas	1.700,00	1.700,00
	01200000	1,000 ud	EXTRACTOR CATA BLANCO UC-10 STD 01200000	34,00	34,00
	M01B0010	24,000 h	Oficial cerrajero	17,66	423,84
	M01B0020	24,000 h	Ayudante cerrajero	16,74	401,76
	M01A0030	8,000 h	Peón	16,50	132,00
	%0.03	3,000 %	Med aux	2.691,60	80,75
		3,000 %	Costes indirectos	2.772,35	83,17
			Precio total por ud		2.855,52
1.1.27	27	ud	Suministro e instalación de pica de acero cobrizado de 2 m y 14 mm de diámetro unida mediante soldadura aluminotérmica. La partida incluye la apertura del terreno para su instalación y posterior reposición del pavimento.		
	E22LB0010	1,000 ud	Pica puesta a tierra de 1,5 m	8,93	8,93
	M01B0070	4,000 h	Oficial electricista	17,66	70,64
	M01B0080	4,000 h	Ayudante electricista	16,74	66,96
	%0.03	3,000 %	Med aux	146,50	4,40
		3,000 %	Costes indirectos	150,93	4,53
			Precio total por ud		155,46
1.1.28	28	ud	Suministro e instalación de arqueta de registro de toma a tierra de poliéster modelo TAR-T 200 mm referencia 479712020P0000 marca PINAZO y/o equivalente. Totalmente instalada		
	M01B0070	1,000 h	Oficial electricista	17,66	17,66
	M01B0080	1,000 h	Ayudante electricista	16,74	16,74
	479712020P0000	1,000 ud	Arqueta TAR-T 200	35,00	35,00
	%0.03	3,000 %	Med aux	69,40	2,08
		3,000 %	Costes indirectos	71,48	2,14
			Precio total por ud		73,62
			1.2 Legalización y puesta en marcha		
1.2.1	4.1	ud	Visita de inspección por inspector de Organismo de Control Autorizado (OCA) y emisión de informe de la instalación eléctrica de Baja Tensión.		
	OCA	1,000	Organismo de Control (OCA)	450,00	450,00
	%0.03	3,000 %	Med aux	450,00	13,50
		3,000 %	Costes indirectos	463,50	13,91
			Precio total por ud		477,41

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.2.2 4.2		ud	Elaboración y tramitación del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión en la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias según modelo normalizado. Incluye realización de manual de Usuario. Incluye tasas (modelo 700)	
	M01B0070	8,000 h	Oficial electricista	17,66
	VAR	1,000 ud	Tasas	50,23
	%0.03	3,000 %	Med aux	191,50
		3,000 %	Costes indirectos	197,26
			Precio total por ud	203,18

CUADRO DE PRECIOS I

Cuadro de precios nº 1

Advertencia: Los precios designados en letra en este cuadro, con la rebaja que resulte en la subasta en su caso, son los que sirven de base al contrato, y se utilizarán para valorar la obra ejecutada, siguiendo lo prevenido en la Cláusula 46 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, considerando incluidos en ellos los trabajos, medios auxiliares y materiales necesarios para la ejecución de la unidad de obra que definan, conforme a lo prescrito en la Cláusula 51 del Pliego antes citado, por lo que el Contratista no podrá reclamar que se introduzca modificación alguna en ello, bajo ningún pretexto de error u omisión.

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 Instalación fotovoltaica		
	1.1 Instalación Fotovoltaica		
1.1.1	ud Suministro e instalación de panel Panel Solar LR5-66HTH-540M marca LONGI SOLAR y/o equivalente. Totalmente instalado y probado. Incluso medios auxiliares para posicionamiento de módulos en cubierta y acceso a cubierta.	193,64	CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.1.2	ud Suministro e instalación de inversor solar de conexión a red trifásico de 40 kW modelo SUN2000-40KTL-M3 marca Huawei y/o equivalente. Totalmente instalado y probado.	3.301,90	TRES MIL TRESCIENTOS UN EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
1.1.3	ud Suministro e instalación de sistema monitorización DTSU666-H sistema compatible para inversores HUAWEI, datos de producción consumo, etc.	516,87	QUINIENTOS DIECISEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.1.4	Ud Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.	38,58	TREINTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.1.5	ml Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	3,65	TRES EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.1.6	ml Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	3,65	TRES EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.1.7	m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	5,91	CINCO EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
1.1.8	m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	4,88	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1.9	ud Suministro e instalación de conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos de 10,3x38 mm, unipolar (1P), modelo STI A9N15636 o similar	16,87	DIECISEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.1.10	ud Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I _{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico	58,10	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
1.1.11	ud Suministro e instalación de caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente con grados de protección IP65 - IK09, aislamiento clase II tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, dimensiones 298x420x140 mm, marca Gewiss referencia GW40104. Totalmente instalada y comprobada.	413,73	CUATROCIENTOS TRECE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.1.12	Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	187,59	CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.1.13	Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	187,59	CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.1.14	Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	333,21	TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
1.1.15	ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C. Totalmente instalado y probado.	182,16	CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
1.1.16	ud Suministro e instalación de canal Unex no perforada 60x80 en U23X referencia 60.80.07 marca Unex y/o equivalente. Totalmente instalado	15,55	QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.1.17	m Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.	5,15	CINCO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1.18	m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	4,93	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.1.19	ud Suministro e instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm para toma de tierra de estructura, unido mediante soldadura aluminotérmica. Totalmente instalado.	18,74	DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.1.20	ud Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de cemento, sobre cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.	51,43	CINCUENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.1.21	ud Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	1.931,22	MIL NOVECIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
1.1.22	ud Suministro e instalación de seccionador de tierra ubicado en caja de seccionamiento modelo CST-50 marca Uriarte y/o equivalente con puente y accesorios.	52,48	CINCUENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.1.23	m Suministro e instalación de puesta tierra de masas metálicas de las escuadras y masas metálicas de la instalación fotovoltaica mediante conductor aislado H07V-K, Clase mínima CPR Eca, 450/750V de sección 1x6 mm² en cobre, con código de color amarillo -verde, canalizado en canal protector	2,15	DOS EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
1.1.24	ml Suministro e instalación de cable UTP categoría 6 tipo LSZH AMP NetConnect incluso mano de obra de instalación bajo tubo o en bandeja. Totalmente montado y conectado. El cable no presentará empalmes o uniones y será continuo.	2,22	DOS EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
1.1.25	ud Suministro e instalación de caja de pared Schneider Electric Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250mm, IK10, IP66 y carril DIN. Totalmente instalada y comprobada.	301,00	TRESCIENTOS UN EUROS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1.26	ud Ejecución de armario de instalaciones a partir de carpintería de aluminio lacado color blanco (RAL 9010) para instalación interior de cuadros eléctricos e inversor de la instalación fotovoltaica. El armario tendrá unas dimensiones aproximadas de 1,80 x 3,00 x 0,50 (Largo x ancho x fondo), anclado en su parte inferior y posterior a los cerramientos existentes. Incluye ejecución de marcos de lamas inferior y superior tal y como se indica en planos de detalle. Incluso p.p. de herrajes, cerraduras, montaje, nivelación. Incluye pegatina de riesgo eléctrico. Incluye instalación de ventilación axial para extracción de 75 m³/h. Totalmente terminado y rematado.	2.855,52	DOS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.1.27	ud Suministro e instalación de pica de acero cobrizado de 2 m y 14 mm de diámetro unida mediante soldadura aluminotérmica. La partida incluye la apertura del terreno para su instalación y posterior reposición del pavimento.	155,46	CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.1.28	ud Suministro e instalación de arqueta de registro de toma a tierra de poliéster modelo TAR-T 200 mm referencia 479712020P0000 marca PINAZO y/o equivalente. Totalmente instalada	73,62	SETENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.2 Legalización y puesta en marcha			
1.2.1	ud Visita de inspección por inspector de Organismo de Control Autorizado (OCA) y emisión de informe de la instalación eléctrica de Baja Tensión.	477,41	CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
1.2.2	ud Elaboración y tramitación del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión en la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias según modelo normalizado. Incluye realización de manual de Usuario. Incluye tasas (modelo 700)	203,18	DOSCIENTOS TRES EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
	En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024 Los Ingenieros Industriales Antonio Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez		

CUADRO DE PRECIOS II

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Instalación fotovoltaica		
	1.1 Instalación Fotovoltaiica		
1.1.1	ud Suministro e instalación de panel Panel Solar LR5-66HTH-540M marca LONGI SOLAR y/o equivalente. Totalmente instalado y probado. Incluso medios auxiliares para posicionamiento de módulos en cubierta y acceso a cubierta.		
	<i>Mano de obra</i>	17,20	
	<i>Materiales</i>	165,32	
	<i>Medios auxiliares</i>	5,48	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	5,64	
			193,64
1.1.2	ud Suministro e instalación de inversor solar de conexión a red trifásico de 40 kW modelo SUN2000-40KTL-M3 marca Huawei y/o equivalente. Totalmente instalado y probado.		
	<i>Mano de obra</i>	22,36	
	<i>Materiales</i>	3.090,00	
	<i>Medios auxiliares</i>	93,37	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	96,17	
			3.301,90
1.1.3	ud Suministro e instalación de sistema monitorización DTSU666-H sistema compatible para inversores HUAWEI, datos de producción consumo, etc.		
	<i>Mano de obra</i>	17,20	
	<i>Materiales</i>	470,00	
	<i>Medios auxiliares</i>	14,62	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	15,05	
			516,87
1.1.4	Ud Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.		
	<i>Mano de obra</i>	6,37	
	<i>Materiales</i>	30,00	
	<i>Medios auxiliares</i>	1,09	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	1,12	
			38,58
1.1.5	ml Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC		
	<i>Mano de obra</i>	0,84	
	<i>Materiales</i>	2,60	
	<i>Medios auxiliares</i>	0,10	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,11	
			3,65
1.1.6	ml Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC		
	<i>Mano de obra</i>	0,84	
	<i>Materiales</i>	2,60	
	<i>Medios auxiliares</i>	0,10	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,11	
			3,65
1.1.7	m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.		
	<i>Mano de obra</i>	1,72	
	<i>Materiales</i>	3,85	
	<i>Medios auxiliares</i>	0,17	
	<i>3 % Costes indirectos</i>	0,17	
			5,91

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1.8	<p>m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).</p> <p>Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>1,72 2,88 0,14 0,14</p>	4,88
1.1.9	<p>ud Suministro e instalación de conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos de 10,3x38 mm, unipolar (1P), modelo STI A9N15636 o similar</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>10,88 5,02 0,48 0,49</p>	16,87
1.1.10	<p>ud Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I_{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>5,16 49,61 1,64 1,69</p>	58,10
1.1.11	<p>ud Suministro e instalación de caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente con grados de protección IP65 - IK09, aislamiento clase II tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, dimensiones 298x420x140 mm, marca Gewiss referencia GW40104. Totalmente instalada y comprobada.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>68,80 325,00 7,88 12,05</p>	413,73
1.1.12	<p>Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>8,83 168,00 5,30 5,46</p>	187,59
1.1.13	<p>Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>8,83 168,00 5,30 5,46</p>	187,59
1.1.14	<p>Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>8,83 305,25 9,42 9,71</p>	333,21

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1.15	ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C. Totalmente instalado y probado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	6,70 165,00 5,15 5,31	182,16
1.1.16	ud Suministro e instalación de canal Unex no perforada 60x80 en U23X referencia 60.80.07 marca Unex y/o equivalente. Totalmente instalado <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	3,39 11,27 0,44 0,45	15,55
1.1.17	m Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	3,16 1,69 0,15 0,15	5,15
1.1.18	m Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	3,16 1,49 0,14 0,14	4,93
1.1.19	ud Suministro e instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm para toma de tierra de estructura, unido mediante soldadura aluminotérmica. Totalmente instalado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	5,76 11,90 0,53 0,55	18,74
1.1.20	ud Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de cemento, sobre cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	1,67 46,80 1,46 1,50	51,43
1.1.21	ud Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1 <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	22,36 1.798,00 54,61 56,25	1.931,22
1.1.22	ud Suministro e instalación de seccionador de tierra ubicado en caja de seccionamiento modelo CST-50 marca Uriarte y/o equivalente con puente y accesorios. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	23,05 26,41 1,49 1,53	52,48

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1.23	<p>m Suministro e instalacion de puesta tierra de masas metálicas de las escuadras y masas metáticas de la instalación fotovoltaica mediante conductor aislado H07V-K, Clase mínima CPR Eca, 450/750V de sección 1x6 mm2 en cobre, con código de color amarillo -verde, canalizado en canal protector</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>0,51 1,52 0,06 0,06</p>	2,15
1.1.24	<p>ml Suministro e instalación de cable UTP categoría 6 tipo LSZH AMP NetConect incluso mano de obra de instalación bajo tubo o en bandeja. Totalmente montado y conectado. El cable no presentará empalmes o uniones y será continuo.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>0,68 1,42 0,06 0,06</p>	2,22
1.1.25	<p>ud Suministro e instalación de caja de pared Schneider Electric Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250mm, IK10, IP66 y carril DIN.</p> <p>Totalmente instalada y comprobada.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>68,80 214,92 8,51 8,77</p>	301,00
1.1.26	<p>ud Ejecución de armario de instalaciones a partir de carpintería de aluminio lacado color blanco (RAL 9010) para instalación interior de cuadros eléctricos e inversor de la instalación fotovoltaica. El armario tendrá unas dimensiones aproximadas de 1,80 x 3,00 x 0,50 (Largo x ancho x fondo), anclado en su parte inferior y posterior a los cerramientos existentes. Incluye ejecución de marcos de lamas inferior y superior tal y como se indica en planos de detalle. Incluso p.p. de herrajes, cerraduras, montaje, nivelación. Incluye pegatina de riesgo eléctrico. Incluye instalación de ventilación axial para extracción de 75 m³/h. Totalmente terminado y rematado.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>957,60 1.734,00 80,75 83,17</p>	2.855,52
1.1.27	<p>ud Suministro e instalación de pica de acero cobrizado de 2 m y 14 mm de diámetro unida mediante soldadura aluminotérmica. La partida incluye la apertura del terreno para su instalación y posterior reposición del pavimento.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>137,60 8,93 4,40 4,53</p>	155,46
1.1.28	<p>ud Suministro e instalación de arqueta de registro de toma a tierra de poliester modelo TAR-T 200 mm referencia 479712020P0000 marca PINAZO y/o equivalente. Totalmente instalada</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>34,40 35,00 2,08 2,14</p>	73,62
1.2	Legalización y puesta en marcha		
1.2.1	<p>ud Visita de inspección por inspector de Organismo de Control Autorizado (OCA) y emisión de informe de la instalación eléctrica de Baja Tensión.</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p>	<p>450,00 13,50 13,91</p>	477,41

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.2.2	<p>ud Elaboración y tramitación del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión en la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias según modelo normalizado. Incluye realización de manual de Usuario. Incluye tasas (modelo 700)</p> <p><i>Mano de obra</i> <i>Resto de Obra</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i></p> <p>En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024 Los Ingenieros Industriales</p> <p>Antonio Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez</p>	<p>141,28 50,23 5,75 5,92</p>	203,18

LISTADO DE MANO DE OBRA

Cuadro de mano de obra

Cuadro de mano de obra

Página 1

Num. Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas	Total
1 OCA	Organismo de Control (OCA)	450,00	1,000	450,00
2 M01B0010	Oficial cerrajero	17,66	48,000 h	847,68
3 M01B0110	Oficial instalador	17,66	14,060 h	248,64
4 M01B0070	Oficial electricista	17,66	167,330 h	2.949,63
5 M01B0020	Ayudante cerrajero	16,74	48,000 h	803,52
6 M01B0080	Ayudante electricista	16,74	213,930 h	3.585,86
7 M01B0120	Ayudante instalador	16,74	13,320 h	222,74
8 M01A0030	Peón	16,50	19,700 h	325,42
		Total mano de obra:		9.433,49

LISTADO DE MATERIALES

Cuadro de materiales

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
1 SUN2000-40...	Inversor HUAWEI SUN2000-40KTL-M3	3.090,00	1,000 ud	3.090,00
2 SUN2000-10...	Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	1.798,00	1,000 ud	1.798,00
3 000345	Armario de aluminio de dos hojas	1.700,00	2,000 ud	3.400,00
4 6B2OP000016	Sistema monitorización ESM3T 300D50 EQX2	470,00	2,000 ud	940,00
5 GW40104	Envoltente de 24 elementos de 420 x 298 x 140 mm IP65 IK09	325,00	2,000 ud	650,00
6 mt35ase825...	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensid	305,25	2,000 Ud	610,50
7 NSYS3D6625P	Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250	214,92	2,000 ud	429,84
8 mt35amc101...	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4	168,00	4,000 Ud	672,00
9 LR5-66HTH-...	Placa Solar LR5-66HTH-540M	165,32	74,000 ud	12.233,68
10 mt35ase825...	nterruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensida	165,00	2,000 ud	330,00
11 77707852	Protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA Imax	49,61	8,000 ud	396,88
12 900878-B	SOPORTE DE CEMENTO AJUSTABLE 10°-40° VERNISOL	46,80	74,000 ud	3.463,20
13 #####...	Arqueta TAR-T 200	35,00	2,000 ud	70,00
14 01200000	EXTRACTOR CATA BLANCO UC-10 STD 01200000	34,00	2,000 ud	68,00
15 mt35sol006	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galv	30,00	74,000 Ud	2.220,00
16 PCST-50	CAJA CST-50	21,86	2,000 UD	43,72
17 60.80.07	Canal Unex 60x80 en U23X	11,27	140,000 ud	1.577,80
18 E22LA0010	Conductor cobre desnudo 35 mm².	9,70	20,000 m	194,00
19 E22LB0010	Pica puesta a tierra de 1,5 m	8,93	2,000 ud	17,86
20 PMCST-50	ACCESORIOS Y PEQUEÑO MATERIAL	4,55	2,000 UD	9,10
21 mt35amc810a	Base modular para fusibles cilíndricos, unipolar (1P), intensida	4,29	16,000 ud	68,64
22 E22IB0200	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV, norma UNE 21123-4, CPR Cca-s1b,d1,al Cu de 1x25 mm²	3,85	500,000 m	1.925,00
23 E22IB0180	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV, norma UNE 21123-4, CPR Cca-s1b,d1,al, Cu de 1x10 mm²	2,88	227,600 m	655,49
24 CAB-SO6LR	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	2,60	519,000 ud	1.349,40
25 CAB-SO6LB	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	2,60	519,000 ud	1.349,40
26 M94KDJF	Acero dulce diámetro 12mm	2,35	10,000 ud	23,60
27 CU16ORV-K	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V).	1,69	70,000 Ml.	118,30
28 mt35cun040...	Cable unipolar verde amarillo H07V-K 450/750 V Eca de 1x6 mm²	1,52	370,000 ud	562,40
29 mt35cun010...	Cable unipolar RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1 de 1x6 mm² de sección	1,49	260,000 m	387,40
30 P1000498	Cable UTP categoría 6 tipo LSZH	1,42	130,000 Ud	184,60
31 E22LC0010	p.p. de soldadura aluminotérmica.	1,02	20,000 ud	20,40
32 mt35amc800...	Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de	0,73	16,000 ud	11,68
Total materiales:				38.870,89

MEDICIONES

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción					Medición
1.1.- Instalación Fotovoltaica							
1.1.1	Ud	Suministro e instalación de panel Panel Solar LR5-66HTH-540M marca LONGI SOLAR y/o equivalente. Totalmente instalado y probado. Incluso medios auxiliares para posicionamiento de módulos en cubierta y acceso a cubierta.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1							
String 1		10				10,00	
String 2		10				10,00	
String 3		10				10,00	
String 4		10				10,00	
String 5		10				10,00	
String 6		10				10,00	
Edificio 2							
String 1		7				7,00	
String 2		7				7,00	
						74,00	74,00
		Total ud:					74,00
1.1.2	Ud	Suministro e instalación de inversor solar de conexión a red trifásico de 40 kW modelo SUN2000-40KTL-M3 marca Huawei y/o equivalente. Totalmente instalado y probado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		1				1,00	
						1,00	1,00
		Total ud:					1,00
1.1.3	Ud	Suministro e instalación de sistema monitorización DTSU666-H sistema compatible para inversores HUAWEI, datos de producción consumo, etc.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		1				1,00	
Edificio 2		1				1,00	
						2,00	2,00
		Total ud:					2,00
1.1.4	Ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		60				60,00	
Edificio 2		14				14,00	
						74,00	74,00
		Total Ud:					74,00
1.1.5	MI	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1							
Strings 1		1	90,00			90,00	
Strings 2		1	87,00			87,00	
Strings 3		1	79,00			79,00	
Strings 4		1	70,00			70,00	
Strings 5		1	70,00			70,00	
Strings 6		1	63,00			63,00	
Edificio 2							
Strings 1		1	32,00			32,00	
Strings 2		1	28,00			28,00	
						519,00	519,00
		Total ml:					519,00
1.1.6	MI	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1							
Strings 1		1	90,00			90,00	
Strings 2		1	87,00			87,00	
Strings 3		1	79,00			79,00	
Strings 4		1	70,00			70,00	
Strings 5		1	70,00			70,00	
						(Continúa...)	

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición					
1.1.6	MI	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	(Continuación...)					
Strings 6	1	63,00			63,00			
Edificio 2								
Strings 1	1	32,00			32,00			
Strings 2	1	28,00			28,00			
					519,00		519,00	
Total ml							519,00	
1.1.7	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Línea de evacuación (edificio 1 al cuadro general)	4	115,00					460,00	
	1	40,00					40,00	
					500,00		500,00	
Total m							500,00	
1.1.8	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Línea de evacuación (edificio 2 al cuadro general)	4	46,90					187,60	
	1	40,00					40,00	
					227,60		227,60	
Total m							227,60	
1.1.9	Ud	Suministro e instalación de conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos de 10,3x38 mm, unipolar (1P), modelo STI A9N15636 o similar	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Cuadro C.C								
Edificio 1								
String 1	2						2,00	
String 2	2						2,00	
String 3	2						2,00	
String 4	2						2,00	
String 5	2						2,00	
String 6	2						2,00	
Edificio 2								
String 1	2						2,00	
String 2	2						2,00	
					16,00		16,00	
Total ud							16,00	
1.1.10	Ud	Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA Imax (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1								
String 1	1						1,00	
String 2	1						1,00	
String 3	1						1,00	
String 4	1						1,00	
String 5	1						1,00	
String 6	1						1,00	
Edificio 2								
String 1	1						1,00	
String 2	1						1,00	
					8,00		8,00	
Total ud							8,00	

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición					
1.1.11	Ud	Suministro e instalación de caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente con grados de protección IP65 - IK09, aislamiento clase II tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, dimensiones 298x420x140 mm, marca Gewiss referencia GW40104. Totalmente instalada y comprobada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 2						
		Cuadro C.C	1				1,00	
		Cuadro C.A	1				1,00	
							2,00	2,00
		Total ud						2,00
1.1.12	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total Ud						2,00
1.1.13	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total Ud						2,00
1.1.14	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total Ud						2,00
1.1.15	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C. Totalmente instalado y probado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total ud						2,00
1.1.16	Ud	Suministro e instalación de canal Unex no perforada 60x80 en U23X referencia 60.80.07 marca Unex y/o equivalente. Totalmente instalado	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1 Azotea	1	90,00			90,00	
		Edificio 2 Azotea	1	20,00			20,00	
			1	30,00			30,00	
							140,00	140,00
		Total ud						140,00
1.1.17	M	Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		P.A.T edificio 1	1	35,00			35,00	
		P.A.T edificio 2	1	35,00			35,00	
							70,00	70,00
		Total m						70,00

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición					
1.1.18	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		P.A.T edificio 1	1	160,00			160,00	
		P.A.T edificio 2	1	100,00			100,00	
							260,00	260,00
		Total m						260,00
1.1.19	Ud	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm para toma de tierra de estructura, unido mediante soldadura aluminotérmica.Totalmente instalado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	20				20,00	
							20,00	20,00
		Total ud						20,00
1.1.20	Ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de cemento, sobre cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1	60				60,00	
		Edificio 2	14				14,00	
							74,00	74,00
		Total ud						74,00
1.1.21	Ud	Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 2	1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ud						1,00
1.1.22	Ud	Suministro e instalación de seccionador de tierra ubicado en caja de seccionamiento modelo CST-50 marca Uriarte y/o equivalente con puente y accesorios.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1	1				1,00	
		Edificio 2	1				1,00	
							2,00	2,00
		Total ud						2,00
1.1.23	M	Suministro e instalacion de puesta tierra de masas metálicas de las escuadras y masas metálicas de la instalación fotovoltaica mediante conductor aislado H07V-K, Clase mínima CPR Eca, 450/750V de sección 1x6 mm2 en cobre,con código de color amarillo -verde, canalizado en canal protector	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		P.A.T edificio 1	1	185,00			185,00	
		P.A.T edificio 2	1	185,00			185,00	
							370,00	370,00
		Total m						370,00
1.1.24	MI	Suministro e instalación de cable UTP categoría 6 tipo LSZH AMP NetConect incluso mano de obra de instalación bajo tubo o en bandeja. Totalmente montado y conectado. El cable no presentará empalmes o uniones y será continuo.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1	1	65,00			65,00	
		Edificio 2	1	65,00			65,00	
							130,00	130,00
		Total ml						130,00

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición					
1.1.25	Ud	Suministro e instalación de caja de pared Schneider Electric Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250mm, IK10, IP66 y carril DIN.						
		Totalmente instalada y comprobada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1						
		Cuadro C.C	1				1,00	
		Cuadro C.A	1				1,00	
							2,00	2,00
							Total ud:	2,00
1.1.26	Ud	Ejecución de armario de instalaciones a partir de carpintería de aluminio lacado color blanco (RAL 9010) para instalación interior de cuadros eléctricos e inversor de la instalación fotovoltaica. El armario tendrá unas dimensiones aproximadas de 1,80 x 3,00 x 0,50 (Largo x ancho x fondo), anclado en su parte inferior y posterior a los cerramientos existentes. Incluye ejecución de marcos de lamas inferior y superior tal y como se indica en planos de detalle. Incluso p.p. de herrajes, cerraduras, montaje, nivelación. Incluye pegatina de riesgo eléctrico. Incluye instalación de ventilación axial para extracción de 75 m³/h. Totalmente terminado y rematado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
							Total ud:	2,00
1.1.27	Ud	Suministro e instalación de pica de acero cobrizado de 2 m y 14 mm de diámetro unida mediante soldadura aluminotérmica. La partida incluye la apertura del terreno para su instalación y posterior reposición del pavimento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
							Total ud:	2,00
1.1.28	Ud	Suministro e instalación de arqueta de registro de toma a tierra de poliéster modelo TAR-T 200 mm referencia 479712020P0000 marca PINAZO y/o equivalente. Totalmente instalada						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
							Total ud:	2,00
1.2.- Legalización y puesta en marcha								
1.2.1	Ud	Visita de inspección por inspector de Organismo de Control Autorizado (OCA) y emisión de informe de la instalación eléctrica de Baja Tensión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud:	1,00
1.2.2	Ud	Elaboración y tramitación del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión en la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias según modelo normalizado. Incluye realización de manual de Usuario. Incluye tasas (modelo 700)						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud:	1,00

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024
Los Ingenieros Industriales

Antonio Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
1.1.- Instalación Fotovoltaica								
1.1.1	Ud	Suministro e instalación de panel Panel Solar LR5-66HTH-540M marca LONGI SOLAR y/o equivalente. Totalmente instalado y probado. Incluso medios auxiliares para posicionamiento de módulos en cubierta y acceso a cubierta.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1								
String 1			10				10,00	
String 2			10				10,00	
String 3			10				10,00	
String 4			10				10,00	
String 5			10				10,00	
String 6			10				10,00	
Edificio 2								
String 1			7				7,00	
String 2			7				7,00	
							74,00	74,00
Total ud:						74,00	193,64	14.329,36
1.1.2	Ud	Suministro e instalación de inversor solar de conexión a red trifásico de 40 kW modelo SUN2000-40KTL-M3 marca Huawei y/o equivalente. Totalmente instalado y probado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1			1				1,00	
							1,00	1,00
Total ud:						1,00	3.301,90	3.301,90
1.1.3	Ud	Suministro e instalación de sistema monitorización DTSU666-H sistema compatible para inversores HUAWEI, datos de producción consumo, etc.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1			1				1,00	
Edificio 2			1				1,00	
							2,00	2,00
Total ud:						2,00	516,87	1.033,74
1.1.4	Ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1			60				60,00	
Edificio 2			14				14,00	
							74,00	74,00
Total Ud:						74,00	38,58	2.854,92
1.1.5	MI	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) negro 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1								
Strings 1			1	90,00			90,00	
Strings 2			1	87,00			87,00	
Strings 3			1	79,00			79,00	
Strings 4			1	70,00			70,00	
Strings 5			1	70,00			70,00	
Strings 6			1	63,00			63,00	
Edificio 2								
Strings 1			1	32,00			32,00	
Strings 2			1	28,00			28,00	
							519,00	519,00
Total ml:						519,00	3,65	1.894,35
1.1.6	MI	Suministro e instalación de cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1								
Strings 1			1	90,00			90,00	
Strings 2			1	87,00			87,00	
Strings 3			1	79,00			79,00	
Strings 4			1	70,00			70,00	
Strings 5			1	70,00			70,00	
(Continúa...)								

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
1.1.6	MI	Cable solar 6 mm² ZZ-F (AS) rojo 1.8 kV DC - 0,6/1 kV AC					(Continuación...)	
Strings 6	1	63,00					63,00	
Edificio 2								
Strings 1	1	32,00					32,00	
Strings 2	1	28,00					28,00	
							519,00	519,00
Total ml			519,00		3,65		1.894,35	
1.1.7	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Línea de evacuación (edificio 1 al cuadro general)	4	115,00					460,00	
	1	40,00					40,00	
							500,00	500,00
Total m			500,00		5,91		2.955,00	
1.1.8	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Línea de evacuación (edificio 2 al cuadro general)	4	46,90					187,60	
	1	40,00					40,00	
							227,60	227,60
Total m			227,60		4,88		1.110,69	
1.1.9	Ud	Suministro e instalación de conjunto fusible formado por fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm y base modular para fusibles cilíndricos de 10,3x38 mm, unipolar (1P), modelo STI A9N15636 o similar						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Cuadro C.C								
Edificio 1								
String 1	2						2,00	
String 2	2						2,00	
String 3	2						2,00	
String 4	2						2,00	
String 5	2						2,00	
String 6	2						2,00	
Edificio 2								
String 1	2						2,00	
String 2	2						2,00	
							16,00	16,00
Total ud			16,00		16,87		269,92	
1.1.10	Ud	Suministro e instalación de protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I _{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Edificio 1								
String 1	1						1,00	
String 2	1						1,00	
String 3	1						1,00	
String 4	1						1,00	
String 5	1						1,00	
String 6	1						1,00	
Edificio 2								
String 1	1						1,00	
String 2	1						1,00	
							8,00	8,00

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
Total ud:			8,00				58,10	464,80
1.1.11	Ud	Suministro e instalación de caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente con grados de protección IP65 - IK09, aislamiento clase II tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, dimensiones 298x420x140 mm, marca Gewiss referencia GW40104. Totalmente instalada y comprobada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 2			1				1,00	
Cuadro C.C			1				1,00	
Cuadro C.A			1				2,00	2,00
Total ud:			2,00				413,73	827,46
1.1.12	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total			2				2,00	
							2,00	2,00
Total Ud:			2,00				187,59	375,18
1.1.13	Ud	Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total			2				2,00	
							2,00	2,00
Total Ud:			2,00				187,59	375,18
1.1.14	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total			2				2,00	
							2,00	2,00
Total Ud:			2,00				333,21	666,42
1.1.15	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C. Totalmente instalado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total			2				2,00	
							2,00	2,00
Total ud:			2,00				182,16	364,32
1.1.16	Ud	Suministro e instalación de canal Unex no perforada 60x80 en U23X referencia 60.80.07 marca Unex y/o equivalente. Totalmente instalado						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1 Azotea			1	90,00			90,00	
Edificio 2 Azotea			1	20,00			20,00	
			1	30,00			30,00	
							140,00	140,00
Total ud:			140,00				15,55	2.177,00
1.1.17	M	Suministro e instalación de cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
P.A.T edificio 1			1	35,00			35,00	
P.A.T edificio 2			1	35,00			35,00	
							70,00	70,00

Presupuesto parcial n° 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición		Precio	Importe	
Total m:			70,00		5,15	360,50	
1.1.18	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
P.A.T edificio 1		1	160,00			160,00	
P.A.T edificio 2		1	100,00			100,00	
						260,00	260,00
Total m:			260,00		4,93	1.281,80	
1.1.19	Ud	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm para toma de tierra de estructura, unido mediante soldadura aluminotérmica.Totalmente instalado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Total		20				20,00	
						20,00	20,00
Total ud:			20,00		18,74	374,80	
1.1.20	Ud	Suministro e instalación de estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de cemento, sobre cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		60				60,00	
Edificio 2		14				14,00	
						74,00	74,00
Total ud:			74,00		51,43	3.805,82	
1.1.21	Ud	Inversor HUAWEI SUN2000-10KTL-M1					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 2		1				1,00	
						1,00	1,00
Total ud:			1,00		1.931,22	1.931,22	
1.1.22	Ud	Suministro e instalación de seccionador de tierra ubicado en caja de seccionamiento modelo CST-50 marca Uriarte y/o equivalente con puente y accesorios.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		1				1,00	
Edificio 2		1				1,00	
						2,00	2,00
Total ud:			2,00		52,48	104,96	
1.1.23	M	Suministro e instalacion de puesta tierra de masas metálicas de las escuadras y masas metáticas de la instalación fotovoltaica mediante conductor aislado H07V-K, Clase mínima CPR Eca, 450/750V de sección 1x6 mm2 en cobre,con código de color amarillo -verde, canalizado en canal protector					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
P.A.T edificio 1		1	185,00			185,00	
P.A.T edificio 2		1	185,00			185,00	
						370,00	370,00
Total m:			370,00		2,15	795,50	
1.1.24	MI	Suministro e instalación de cable UTP categoría 6 tipo LSZH AMP NetConnect incluso mano de obra de instalación bajo tubo o en bandeja. Totalmente montado y conectado. El cable no presentará empalmes o uniones y será continuo.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edificio 1		1	65,00			65,00	
Edificio 2		1	65,00			65,00	
						130,00	130,00
Total ml:			130,00		2,22	288,60	

Presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
1.1.25	Ud	Suministro e instalación de caja de pared Schneider Electric Spacial S3D de Acero Gris, con placa de montaje, 600 x 600 x 250mm, IK10, IP66 y carril DIN. Totalmente instalada y comprobada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edificio 1						
		Cuadro C.C	1				1,00	
		Cuadro C.A	1				1,00	
							2,00	2,00
		Total ud:	2,00				301,00	602,00
1.1.26	Ud	Ejecución de armario de instalaciones a partir de carpintería de aluminio lacado color blanco (RAL 9010) para instalación interior de cuadros eléctricos e inversor de la instalación fotovoltaica. El armario tendrá unas dimensiones aproximadas de 1,80 x 3,00 x 0,50 (Largo x ancho x fondo), anclado en su parte inferior y posterior a los cerramientos existentes. Incluye ejecución de marcos de lamas inferior y superior tal y como se indica en planos de detalle. Incluso p.p. de herrajes, cerraduras, montaje, nivelación. Incluye pegatina de riesgo eléctrico. Incluye instalación de ventilación axial para extracción de 75 m³/h. Totalmente terminado y rematado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total ud:	2,00				2.855,52	5.711,04
1.1.27	Ud	Suministro e instalación de pica de acero cobrizado de 2 m y 14 mm de diámetro unida mediante soldadura aluminotérmica. La partida incluye la apertura del terreno para su instalación y posterior reposición del pavimento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total ud:	2,00				155,46	310,92
1.1.28	Ud	Suministro e instalación de arqueta de registro de toma a tierra de poliéster modelo TAR-T 200 mm referencia 479712020P0000 marca PINAZO y/o equivalente. Totalmente instalada	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	2				2,00	
							2,00	2,00
		Total ud:	2,00				73,62	147,24
		Total subcapítulo 1.1.- Instalación Fovovoltaica:						50.608,99
1.2.- Legalización y puesta en marcha								
1.2.1	Ud	Visita de inspección por inspector de Organismo de Control Autorizado (OCA) y emisión de informe de la instalación eléctrica de Baja Tensión.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Total	1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ud:	1,00				477,41	477,41
1.2.2	Ud	Elaboración y tramitación del Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión en la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias según modelo normalizado. Incluye realización de manual de Usuario. Incluye tasas (modelo 700)	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
		Total ud:	1,00				203,18	203,18
		Total subcapítulo 1.2.- Legalización y puesta en marcha:						680,59
		Total presupuesto parcial nº 1 Instalación fotovoltaica :						51.289,58

Presupuesto de ejecución material

1 Instalación fotovoltaica	51.289,58
1.1.- Instalación Fotovoltáica	50.608,99
1.2.- Legalización y puesta en marcha	680,59
Total:	51.289,58

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024
Los Ingenieros Industriales

Antonio Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez

RESUMEN

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Instalación fotovoltaica	
1.1 Instalación Fotovoltaiica	50.608,99
1.2 Legalización y puesta en marcha	680,59
Total 1 Instalación fotovoltaica	51.289,58
Presupuesto de ejecución material (PEM)	51.289,58
13% de gastos generales	6.667,65
6% de beneficio industrial	3.077,37
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	61.034,60
7% IGIC	4.272,42
Presupuesto de ejecución por contrata con IGIC (PEC = PEM + GG + BI + IGIC)	65.307,02

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IGIC a la expresada cantidad de SESENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024
Los Ingenieros Industriales

Antonio Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez

DOCUMENTO VI.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.- OBRA.....	230
2.- PETICIONARIO	230
3.- EMPLAZAMIENTO.....	230
5.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	231
6.- RECURSOS CONSIDERADOS	231
6.1 MATERIALES.....	231
6.2 ENERGÍA Y FLÚIDOS.....	231
6.3 MANO DE OBRA	231
6.4 HERRAMIENTAS.....	231
6.5 MAQUINARIA	232
6.6 MEDIOS AUXILIARES	232
6.7 SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN.....	232
7.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.....	232
8.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	233
9.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR	236
10.- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	236
11.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	237
12.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	237
13.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	238
14.- LIBRO DE INCIDENCIAS.....	239
15.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	240
16.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	240
17.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS	240
18. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.	241
18.1 CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	241
18.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.....	241
18.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES RELATIVAS A LOS LUGARES DE TRABAJO EN LAS OBRAS.	241
18.2.2 DISPOSICIONES MININAS ESPECIFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LA OBRAS EN EL INTERIOR DE LOCALES.	248
19. NORMAS ESPECÍFICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN GENERAL	250
19.1 NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACION PREVENTIVA.....	250
19.1.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES DURANTE LA INSTALACIÓN.	250
19.1.2 RIESGOS MÁS FRECUENTES DURANTE LAS PRUEBAS DE CONEXIONADO Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN.	251
19.1.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.....	251
19.2 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	252
19.2.1 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES	253
19.2.2 HERRAMIENTAS ELÉCTRICA MANUALES	253
19.2.3 LÁMPARAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES.....	254
19.2.4 MEDIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	254



**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA
CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TENERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE**

19.2.5 MEDIOS DE PROTECCIÓN	256
20. MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	257

1.- OBRA

Estudio básico de seguridad y salud del proyecto de instalación fotovoltaica de autoconsumo para LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE.

2.- PETICIONARIO

El solicitante y titular de las instalaciones contempladas en este proyecto se corresponde con:

Titular	Asociación Tinterfeña De Trisómicos 21
Domicilio	HENRY DUNANT, Nº 2 38203, LA LAGUNA, SANTA CRUZ DE TENERIFE
C.I.F	G38328704
Representante	Lorenzo Moreno Ruiz
DNI	50400691

3.- EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones están emplazadas en Camino del Medio nº59. C.P. 38206 T.M. de San Cristóbal de La Laguna. Provincia de Santa Cruz de Tenerife con referencia catastral:

0311555CS7501S0001YW.

4.- OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente **estudio básico de Seguridad y Salud** al tratarse de una obra que no cumple con ninguno de los apartados del Art.4 ap.1.

- *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido el proyecto sea igual o superior a 450.759,09 euros.*
- *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*

El estudio básico precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

5.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Se trata de los trabajos necesarios para la ejecución de la instalación fotovoltaica que se encuentra recogida en el presente proyecto.

6.- RECURSOS CONSIDERADOS

6.1 MATERIALES

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, presacables, apartamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

6.2 ENERGÍA Y FLÚIDOS

Electricidad y esfuerzo humano.

6.3 MANO DE OBRA

Responsable técnico a pie de obra, mando intermedio, oficiales electricista y peones electricistas.

6.4 HERRAMIENTAS

- Eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.
- Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.
- Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.

6.5 MAQUINARIA

Motores eléctricos, sierra de metales, grúa, cabrestante.

6.6 MEDIOS AUXILIARES

Andamios de estructura tubular móvil, andamios colgantes, andamio de caballete, banqueta aislante, alfombra aislante, lona aislante de apantallamiento, puntales, caballetes, redes, cuerdas, escaleras de mano, cestas, señales de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros.

6.7 SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN

Contenedores de recortes, bateas, cestas, cuerdas de izado, eslingas, grúas, carretillas elevadoras cabrestantes, etc.

7.- IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de " Riesgos de accidente y enfermedad profesional ", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto " Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>
	Media	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

Severidad:


- *Peligro Clase A:* condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- *Peligro Clase B:* condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- *Peligro Clase C:* condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.

Probabilidad:

- *Alta:* Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- *Media:* Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- *Baja:* Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.


8.- PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad

	<p>PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE</p>
---	---

profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS								
Actividad: Proyecto de instalación fotovoltaica								
Centro de trabajo: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE							Evaluación nº: 1	
Sección:								
Puesto de Trabajo: Encargado, Peón, Oficial, electricista.						Fecha: agosto 2024		
Evaluación: Inicial						Hoja nº: 1		
Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X		X			MODERA.
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		MEDIA
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			MEDIA
04.- Caídas de objetos en manipulación		X					X	BAJA
05.- Caídas de objetos desprendidos			X		X			MEDIA
06.- Pisadas sobre objetos		X					X	BAJA
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJA
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		BAJA
09.- Golpes por objetos y herramientas		X					X	BAJA
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		BAJA
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X			MEDIA
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X			MEDIA
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MEDIA
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				NO PROC.
15.- Contactos térmicos				X				NO PROC.
16.- Exposición a contactos eléctricos		X			X			ALTA
17.- Exposición a sustancias nocivas			X			X		BAJA
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X			X		BAJA
19.- Exposición a radiaciones			X			X		BAJA
20.- Explosiones			X		X			MEDIA
21.- Incendios			X		X			MEDIA
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				NO PROC.
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			MEDIA
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJA
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				NO PROC.
26.- E.P. producida por agentes físicos			X				X	MUY BAJA
27.- Enfermedad sistemática				X				NO PROC.
28.- Otros				X				NO PROC.

	<p align="center">PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE</p>
---	--

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA					
Actividad: Proyecto de instalación fotovoltaica					
Centro de trabajo: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE				Evaluación n°: 1	
Sección:			Fecha: agosto 2024		
Puesto de trabajo: Encargado, Peón, Oficial, Electricista.			Hoja n°: 1		
Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistemática				X	
28.- Otros				X	
				S	N
				i	o

9.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

10.- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

11.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

12.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 1. El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 2. La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 3. La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

4. El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 5. La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 6. El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 7. La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 8. La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 9. La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 10. Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 - Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
 - Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

13.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de

Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

1. El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 2. El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 3. La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 4. La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 5. La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 6. Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
 - Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
 - Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
 - Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

14.- LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los

representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

(Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

15.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

16.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

17.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

18. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.

18.1 CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios 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.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período 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.

18.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.

18.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES RELATIVAS A LOS LUGARES DE TRABAJO EN LAS OBRAS.

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

1. Estabilidad y solidez

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

2. Instalaciones de suministro y reparto de energía

a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

3. Vías y salidas de emergencia

Las 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 deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indelebiles y preferentemente iluminadas o fluorescentes,

según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

4. Detección y lucha contraincendios

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios que deben estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

5. Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

La instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

6. Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

7. Temperatura

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

8. Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente 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.

9. Puertas y portones

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los 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.
- e) Las puertas y portones mecánicos 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 abren automáticamente.

10. Vías de circulación y zonas peligrosas

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

11. Muelles y rampas de descarga

a) Los muelles y rampas de carga deberá ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

12. Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera 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.

13. Primeros auxilios

a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

14. Servicios higiénicos

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

15. Locales de descanso o de alojamiento

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

16. Mujeres embarazadas y madres lactantes.

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

17. Trabajos de minusválidos.

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta , en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

18. Disposiciones varias.

- a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer 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.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

18.2.2 DISPOSICIONES MINIMAS ESPECIFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LA OBRAS EN EL INTERIOR DE LOCALES.

Las obligaciones prevista en la presente se aplicará siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

2. Puertas de emergencia.

- a) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.
- b) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puerta giratorias.

3. Ventilación

- a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.
- b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

4. Temperatura

- a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- b) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

5. Suelos, paredes y techos de los locales.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.
- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

6. Ventanas y vanos de ventilación cenital

- a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.
- b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

7. Puertas y portones.

- a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

c) Las puertas y los portones que se cierran solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

8. Vías de circulación

Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

9. Escaleras mecánicas y cintas rodantes

Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

10. Dimensiones y volumen de aire

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o bienestar.

19. NORMAS ESPECÍFICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN GENERAL

19.1 NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACION PREVENTIVA

19.1.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES DURANTE LA INSTALACIÓN.

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- i) Otros.

19.1.2 RIESGOS MÁS FRECUENTES DURANTE LAS PRUEBAS DE CONEXIONADO Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN.

- a) Electrocución o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- b) Electrocución o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- c) Electrocución o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- d) Electrocución o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- e) Electrocución o quemaduras por conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
- f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- g) Otros.

19.1.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA.

- Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadénilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de ella misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.

- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc. - usted define-), sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

19.2 INTERVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito se abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".

Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.

Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberá ser homologado.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.

Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

19.2.1 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios etc, serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.
- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.
- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc, los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.
- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

19.2.2 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS MANUALES

- Deberán estar todas Homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria **CE** sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".
- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:
 - Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.
 - Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.

- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

19.2.3 LÁMPARAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Deberán responder a las normas **UNE 20-417** y **UNE 20- 419**
- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.
- Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.
- Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.
- Deben estar construídas de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.
- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.
- Serán del grado de protección **IP** adecuado al lugar de trabajo.
- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

19.2.4 MEDIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Ropa de trabajo:

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

Protección de cabeza:

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca **CE**. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

Protección de la vista:

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.

Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.

Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

Protección de Pies:

- Para trabajos con tensión:
- Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
- Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE.

En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.

- Para trabajos de montaje:
- Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

Guantes aislantes:

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica.

Homologados Clase II (1000 v) con marca **CE** " Guantes aislantes de la electricidad" , donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general.

Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE p.

Cinturón de seguridad.

- Faja elástica de sujección de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

Protección del oído.

Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.

19.2.5 MEDIOS DE PROTECCIÓN

- Banquetas de maniobra.

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

- Pértiga.

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia.

Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

- Comprobadores de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo.

Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.

Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

20. MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

a) Escaleras de mano.

Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.

Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construídas en el tajo mediante simple clavazón.

Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.

Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.

Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños.

Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.

Se llevarán a cabo las siguientes medidas:

- a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
- c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
- d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
- e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
- f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
- h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.

La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

b) Manipulación de sustancias químicas.

En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).

Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante. No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.

Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.

En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.

Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.

No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

c) Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.

No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.

- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.

- Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.

- Nunca se almacenarán o colocarán las botellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.
- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.
- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.
- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.
- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.
- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzará mediante ventilación, el alejamiento de los humos de la zona en que se encuentra el operario.
- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes.
 - Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
 - Pantallas de soldador.
 - Guantes de manga larga.
 - Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento rápido.
 - Polainas.
 - Mandiles.

d) Manejo de Herramientas manuales.

Causas de riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.

- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de Protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

e) Manejo de herramientas punzantes.

Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinces y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajaduras o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.

Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.

Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

f) Pistolas fijaclavos.

Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.

El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.

El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas antimpactos.
Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.

Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.

No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.

Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.

La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.

La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

g) Manejo de herramientas de percusión.

Causas de los riesgos:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de Prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de Protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

h) Manejo de cargas sin medios mecánicos.

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.

- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.

- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

i) Máquinas eléctricas portátiles.

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

- Taladro:

- ❖ Utilizar gafas antipacto o pantalla facial.
- ❖ La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- ❖ En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara n polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- ❖ Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- ❖ No frenar el taladro con la mano.
- ❖ No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- ❖ No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- ❖ En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

- ❖ Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

- *Esmeriladora circular:*

- ❖ El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.
- ❖ Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- ❖ Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- ❖ Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:
$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times P) / 60$$

Siendo P= diámetro del disco en metros.
- ❖ Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.
- ❖ Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.
- ❖ Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- ❖ No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.
- ❖ En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

j) Montacargas.

La instalación eléctrica estará protegida con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla vasculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

k) Andamios de borriqueta.

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de la tablas o tablonos que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lias a las borriquetas
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujección, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

l) Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

m) Albañilería (Ayudas).

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- d) Caída de objetos sobre personas.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- g) Dermatitis de contacto con el cemento.
- h) Partículas en los ojos.
- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos. (cortanto, ladrillos etc.)
- k) Sobre esfuerzos.
- l) Electrocución.
- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- ñ) Otros.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:



Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF



Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF

DOCUMENTO VIII. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

ÍNDICE

1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	273
2. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA: PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES	274
3. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN: PRESCRIPCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA.....	274
4. CONTROL DE RECICIÓN DE LA OBRA TERMINADA: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO	275
5. LISTADO DE PRUEBAS A REALIZAR	275
5.1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	275
6. CONSIDERACIONES FINALES	278

1. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE determina, además, que dichas exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

La comprobación del cumplimiento de estas exigencias básicas se determina mediante una serie de controles: el control de recepción en obra de los productos, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada. Se redacta el presente Plan de control de calidad como anejo del proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Anejo I de la parte I del CTE, en el apartado correspondiente a los Anejos de la Memoria, habiendo sido elaborado atendiendo a las prescripciones de la normativa de aplicación vigente, a las características del proyecto y a lo estipulado en el Pliego de Condiciones del presente proyecto.

Este anejo del proyecto no es un elemento sustancial del mismo, puesto que todo su contenido queda suficientemente referenciado en el correspondiente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto.

Simplemente es un documento complementario, cuya misión es servir de ayuda al Director de Ejecución de la Obra, elaborado en función del Plan de Obra del constructor; donde se cuantifica, mediante la integración de los requisitos del Pliego con las mediciones del proyecto, el número y tipo de ensayos y pruebas a realizar por parte del laboratorio acreditado, permitiéndole obtener su valoración económica.

El control de calidad de las obras incluye:

- El control de recepción en obra de los productos.
- El control de ejecución de la obra.
- El control de la obra terminada.

Para ello:

1. El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus anejos y sus modificaciones.

2. El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
3. La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

2. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA: PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, se establecen las condiciones de suministro; recepción y control; conservación, almacenamiento y manipulación, y recomendaciones para su uso en obra, de todos aquellos materiales utilizados en la obra.

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el Pliego del proyecto o en el correspondiente estudio de programación del control de calidad de la obra. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose las decisiones allí determinadas.

El Director de Ejecución de la Obra cursará instrucciones al Constructor para que aporte los certificados de calidad y el marcado CE de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

3. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN: PRESCRIPCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra, se enumeran las fases de la ejecución de cada unidad de obra.

Las unidades de obra son ejecutadas a partir de materiales (productos) que han pasado su control de calidad, por lo que la calidad de los componentes de la unidad de obra queda acreditada por los documentos que los avalan, sin embargo, la calidad de las partes no garantiza la calidad del producto final (unidad de obra).

En este apartado del Plan de control de calidad, se establecen las operaciones de control mínimas a realizar durante la ejecución de cada unidad de obra, para cada una de las fases de ejecución descritas en el Pliego, así como las pruebas de servicio a realizar a cargo y cuenta de la empresa constructora o instaladora.

Para poder avalar la calidad de las unidades de obra, se establece, de modo orientativo, la frecuencia mínima de control a realizar, incluyendo los aspectos más relevantes para la correcta ejecución de la unidad de obra, a verificar por parte del Director de Ejecución de la Obra durante el proceso de ejecución.

Se redactará el correspondiente estudio de programación del control de calidad de la obra, de acuerdo con las especificaciones del proyecto y lo descrito en el presente Plan de control de calidad.

4. CONTROL DE RECICIÓN DE LA OBRA TERMINADA: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

En el apartado del Pliego del proyecto correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se establecen las verificaciones y pruebas de servicio a realizar por la empresa constructora o instaladora, para comprobar las prestaciones finales del edificio; siendo a su cargo el coste de las mismas.

Se realizarán tanto las pruebas finales de servicio prescritas por la legislación aplicable, contenidas en el preceptivo estudio de programación del control de calidad de la obra, como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las que pudiera ordenar la Dirección Facultativa durante el transcurso de la obra.

5. LISTADO DE PRUEBAS A REALIZAR

5.1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Proceso de ejecución por unidades de obra

Condiciones previas

En instalaciones que vayan a ser conectadas a red, tanto el esquema eléctrico como los materiales a emplear, deben pertenecer a un tipo aprobado por la Compañía Distribuidora; aspecto que será comprobado por la dirección facultativa.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, y si no es así, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos.

En un mismo ramal, se procurará no asociar en serie paneles con distintos rendimientos.

Ejecución

Sistema generador fotovoltaico:

El diseño de la estructura soporte se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador, 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. Se dispondrán todas las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana como integrado en el tejado.

Los puntos de sujeción para módulos fotovoltaicos serán suficientes en número. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

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

Cableado:

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables. Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos. Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados.

Conjunto de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica. En la parte de corriente continua de la instalación se usará protección de Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible.

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

Acumuladores (instalaciones aisladas de red):

Se protegerán, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, según las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90% de la capacidad nominal, en cualquier caso deberán seguirse las recomendaciones del fabricante. El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido. Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador.

Reguladores de carga (instalación aislada de red):

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas, mediante el regulador de carga.

Cargas de consumo (instalación aislada de red):

La lámpara deberá estar protegida cuando se invierte la polaridad de la tensión de entrada; la salida del balastro es cortocircuitada; opera sin tubo. Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización. Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deberán estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

Colocación de contadores, equipos de medida, dispositivos de conmutación horaria (en su caso) y condiciones de seguridad:

Estarán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las normas particulares de la Compañía Distribuidora.

Protecciones y puesta a tierra:

La estructura del generador se conectará a tierra. 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. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica, por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones. Las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Sistema de monitorización: se colocará de manera que sea fácilmente accesible para el usuario.

El montaje se hará de tal manera que quede garantizada la libre y holgada circulación del aire en todo el contorno de los paneles para su refrigeración.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Atendiendo a lo establecido en el Art. 11 de la LOE, es obligación del constructor ejecutar la obra con sujeción al proyecto, al contrato, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto, acreditando mediante el aporte de certificados, resultados de pruebas de servicio, ensayos u otros documentos, dicha calidad exigida.

El coste de todo ello corre a cargo y cuenta del constructor, sin que sea necesario presupuestarlo de manera diferenciada y específica en el capítulo "Control de calidad y Ensayos" del presupuesto de ejecución material del proyecto.

En este capítulo se indican aquellos otros ensayos o pruebas de servicio que deben ser realizados por entidades o laboratorios de control de calidad de la edificación, debidamente homologados y acreditados, distintos e independientes de los realizados por el constructor.

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:



Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF



Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF

DOCUMENTO VIII. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

ÍNDICE

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO	3
2. AGENTES INTERVINIENTES	3
2.1. Identificación	3
2.1.1. Productor de residuos (promotor)	3
2.1.2. Poseedor de residuos (constructor)	4
2.1.3. Gestor de residuos	4
2.2. Obligaciones	4
2.2.1. Productor de residuos (promotor)	4
2.2.2. Poseedor de residuos (constructor)	5
2.2.3. Gestor de residuos	6
3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	7
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.	8
5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	9
6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO	12
7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA	13
8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA	14
9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	15
10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.	15
11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA	16
12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	16
13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	¡Error! Marcado r no definido.



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2. AGENTES INTERVINIENTES

2.1. Identificación

El presente estudio corresponde al PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE, situado en CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21
Proyectista	Antonio José Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez
Director de Obra	Antonio José Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez
Director de Ejecución	Antonio José Villar Pérez / Jorge Ramos Pérez

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 51.283,72 €.

2.1.1. Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.



Proyecto	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
Situación	CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
Promotor	ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos: ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

2.1.2. Poseedor de residuos (constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.1.3. Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

2.2. Obligaciones

2.2.1. Productor de residuos (promotor)

El productor inicial de residuos está obligado a asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, de conformidad con los principios establecidos en los artículos 7 y 8. de la Ley 7/2022. Para ello, dispondrá de las siguientes opciones:

- a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, siempre que disponga de la correspondiente autorización para llevar a cabo la operación de tratamiento.
- b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
- c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento, siempre que estén registradas conforme a lo establecido en esta ley.

Dichas obligaciones deberán acreditarse documentalmente.

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.



Proyecto	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
Situación	CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
Promotor	ASOCIACIÓN TINERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

Asimismo, está obligado a suscribir un seguro u otra garantía financiera que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades atendiendo a sus características, peligrosidad y potencial de riesgo, debiendo cumplir con lo previsto en el artículo 23.5.c. de la Ley 7/2022. Quedan exentos de esta obligación los productores de residuos peligrosos que generen menos de 10 toneladas al año.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En las obras de demolición, deberán retirarse los residuos, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.

La demolición se llevará a cabo preferiblemente de forma selectiva, garantizando la retirada de, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

En su caso, se dispondrá de libros digitales de materiales empleados en las nuevas obras de construcción, de conformidad con lo que se establezca a nivel de la Unión Europea en el ámbito de la economía circular. Asimismo, se establecerán requisitos de ecodiseño para los proyectos de construcción y edificación.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

La responsabilidad del productor inicial o poseedor del residuo no concluirá hasta que quede debidamente documentado el tratamiento completo, a través de los correspondientes documentos de traslado de residuos, y cuando sea necesario, mediante un certificado o declaración responsable de la instalación de tratamiento final, los cuales podrán ser solicitados por el productor inicial o poseedor

2.2.2. Poseedor de residuos (constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.



Proyecto	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
Situación	CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
Promotor	ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

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 "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

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 la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado 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.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.2.3. Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015.

B.O.E.: 12 de diciembre de 2015



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

Normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

B.O.E.: 21 de octubre de 2017

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 8 de julio de 2020

Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular

Ley 7/2022, de 8 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 9 de abril de 2022

Real Decreto de envases y residuos de envases

Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 28 de diciembre de 2022

Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat.

D.O.G.V.: 11 de octubre de 2004

Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana 2010

Dirección General para el Cambio Climático.

Modificado por:

Decreto por el que se aprueba la revisión del Plan integral de residuos de la Comunidad Valenciana

Decreto 55/2019, de 5 de abril, de la Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.

D.O.G.V.: 26 de abril de 2019

Ley de la Generalitat, de residuos y suelos contaminados para el fomento de la economía circular en la Comunitat Valenciana

Ley 5/2022, de 29 de noviembre, de la Presidencia de la Generalitat.

D.O.G.V.: 1 de diciembre de 2022



Proyecto	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
Situación	CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
Promotor	ASOCIACIÓN TINERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	
RCD de Nivel I	
1	Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II	
RCD de naturaleza no pétreo	
1	Asfalto
2	Madera
3	Metales (incluidas sus aleaciones)
4	Papel y cartón
5	Plástico
6	Vidrio
7	Yeso
8	Basuras
RCD de naturaleza pétreo	
1	Arena, grava y otros áridos
2	Hormigón
3	Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4	Piedra
RCD potencialmente peligrosos	
1	Otros

5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,001	0,001
2 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,290	0,387

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	0,000	0,000
2 Madera	0,000	0,000
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	0,001	0,001
4 Papel y cartón	0,290	0,387
5 Plástico	0,000	0,000
6 Vidrio	0,000	0,000
7 Yeso	0,000	0,000
8 Basuras	0,000	0,000

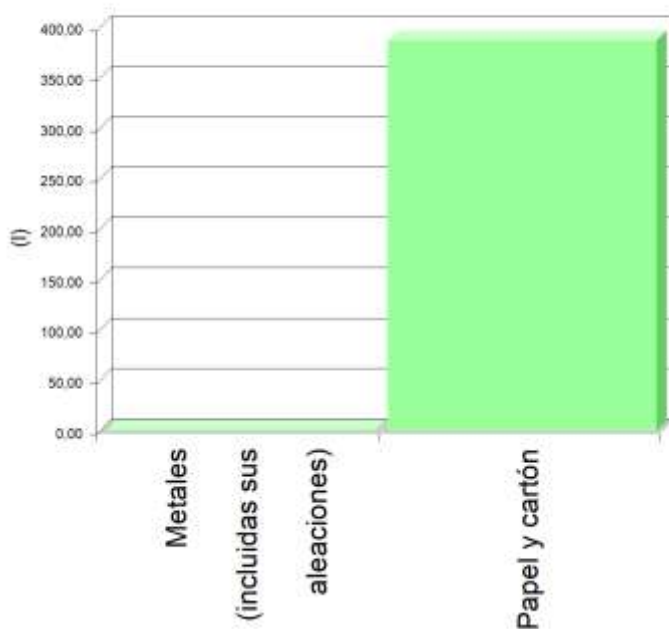


Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

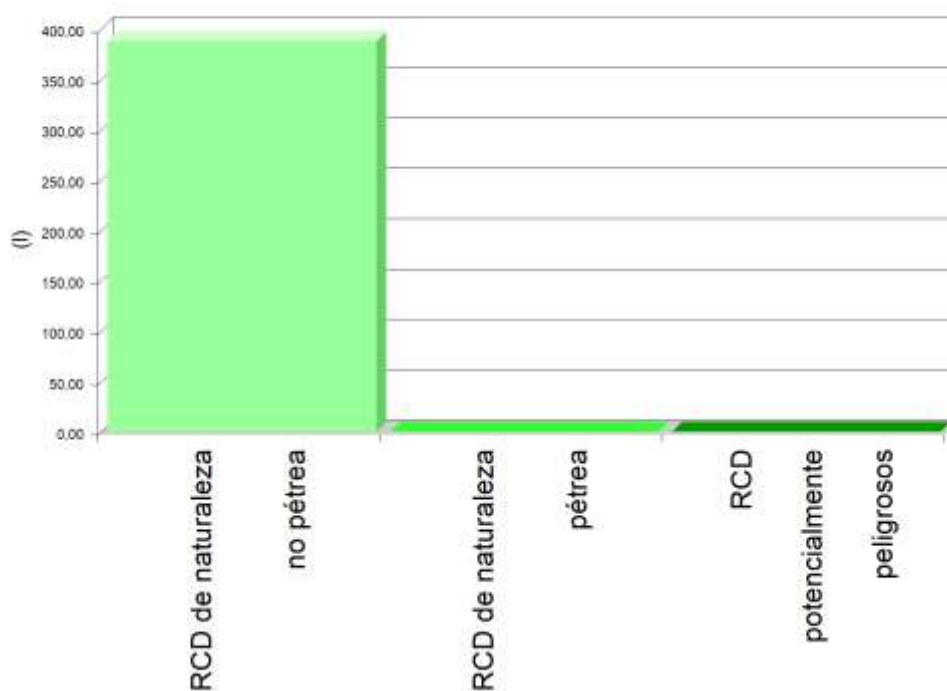
Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel II

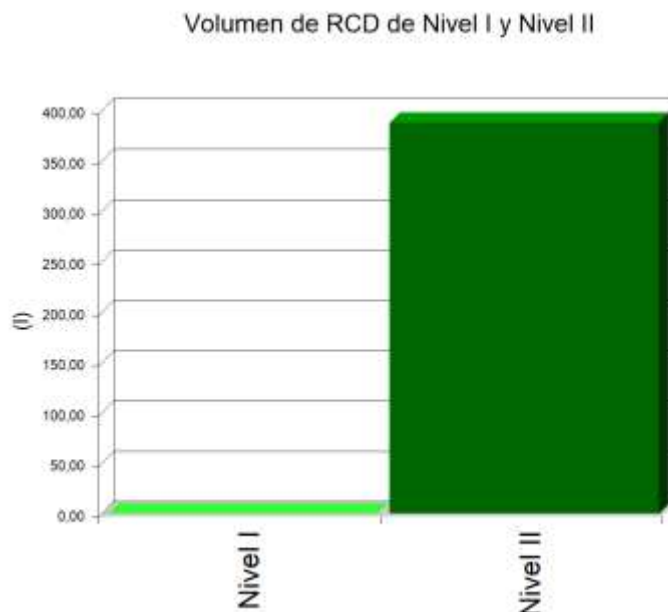




Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21



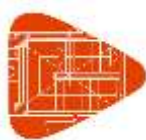
6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

Cuando se destinen residuos no peligrosos de construcción y demolición, a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos, excluyendo los materiales en estado natural de tierras sobrantes y restos de piedra definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétrea					
1 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,001	0,001
2 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,290	0,387



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
<i>Notas:</i> <i>RCD: Residuos de construcción y demolición</i> <i>RSU: Residuos sólidos urbanos</i> <i>RNPs: Residuos no peligrosos</i> <i>RP: Residuos peligrosos</i>					

8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total, expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)
Hormigón	0,000	80,00
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,000	40,00
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,001	2,00
Madera	0,000	1,00
Vidrio	0,000	1,00
Plástico	0,000	0,50
Papel y cartón	0,290	0,50

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.



Proyecto	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE
Situación	CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE
Promotor	ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

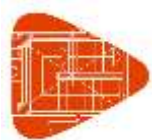
El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21 DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA. 38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Subcapítulo	TOTAL (€)
TOTAL	0,00

11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³
- Importe mínimo de la fianza: 150.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):

51.283,72 €

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA

Tipología	Peso (t)	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	0,000	0,000	4,00		
Total Nivel I				0,000 ⁽¹⁾	0,00
A.2. RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza pétrea	0,000	0,000	10,00		
RCD de naturaleza no pétrea	0,291	0,388	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,000	0,000	10,00		
Total Nivel II	0,291	0,388		67,85 ⁽²⁾	0,20
Total				67,85	0,20

Notas:

⁽¹⁾ Entre 150,00€ y 60.000,00€.

⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.

B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN

Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	50,89	0,15

TOTAL:

118,73€

0,35



Proyecto PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO
PARA CENTRO SOCIAL PARA LA ASOCIACIÓN TINTERFEÑA TRISÓMICOS 21
DOWN TENERIFE

Situación CAMINO DEL MEDIO Nº44. 38108, T.M DE SAN CRISTOBAL DE LA LAGUNA.
38108, PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

Promotor ASOCIACIÓN TINTERFEÑA DE TRISÓMICOS 21

En Santa Cruz de Tenerife, agosto 2024

Los autores del presente documento:

Jorge Ramos Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 471 del COIITF

Antonio José Villar Pérez

Ingeniero Industrial

Colegiado número 497 del COIITF